

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

**EFEITOS DE DOIS PROGRAMAS DE TREINAMENTO COMBINADO COM  
MESMO VOLUME E DIFERENTE FREQUÊNCIA SEMANAL NAS ADAPTAÇÕES  
CARDIORRESPIRATÓRIAS, NEUROMUSCULARES E FUNCIONAIS EM  
HOMENS IDOSOS.**

Matheus de Oliveira Conceição

Porto Alegre

2015

Matheus de Oliveira Conceição

**EFEITOS DE DOIS PROGRAMAS DE TREINAMENTO COMBINADO COM  
MESMO VOLUME E DIFERENTE FREQUÊNCIA SEMANAL NAS ADAPTAÇÕES  
CARDIORRESPIRATÓRIAS, NEUROMUSCULARES E FUNCIONAIS EM  
HOMENS IDOSOS.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruehl

Porto Alegre  
2015

**Matheus de Oliveira Conceição**

**Efeitos de dois programas de treinamento combinado com mesmo volume e diferente frequência semanal nas adaptações cardiorrespiratórias, neuromusculares e funcionais em homens idosos.**

Conceito final:

Aprovado em ..... de .....de.....

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Antonio Carlos de Moraes – UNICAMP

---

Prof. Dr. Eduardo Lusa Cadore – UFRGS

---

Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto – UFRGS

---

Orientador – Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Krueel – UFRGS

## **AGRADECIMENTOS**

A realização desse trabalho encerra um período muito importante em minha vida profissional e pessoal. A conclusão do mestrado faz parte de um sonho e de um objetivo de vida que tracei ao conhecer a educação física como profissão e me conhecer como professor. Assim, agradeço de coração a todos amigos e colegas que me ajudaram nessa etapa.

Obrigado ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Krueel pela oportunidade de trabalhar no GPAT e por todo aprendizado que me proporcionaste. Agradeço também a todos os integrantes do GPAT, vocês foram grandes companheiros nesses últimos dois anos. Obrigado aos amigos Giane Veiga, Alexandre Prado e Paula Zaffari pela amizade e pela ajuda constante na execução desse projeto. Obrigado aos meus bolsistas Giuliano Raguse e Andressa Meinerz pela dedicação e pela oportunidade de aprender com vocês. Obrigado aos funcionários do centro natatório e do laboratório de pesquisa pela gentileza diária nesses dois anos. E obrigado a todos voluntários que compuseram a amostra desse projeto, pois vocês foram fundamentais para a conclusão desse sonho.

Obrigado aos professores da banca avaliadora por toda ajuda durante a execução desse projeto. Em especial, gostaria agradecer ao Professor Cadore por toda ajuda que tiveste comigo desde o início da minha graduação.

Por fim, agradeço com todo meu amor a minha família querida: ao meu pai Alcides, minha mãe Roselane e minha irmã Andressa. Agradeço todos os dias por vocês serem minha família. Obrigado por todo amor que recebo de vocês.

## RESUMO

O treinamento combinado tem sido uma estratégia amplamente utilizada para combater as alterações fisiológicas decorrentes do processo de envelhecimento. No entanto, a manipulação de algumas variáveis desse tipo de treinamento pode otimizar os ganhos neuromusculares e cardiorrespiratórios nessa população. Assim, o objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos do treinamento de força e do treinamento combinado realizado em dias alternados ou no mesmo dia sobre parâmetros neuromusculares, cardiorrespiratórios e funcionais em homens idosos. Trinta e três homens idosos ( $66\pm 5$  anos) foram divididos em três grupos: grupo força (GF:  $n=11$ ); grupo combinado dias alternados (GCDA:  $n=11$ ); grupo combinado mesmo dia (GCMD:  $n=11$ ). O período de treinamento foi de 12 semanas com frequência de duas vezes (GF e GCMD) ou quatro (GCDA) vezes por semana. Como variáveis neuromusculares, avaliaram-se a força dinâmica máxima (1RM) dos extensores do joelho, a resistência muscular (RML) dos extensores do joelho (60% da carga de 1RM pré treinamento), a força isométrica máxima (CVM) dos extensores do joelho direito, a taxa máxima de produção de força (TMPF), a ativação muscular máxima dos músculos reto femoral (RF), vasto lateral (VL) e vasto medial (VM) e a economia neuromuscular (ativação muscular a 50% da CVM) dos músculos RF, VL e VM. Já as variáveis cardiorrespiratórias avaliadas foram o consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2\text{pico}}$ ), consumo de oxigênio no primeiro ( $V_{LV1}$ ) e segundo ( $V_{LV2}$ ) limiar ventilatório, carga máxima ( $W_{\text{max}}$ ), carga no primeiro ( $W_{LV1}$ ) e segundo limiar ( $W_{LV2}$ ). Além disso, o  $V_{LV1}$ ,  $V_{LV2}$ ,  $W_{LV1}$  e  $W_{LV2}$  foram normalizados pelo  $VO_{2\text{pico}}$  e pela  $W_{\text{max}}$ , respectivamente ( $\%V_{LV1}$ ,  $\%V_{LV2}$ ,  $\%W_{LV1}$  e  $\%W_{LV2}$ ). Como variáveis funcionais, realizamos o teste de levantar e sentar, o teste *8-foot up and go test* (8-ft) e o teste de sentar e levantar no chão (TSL). Para análise estatística utilizou-se o teste *Generalized Estimating Equations* (GEE), com teste *post hoc* de Bonferroni. O nível de significância adotado foi de  $\alpha=0,05$  e os dados foram processados no SPSS 20.0. Após o treinamento, todos os grupos obtiveram incrementos significativos para a força de 1RM, CVM, RML, ativação muscular máxima nos músculos RF, VL e VM e economia neuromuscular nos músculos RF e VL ( $p<0,05$ ), sem haver diferença entre os grupos ( $p>0,05$ ). Já para TMPF e para a economia neuromuscular do músculo VM não foram observadas melhoras após o treinamento em nenhum dos grupos ( $p>0,05$ ). Quanto as variáveis cardiorrespiratórias, houve uma melhora significativa

para todos os grupos ( $p < 0,05$ ) no  $VO_{2\text{pico}}$ ,  $V_{LV1}$ , e  $V_{LV2}$ , sem haver diferenças entre os grupos. Já para o  $\%V_{LV1}$ ,  $\%V_{LV2}$ ,  $W_{\text{max}}$ ,  $W_{LV1}$ ,  $W_{LV2}$ ,  $\%W_{LV1}$  e  $\%W_{LV2}$  não observamos diferenças significativas após o treinamento ( $p > 0,05$ ). Quanto aos parâmetros funcionais, houve uma melhora nos testes de levantar e sentar, *8-ft* e TSL, para todos os grupos, sem haver diferenças entre os mesmos. Conclui-se que tanto o treinamento combinado realizado em dias alternados quanto o treinamento combinado realizado no mesmo dia, com uma periodização de 12 semanas, proporcionam ganhos neuromusculares e funcionais semelhantes aos obtidos com o treinamento de força isolado.

**Palavras-chave:** treinamento combinado, envelhecimento, treinamento de força, força muscular, capacidade funcional.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

Autor: Matheus de Oliveira Conceição

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruel

Título da dissertação: Efeitos de dois programas de treinamento combinado com mesmo volume e diferente frequência semanal nas adaptações cardiorrespiratórias, neuromusculares e funcionais em homens idosos.

## ABSTRACT

The combined training has been a strategy used to combat the physiological changes resulting from the aging process. However, the variables manipulation of combined training can optimize neuromuscular and cardiorespiratory gains in this population. The aim of this study was to compare the effects of strength training and combined training conducted on alternate days or conducted on the same day on the neuromuscular, cardiorespiratory and functional parameters in older men. Thirty three elderly men ( $66 \pm 5$  years) were divided into three groups: strength group (GF:  $n = 11$ ); combined group on alternate days (GCDA:  $n = 11$ ); combined group on the same day (GCMD:  $n = 11$ ). The training period was 12 weeks with a frequency of twice (GF and GCMD) or four times (GCDA) per week. The neuromuscular parameters were the maximal dynamic strength of the knee extensors (1RM), endurance muscle (EM) of knee extensors (at 60% of 1RM pre training), maximal isometric force (MIF) of the right knee extensors, rate of force development (RDF) of right knee extensors, maximal muscle activation of rectus femoris (RF), vastus lateralis (VL) and vastus medialis (VM) and neuromuscular economy (muscle activation at 50% of MIF) of RF, VL and VM. In addition, we evaluated cardiorespiratory parameters as well the peak oxygen uptake ( $VO_{2peak}$ ), ventilatory thresholds ( $VT_1$  and  $VT_2$ ), maximum aerobic workload ( $W_{max}$ ) and workload at  $VT_1$  ( $W_{VT1}$ ) and  $VT_2$  ( $W_{VT2}$ ). Moreover,  $VT_1$ ,  $VT_2$ ,  $W_{VT1}$  and  $W_{VT2}$  were normalized by the  $VO_{2peak}$  and  $W_{max}$  (% $VT_1$ , % $VT_2$ , % $W_{VT1}$  and % $W_{VT2}$ ). Finally, functional parameters were 30-s chair stand test, 8-foot up and go test and Sitting-Rising Test (SRT). For statistical analysis used Generalized Estimating Equations (GEE), with post hoc Bonferroni test. The significance level was  $\alpha = 0.05$  (SPSS 20.0). After training, there was a significant improvement in 1RM, EM, MIF, muscle activation (RF, VL and VM) and neuromuscular economy (RF, VL) in all groups ( $p < 0.05$ ), with no difference between them ( $p > 0.05$ ). However, there were no modifications after training in RDF and neuromuscular economy (VM) for all groups ( $p > 0.05$ ). For the cardiorespiratory parameters, there were increases in  $VO_{2peak}$ ,  $VT_1$  and  $VT_2$  in all groups ( $p < 0.05$ ), with no difference between them ( $p > 0.05$ ). But there were no modifications in the % $VT_1$ , % $VT_2$ ,  $W_{VT1}$ ,  $W_{VT2}$ , % $W_{VT1}$ , % $W_{VT2}$  and  $W_{max}$  ( $p > 0.05$ ). Finally, there were increases for all groups ( $p < 0.05$ ) in all functional parameters, with no differences between

groups ( $p>0,05$ ). We conclude that both the combined training conducted on alternate days as combined training held on the same day, provide neuromuscular and functional gains similar to those of isolated strength training.

**Keywords:** Combined training, aging, strength training, strength muscle, functional capacity

FEDERAL UNIVERSITY OF RIO GRANDE DO SUL

POST-GRADUATION PROGRAM ON HUMAN MOVEMENT SCIENCES

Author: Matheus de Oliveira Conceição

Advisor: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruel

Title: Effects of two joint training programs with the same volume and different weekly frequency on cardiorespiratory, neuromuscular and functional adaptations in older men.

## LISTA DE SIGLAS, ABREVEATURAS E SÍMBOLOS

1RM	Uma repetição máxima
8-ft	<i>8 foot up and go test</i>
%	Percentual
%V <sub>LV1</sub>	Consumo de oxigênio no primeiro limiar ventilatório em percentual do consumo de oxigênio pico
%V <sub>LV2</sub>	Consumo de oxigênio no segundo limiar ventilatório em percentual do consumo de oxigênio pico
%W <sub>LV1</sub>	Carga no primeiro limiar ventilatório em percentual da carga máxima
%W <sub>LV2</sub>	Carga no segundo limiar ventilatório em percentual da carga máxima
%1RM	Percentual de uma repetição máxima
°	Graus
bpm	Batimentos por minuto
cm	Centímetros
CVM	Contração voluntária isométrica máxima
DP	Desvio padrão
EMG	Eletromiografia
FC	Frequência cardíaca
FC <sub>LV2</sub>	Frequência cardíaca no segundo limiar ventilatório
g	Gramas
GCDA	Grupo combinado dias alternados
GCMD	Grupo combinado mesmo dia
GF	Grupo força
Hz	Hertz
Kcal	Quilocalorias
kg	Quilogramas
l	Litros
LV1	Primeiro limiar ventilatório
LV2	Segundo limiar ventilatório
m	Metros
mm	Milímetros

mmHg	Milímetros de mercúrio
ml	Mililitros
mV	Milivolts
ms	Milissegundos
RER	Coeficiente de troca respiratória
RF	Músculo reto femoral
RMS	<i>Root Mean Square</i>
TSL	Teste de sentar e levantar
rpm	Rotações por minuto
RER	Taxa de troca respiratória
s	Segundos
sem	Semanas
TA	Treinamento aeróbio
TC	Treinamento combinado
TF	Treinamento de força
VCO <sub>2</sub>	Produção de gás carbônico
VE	Ventilação
VL	Músculo vasto lateral
V <sub>LV1</sub>	Consumo de oxigênio no primeiro limiar ventilatório
V <sub>LV2</sub>	Consumo de oxigênio no segundo limiar ventilatório
VM	Músculo vasto medial
VO <sub>2</sub>	Consumo de oxigênio
VO <sub>2max</sub>	Consumo máximo de oxigênio
VO <sub>2pico</sub>	Consumo de oxigênio de pico
W	Watts
W <sub>LV1</sub>	Carga no primeiro limiar ventilatório
W <sub>LV2</sub>	Carga no segundo limiar ventilatório
W <sub>max</sub>	Carga máxima

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Lista de estudos – Efeitos do treinamento combinado realizado em dias alternados e do treinamento de força isolado sobre parâmetros neuromusculares e cardiorrespiratórios de homens idosos	24
Quadro 2	Lista de estudos – Efeitos do treinamento combinado realizado no mesmo dia e do treinamento de força isolado sobre parâmetros neuromusculares e cardiorrespiratórios de homens idosos	26
Quadro 3	Cronograma do treinamento e avaliações	48
Quadro 4	Periodização do treinamento de força	49
Quadro 5	Periodização do treinamento aeróbio	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Caracterização da amostra no pré treinamento	66
Tabela 2	Variáveis do período controle	67
Tabela 3	Força dinâmica máxima nos momentos pré, 6 semanas e pós treinamento	70
Tabela 4	Variáveis neuromusculares pré e pós treinamento	72
Tabela 5	Variáveis funcionais pré e pós treinamento	75
Tabela 6	Variáveis cardiorrespiratórias pré e pós treinamento	77

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Incrementos na força máxima com o treinamento combinado realizado em dias alternados, no mesmo dia e do treinamento de força isolado	32
Figura 2	Incrementos na potência muscular com o treinamento combinado realizado em dias alternados, no mesmo dia e do treinamento de força isolado	34
Figura 3	Incrementos na hipertrofia muscular com o treinamento combinado realizado em dias alternados, no mesmo dia e do treinamento de força isolado	38
Figura 4	Desenho da alocação dos sujeitos nos grupos de treinamento	43
Figura 5	Fluxograma do delineamento experimental	47
Figura 6	Exercícios realizados durante o treinamento de força	50
Figura 7	Treinamento aeróbio realizado em ciclo ergômetro	52
Figura 8	Fluxo dos participantes ao longo do estudo	65
Figura 9	Limite de concordância superior e inferior para o teste de 1RM do período controle	67
Figura 10	Limite de concordância superior e inferior para o $VO_{2\text{pico}}$ do período controle	68
Figura 11	Limite de concordância superior e inferior para o teste <i>8 foot up and go test</i> do período controle	68

Figura 12	Limite de concordância superior e inferior para o teste de levantar e sentar 30s do período controle	69
Figura 13	Carga de treinamento relativa aos valores de 1RM pré treinamento para cada mesociclo no exercício de extensão de joelhos	70
Figura 14	Percentual de aumento de 1RM no exercício de extensão de joelhos bilateral em seis e doze semanas	71
Figura 15	Delta percentual na economia neuromuscular do músculo reto femoral após o período de treinamento	74
Figura 16	Força isométrica máxima nos momentos pré e pós treinamento	110
Figura 17	Força de resistência nos momentos pré e pós treinamento	111
Figura 18	Ativação muscular máxima nos momentos pré e pós treinamento	112
Figura 19	Economia neuromuscular nos momentos pré e pós treinamento	113
Figura 20	Tempo no <i>8-foot up and go test</i> nos momentos pré e pós treinamento	114
Figura 21	Repetições no teste de levantar e sentar 30s nos momentos pré e pós treinamento	115
Figura 22	Consumo de oxigênio de pico nos momentos pré e pós treinamento	116

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	17
1.1 OBJETIVOS .....	19
1.1.2 Objetivo Geral .....	19
1.1.3 Objetivos Específicos .....	19
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	21
2.1. O treinamento combinado e o efeito de interferência.....	21
2.2 Efeitos do treinamento combinado realizado em dias alternados, realizado no mesmo dia e do treinamento de força isolado sobre parâmetros neuromusculares e cardiorrespiratórios de homens idosos .....	24
2.2.1 Efeitos na força muscular máxima dinâmica e isométrica .....	30
2.2.2 Efeitos na potência muscular.....	33
2.2.3 Efeitos na ativação muscular .....	35
2.2.4 Efeitos na hipertrofia muscular .....	37
2.2.5 Efeitos na capacidade cardiorrespiratória .....	39
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	43
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO .....	43
3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA .....	43
3.2.1 População .....	43
3.2.2 Amostra .....	43
3.3 VARIÁVEIS .....	45
3.3.1 Caracterização da Amostra .....	45
3.3.2 Variáveis Independentes .....	45
3.3.3 Variáveis Dependentes.....	45
3.3.4 Variáveis Intervenientes .....	46
3.4 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS .....	47
3.5 TRATAMENTO DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES .....	49
3.5.1 Treinamento de força (TF).....	50
3.5.2 Treinamento aeróbio (TA).....	52
3.5.3 Treinamento Combinado (TC) .....	53
3.6 INSTRUMENTOS DE MEDIDA, PROTOCOLOS DE TESTE E TRATAMENTO DOS DADOS.....	53
3.6.1 Composição corporal.....	54
3.6.1.1 Instrumentos.....	54
3.6.1.2 Protocolo .....	54
3.6.1.3 Tratamento dos dados.....	54
3.6.2 Força muscular dinâmica máxima (1RM).....	55
3.6.2.1 Instrumentos.....	55
3.6.2.2 Protocolo .....	55
3.6.3 Força de resistência muscular localizada (RML).....	55
3.6.3.1 Instrumentos.....	55
3.6.3.2 Protocolo .....	56
3.6.4 Força isométrica máxima e taxa máxima de produção de força .....	56
3.6.4.1 Instrumentos.....	56
3.6.4.2 Protocolo .....	56
3.6.4.3 Tratamento dos dados.....	57
3.6.5 Ativação muscular máxima.....	58
3.6.5.1 Instrumentos.....	58

3.5.5.2 Protocolo .....	58
3.5.5.3 Tratamento dos dados.....	59
3.6.6 Economia Neuromuscular .....	59
3.6.6.1 Instrumentos.....	59
3.6.6.2 Protocolo .....	60
3.6.6.2 Tratamento dos dados.....	60
3.6.7 Consumo de oxigênio de pico, limiares ventilatórios e carga máxima.....	60
3.6.7.1 Instrumentos.....	61
3.6.7.2 Protocolo .....	61
3.6.7.3 Tratamento do dados.....	62
3.6.8 Testes funcionais.....	63
3.6.8.1 Instrumentos.....	63
3.6.8.2 Protocolo .....	63
3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	65
4 RESULTADOS.....	66
4.1 FLUXO DOS PARTICIPANTES .....	66
4.2 NORMALIDADE E HOMOGENEIDADE DOS DADOS.....	67
4.3 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	67
4.4 FREQUÊNCIA DE TREINAMENTO .....	67
4.5 PERÍODO CONTROLE .....	68
4.7 CARGAS DE TREINAMENTO .....	70
4.8 VARIÁVEIS NEUROMUSCULARES.....	71
4.8.1 Força muscular dinâmica máxima (1RM).....	72
4.8.2 Força muscular isométria máxima, força de resistência muscular e taxa máxima de produção de força.....	73
4.8.3 Ativação muscular máxima.....	74
4.8.4 Economia neuromuscular .....	74
4.9 VARIÁVEIS FUNCIONAIS.....	75
4.9.1 <i>8 foot up and go test</i> (8-Ft) .....	76
4.9.2 Teste de levantar e sentar 30s .....	76
4.9.3 Teste de sentar e levantar do chão (TSL) .....	77
4.10 VARIÁVEIS CARDIORRESPIRATÓRIAS.....	76
4.10.1 Consumo de oxigênio de pico e consumo de oxigênio nos limiares ventilatórios.....	77
4.10.2 Carga máxima e carga nos limiares ventilatórios.....	78
5 DISCUSSÃO.....	80
6 CONCLUSÃO .....	93
7 APLICAÇÕES PRÁTICAS.....	92
REFERÊNCIAS.....	95
APÊNDICE .....	100

## 1 INTRODUÇÃO

Durante o processo de envelhecimento ocorrem alterações fisiológicas nos sistemas neuromuscular e cardiorrespiratório que resultam em um declínio da capacidade física (LINCH et al., 1999; FLEG et al., 2005). As alterações neuromusculares estão associadas a diminuição da massa muscular (FRONTERA et al., 2008) e à ativação da musculatura agonista, bem como a um aumento da ativação da musculatura antagonista (IZQUIERDO et al., 2003), enquanto o declínio da capacidade cardiorrespiratória é relacionado com uma redução do débito cardíaco e da diferença arteriovenosa do oxigênio (ASTRAND et al., 1973; IZQUIERDO et al., 2001). Além disso, um estilo de vida sedentário pode acentuar esse processo de perda e impactar na saúde do idoso, influenciando diretamente em sua funcionalidade e prejudicando a capacidade de realizar tarefas básicas do cotidiano. Nesse sentido, tem sido proposto que a adesão a um programa de exercício físico é a medida mais eficaz para minimizar esse declínio e prevenir possíveis disfunções, como a sarcopenia, por exemplo (LANG et al., 2010; VISVANATHAN e CHAPMAN 2010).

O treinamento combinado (TC) tem sido considerado uma medida de intervenção efetiva para a saúde, uma vez que proporciona simultaneamente ganhos cardiorrespiratórios e neuromusculares (CADORE et al., 2010), auxiliando na melhoria da capacidade funcional (WOOD et al., 2001; HOLVIALA et al., 2011). Entretanto, alguns estudos têm observado que indivíduos submetidos a um programa de TC podem apresentar ganhos neuromusculares inferiores quando comparados a indivíduos que realizam o treinamento de força (TF) isolado (HICKSON 1980). Esse fenômeno ficou conhecido na literatura como “efeito de interferência” e tem sido amplamente estudado no âmbito da saúde em idosos (KARAVIRTA et al., 2009, 2009b; SILLAMPÄÄ et al., 2008; CADORE et al., 2010).

Dessa forma, diversos autores têm proposto diferentes modelos de treinamento com objetivo de otimizar os ganhos neuromusculares e minimizar ou eliminar o efeito de interferência (WOOD et al., 2001; SILLAMPÄÄ et al., 2009; HOLVIALA et al., 2012; CADORE et al., 2012a). Esses estudos indicam que as adaptações neuromusculares decorrentes do TC estão associadas a variáveis que podem ser facilmente manipuladas em um programa de treinamento, como o

volume, a intensidade, a frequência semanal, a ordem de execução dos exercícios de força e aeróbio ou a realização dos mesmos em dias alternados.

Entre essas variáveis, a realização dos treinos de força e aeróbio em dias alternados é uma estratégia frequentemente utilizada em muitos programas de TC (DUDLEY & DJAMIL, 1985; SALE et al., 1990; SILLAMPÄÄ et al., 2009; HOLVIALA et al., 2011). De fato, esse tipo de treinamento tem se mostrado eficiente para a melhora do condicionamento físico de jovens e idosos (HÄKKINEN et al., 2003; SILLAMPÄÄ et al., 2009). A premissa desse tipo de estratégia é permitir uma melhor recuperação muscular (mínimo de 24h) entre os estímulos dos treinos de força e aeróbio, para permitir uma melhor qualidade durante o TF e potencializar os ganhos neuromusculares. No entanto, utilizando esse método, para realizar um treinamento combinado de duas vezes por semana, é necessário que o indivíduo compareça ao treinamento quatro vezes por semana, configurando uma alta frequência semanal.

Outra estratégia que vem sendo explorada é a realização do treinamento combinado na mesma sessão, com o treino de força precedendo o treino aeróbio (CADORE et al., 2012a, 2012b; CADORE & IZQUIERDO, 2012). Esses autores sugerem que se inicie a sessão pelo TF para evitar que uma fadiga muscular resultante do TA interfira na qualidade do TF. Dessa forma, os ganhos de força muscular podem ser otimizados e evitar a ocorrência do efeito de interferência. Além disso, com esse tipo de abordagem, a frequência semanal necessária pode ser menor, refletindo em uma economia de tempo. Em contrapartida, Chtara et al. (2005), investigando homens jovens, observaram que a realização do TF antes do TA pode gerar menores incrementos cardiorrespiratórios do que a ordem inversa. No entanto, o mesmo não foi observado em estudo com indivíduos idosos (CADORE et al., 2012a). Assim, mais investigações sobre os efeitos do TC sobre as adaptações cardiorrespiratórias poderiam ajudar a entender melhor essa questão.

De fato, dois estudos já realizaram a comparação do TC realizado em dias alternados com o TC realizado no mesmo dia. Sale et al. (1990), observaram que o TC realizado em dias alternados proporciona maiores ganhos neuromusculares do que o TC realizado no mesmo dia. Entretanto, o grupo que fez o TC no mesmo dia realizou o TA antes do TF em 50% das sessões ao longo da periodização. Nesse sentido, a ordem da execução dos exercícios pode ter contribuído para esses resultados. Ainda, Eklund et al. (2014) não observaram diferenças entre esses métodos quando o TF foi realizado antes do TA. No entanto, essas investigações

não compararam os efeitos desses modelos de TC com o TF isolado para confirmar se realmente houve o efeito de interferência. Ainda, não foi observada nenhuma diferença entre esses métodos nas adaptações cardiorrespiratórias, contrapondo dos achados de Chtara et al (2005). Além disso, esses estudos foram realizados com indivíduos jovens. Portanto, não sabemos quais os efeitos que o TC realizado em dias alternados ou realizado no mesmo dia terá sobre a capacidade física de indivíduos idosos.

Nesse sentido, considerando que o TF realizado antes do TA pode otimizar os ganhos neuromusculares, influenciar nos ganhos cardiorrespiratórios e que não encontramos estudos comparando a influência do TC realizado em dias alternados com o TC realizado no mesmo dia (com o TF precedendo o TA) em idosos, o presente projeto chegou ao seguinte problema: A realização do treinamento combinado em dias alternados ou no mesmo dia pode gerar diferenças nas adaptações neuromusculares, cardiorrespiratórias e funcionais em homens idosos?

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.2 Objetivo Geral**

O objetivo do estudo foi verificar os efeitos do treinamento combinado realizado em dias alternados, realizado no mesmo dia e do treinamento de força isolado nas adaptações neuromusculares, cardiorrespiratórias e funcionais em homens idosos.

### **1.1.3 Objetivos Específicos**

Comparar os efeitos de doze semanas de treinamento entre o treinamento combinado realizado em dias alternados, realizado no mesmo dia e do treinamento de força isolado nos parâmetros neuromusculares, cardiorrespiratórias e funcionais citados abaixo:

- Força muscular dinâmica máxima dos extensores dos joelhos
  - Essa variável foi avaliada no pré, em 6 semanas e no pós treinamento.
- Força de resistência muscular localizada dos extensores dos joelhos
- Força muscular isométrica máxima dos extensores do joelho direito
- Taxa máxima de produção de força dos extensores do joelho direito
- Ativação muscular isométrica máxima dos extensores do joelho direito
  - Músculo reto femoral
  - Músculo vasto lateral
  - Músculo vasto medial
- Economia neuromuscular dos extensores do joelho direito
  - Músculo reto femoral
  - Músculo vasto lateral
  - Músculo vasto medial
- Consumo de oxigênio de pico
- Consumo de oxigênio no primeiro limiar ventilatório
- Consumo de oxigênio no segundo limiar ventilatório
- Consumo de oxigênio no primeiro limiar ventilatório em percentual do consumo de oxigênio de pico
- Consumo de oxigênio no segundo limiar ventilatório em percentual do consumo de oxigênio de pico
- Carga máxima atingida no teste máximo
- Carga no primeiro limiar ventilatório
- Carga no segundo limiar ventilatório
- Carga no primeiro limiar ventilatório em percentual da carga máxima
- Carga no segundo limiar ventilatório em percentual da carga máxima
- Tempo no teste 8- foot *up and go*
- Repetições no teste de levantar e sentar 30s
- Pontuação no teste de sentar-levantar do chão

Comparar entre os três grupos (grupo treinamento combinado em dias alternados, grupo treinamento combinado no mesmo dia e grupo treinamento de força isolado) as cargas de treinamento para cada mesociclo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. O treinamento combinado e o efeito de interferência

Atualmente, o treinamento combinado (TC) tem sido caracterizado pela união do treinamento aeróbio (TA) com o treinamento de força (TF) (HICKSON, 1980; KRAEMER et al., 1995) e se destaca por promover uma melhora simultânea da capacidade cardiorrespiratória, da força e da potência muscular (HENNESY & WATSON, 1994; BELL et al., 2000). Os benefícios gerados pelo TC tornam esse método de treinamento uma importante ferramenta de intervenção em diferentes contextos (saúde e desempenho esportivo). Nesse sentido, os efeitos do TC têm sido amplamente estudados em jovens (SILVA et al., 2012), atletas (NUMMELA et al., 2006) e recentemente em indivíduos idosos (CADORE et al., 2010; HOLVIALA et al., 2010).

Em 1980, Robert Hickson publicou o primeiro estudo investigando os efeitos do TC (combinação entre o TF e o TA). O objetivo do estudo foi comparar as adaptações produzidas pelo TC com as adaptações produzidas pelo TF ou pelo TA isolados. Para responder essa questão, três grupos foram formados: um grupo que realizou somente o TF (GF); um grupo que realizou somente o TA (GA); e um grupo que realizou o TC (GC). O TF foi realizado 5 vezes por semana e contou com um alto volume semanal para membros inferiores. O TA foi realizado 6 vezes por semana, alternando um treinamento intervalado de alta intensidade em ciclo ergômetro com corrida contínua em intensidade moderada. O grupo GC realizou os dois programas de treinamento com 2 horas de intervalo entre sessões. Após 10 semanas de treinamento o autor observou que os grupos GA e GC melhoraram a capacidade aeróbia em igual proporção (27% e 19%  $VO_{2max}$ , respectivamente), enquanto o grupo GF não obteve tal benefício. Em contrapartida, o grupo GF obteve um maior aumento da força muscular que o grupo GC (45% contra 25%, respectivamente). Já o grupo GA não apresentou melhoras para esse parâmetro. Esses achados indicam que para os ganhos cardiorrespiratórios o TC parece promover os mesmos ganhos que um TA isolado, no entanto, os ganhos de força podem ser comprometidos quando comparados a um programa de TF isolado. Hickson afirmou, então, que houve uma interferência nos ganhos de força quando se

realiza o TC. Sendo assim, esse fenômeno ficou conhecido como “efeito de interferência”.

Os achados de Hickson (1980) suportaram justificativas para diversas pesquisas sobre os efeitos do TC nas adaptações cardiorrespiratórias e neuromusculares em diversas populações (DUDLEY & DJAMIL, 1985; HENNESSY & WATSON, 1994; HÄKKINEN et al., 2003; HOLVIALA et al., 2010, 2011; CADORE et al., 2010, 2012a). Recentemente, o TC tem se destacado como uma medida de intervenção de suma importância para indivíduos idosos. Nesse sentido, esse tipo de treinamento vem sendo investigado nessa população (IZQUIERDO et al., 2001; SILLAMPÄÄ et al., 2008; HOLVIALA et al., 2010). Cadore et al. (2010) avaliaram os efeitos do TC sobre os parâmetros neuromusculares e cardiorrespiratórios de idosos, deparando-se com resultados semelhantes aos observados por Hickson (1980) (efeito de interferência na força muscular). Nesse estudo, os autores observaram que os idosos que realizaram apenas o TF apresentaram um maior aumento na força máxima do que os idosos que realizaram o TC (61% contra 41%, respectivamente). No entanto, existem estudos que não observaram interferência nos ganhos neuromusculares em indivíduos idosos (SILLAMPÄÄ et al., 2008; HOLVIALA et al., 2010). Esses resultados controversos podem estar associados a diferenças na manipulação de algumas variáveis do TC.

O efeito de interferência é um fenômeno complexo que parece estar relacionado com uma série de variáveis do treinamento. Em um artigo de revisão, Leveritt et al. (1999) chamam a atenção para algumas dessas variáveis e apresentaram hipóteses que poderiam explicar esse fenômeno. A primeira hipótese afirma que as adaptações decorrentes do TF são antagônicas às promovidas pelo TA e, nesse sentido, poderiam concorrer entre elas; a segunda hipótese relaciona o efeito de interferência ao volume e intensidade do TA e TF realizados em um mesmo programa, gerando um estado de *overtraining*; e a terceira hipótese, atribui o fenômeno à ordem de treinamento da sessão, ou seja, o TA realizado antes do TF em uma mesma sessão de exercícios pode gerar uma fadiga residual que prejudica a qualidade do TF.

Nesse sentido, diversas pesquisas (DUDLEY & DJAMIL, 1985; SALE et al., 1990; HENNESSY & WATSON, 1994; HÄKKINEN et al., 2003; HOLVIALA et al., 2010, 2011; CADORE et al., 2010, 2012a) tentam encontrar alternativas que possam minimizar ou anular o efeito de interferência. Mais especificamente, essas pesquisas

manipulam diversas variáveis do treinamento as quais estão relacionadas com a segunda e com a terceira hipótese descritas anteriormente.

Uma variável frequentemente manipulada em programas de TC é a realização do treinamento em dias alternados, ou seja, realizar as sessões de TF em um dia e as sessões de TA em outro dia. Essa estratégia é interessante por permitir uma melhor recuperação para cada tipo de treinamento (TF e TA). De fato, essa abordagem tem se demonstrado efetiva para a melhora da capacidade cardiorrespiratória, da força e da potência muscular de jovens (DUDLEY & DJAMIL, 1985) e idosos (KARAVIRTA et al., 2009). Além disso, esse tipo de abordagem parece contribuir para eliminar o efeito de interferência (SILLAMPÄÄ et al., 2008; KARAVIRTA et al., 2009; HOLVIALA et al., 2010).

Outra opção seria realizar o TC no mesmo dia (em uma mesma sessão). No entanto, quando se deseja realizar o treinamento combinado dessa forma, a ordem de execução do TF e do TA é uma variável muito importante a ser considerada. Estudos que observaram o efeito de interferência, atribuíram sua ocorrência à ordem de execução do treinamento. Os autores afirmam que o fato de o TA ter sido realizado antes do TF, pode ter gerado uma fadiga que prejudicou a qualidade do TF. Assim, os indivíduos treinaram com cargas menores do que poderiam se não estivessem fadigados, refletindo em menores ganhos na força muscular (CADORE et al., 2010,2012a). Nesse sentido, tem sido proposto que a execução do TF antes do TA pode evitar essa fadiga durante o TF e otimizar os ganhos neuromusculares (EKLUND et al., 2014)

A realização do TC em dias alternados ou no mesmo dia são abordagens que estão relacionadas com a terceira hipótese (ordem do treinamento) proposta por Leveritt et al. (1999). Contudo, mesmo adotando as estratégias citadas anteriormente, alguns estudos ainda observaram a ocorrência do efeito de interferência em algum parâmetro neuromuscular, bem como na força rápida (DUDLEY & DJAMIL, 1985; HÄKKINEN et al., 2003), na hipertrofia (KARAVIRTA et al., 2011a), em adaptações moleculares (AHTIANEM et al., 2009) e na força máxima (CADORE et al., 2012a,b). Nesse sentido, a manipulação de outras variáveis como o volume, a intensidade e a frequência de treinamento também irão influenciar os ganhos neuromusculares. Além disso, é interessante salientar que, a escolha dessas estratégias influencia diretamente na frequência, volume e intensidade de treinamento. Por exemplo, quando se opta pela realização do TC no mesmo dia, é

possível executar esse treino até seis vezes por semana (HICKSON, 1980). Entretanto, as frequências mais utilizadas são duas ou três vezes por semana (CADORE et al., 2012a, FERRARI et al., 2013; CAMPOS et al., 2013). Já, quando se opta por realizar o TC em dias alternados, é possível realizar até três vezes por semana cada treino (TF e TA). No entanto, estudos que utilizaram o TC em dias alternados têm utilizado frequências de duas vezes por semana para cada treino (TA e TF) (HOLVIALA et al., 2010; KARAVIRTA et al., 2011a).

A presente revisão foi estruturada levando em consideração a estratégia adotada em cada estudo para o TC (realizado em dias alternados ou no mesmo dia). A seguir, serão descritos os efeitos desses modelos de treinamento sobre os parâmetros neuromusculares e cardiorrespiratórios em homens idosos.

## **2.2 Efeitos do treinamento combinado realizado em dias alternados, realizado no mesmo dia e do treinamento de força isolado sobre parâmetros neuromusculares e cardiorrespiratórios de homens idosos**

Nos últimos anos, os efeitos do TC sobre a capacidade física da população idosa vêm recebendo bastante atenção da comunidade científica (IZQUIERDO et al., 2004; SILLANPÄÄ et al., 2008; AHTIAINEN et al., 2009; HOLVIALA et al., 2010). Assim, as informações nessa área do conhecimento aumentam consideravelmente a cada ano.

A realização do TC em dias alternados tem sido bastante utilizada em estudos que avaliaram os efeitos desse tipo de intervenção sobre diversos parâmetros da capacidade física de homens idosos (IZQUIERDO et al., 2004; SILLANPÄÄ et al., 2008; AHTIAINEN et al., 2009; HOLVIALA et al., 2010). Esses estudos apresentam períodos de treinamento de 16 a 21 semanas com frequência de duas vezes por semana (IZQUIERDO et al., 2004; SILLANPÄÄ et al., 2008; AHTIAINEN et al., 2009; HOLVIALA et al., 2010). A seguir, apresentamos os estudos que investigaram os efeitos do TF e do TC realizado em dias alternados sobre a capacidade física de indivíduos idosos (Quadro 1).

Quadro 1: Efeitos do treinamento combinado realizado em dias alternados e do treinamento de força sobre parâmetros neuromusculares e cardiorrespiratórios em homens idosos.

<b>Autores</b>	<b>Período/ Frequência</b>	<b>Treinamento</b>	<b>Principais resultados</b>
Izquierdo et al., 2004	16 sem; 2xsem;	TF: M <sub>1</sub> ) 3-4x10-15rep (50-70%1RM); M <sub>2</sub> ) 3-5 x 5-6rep (70-80%1RM);20% do volume total de treino para potência (30-50%1RM) TA: 30-40min(cargas 2,3,4mmol.L <sup>-1</sup> )(ciclo ergômetro) TC: TF + TA (1xsem cada)	GF: ↑AST(11%)*; ↑1RM(41%)*; ↑POT (37%)*; W <sub>max</sub> (10%)*  GC: ↑AST(11%)*; ↑1RM(38%)*; ↑POT (38%)*; W <sub>max</sub> (18%)*  Sem diferenças entre GF e GC.
Sillanpää et al., 2008	21sem; 2xsem	TF:séries múltiplas (40-90%1RM) TA: 30-90min (acima, abaixo e entre LV <sub>1</sub> e LV <sub>2</sub> ) (ciclo ergômetro) TC: TF + TA	GF: ↑1RM (22%)*; ↑ESP (12%)*  GC: ↑RM (23%)*; ↑ESP (10%)* ↑VO <sub>2max</sub> (11%)*  Sem diferenças no 1RM e na ESP, mas para o VO <sub>2max</sub> oGC > GF
Ahtiainen et al., 2009	21 sem; 2xsem	TF:M <sub>1</sub> ) 3x 15-30rep (40-60%1RM); M <sub>2</sub> ) 3x 6-12rep (60-80%1RM); M <sub>3</sub> ) 3x 5-8rep (70-90%1RM) TA: 30-90min (acima, abaixo e entre LV <sub>1</sub> e LV <sub>2</sub> ) (ciclo ergômetro) TC: TF + TA	GF: ↑1RM(21%)*; ↑CVM (17%)*; ↑ESP (14%)*; ↑W <sub>max</sub> (5%)*;  GC: ↑1RM(25%)*; ↑CVM (22%)*; ↑ESP (14%)*;↑VO <sub>2pico</sub> (7%); ↑W <sub>max</sub> (10%)*; ↑VO <sub>2max</sub> (7%)  Sem diferenças entre GF e GC.
Karavirta et al., 2009	21 sem; 2xsem	TF: M <sub>1</sub> ) 3x 15-30rep (40-60%1RM); M <sub>2</sub> ) 3x 6-12rep (60-80%1RM); M <sub>3</sub> ) 3x 5-8rep (70-85%1RM) TA: 30-90min (acima, abaixo e entre LV <sub>1</sub> e LV <sub>2</sub> ) (ciclo ergômetro) TC: TF + TA	GF: ↑1RM(21%)*;  CC: ↑1RM(22%)*; ↑VO <sub>2pico</sub> (10%)*;  Sem diferenças entre GF e GC para 1RM.
Holviola et al., 2010	21 sem; 2xsem	TF: M <sub>1</sub> ) 3x 12-20rep (40-60%1RM); M <sub>2</sub> ) 4x 5-12rep (40-80%1RM); M <sub>3</sub> ) 3x 5-8rep (50-85%1RM) TA: 30-90min (acima, abaixo e entre LV <sub>1</sub> e LV <sub>2</sub> ) (ciclo ergômetro) TC: TF + TA	GF: ↑1RM(20%)*; ↑CVM (10%)*; ↑EMG <sub>CVM-VM</sub> (31%)*  CC: ↑1RM(21%)*; ↑CVM (13%)*; ↑EMG <sub>1RM-VM</sub> (31%)*; ↑VO <sub>2pico</sub> (9%)*  Sem diferenças entre GF e GC para 1RM e CVM.
Sillapää et al., 2010	21 sem; 2xsem	TF: M <sub>1</sub> ) 3x 15-20rep (40-60%1RM); M <sub>2</sub> ) 3-4x 10-12rep (60-80%1RM); M <sub>3</sub> ) 3-4x 6-8rep (70-90%1RM)	GF: ↑ CVM(7%)*; ↑W <sub>max</sub> (8%)*  GC: ↑ CVM(11%)*; ↑W <sub>max</sub> (17%)*

		TA: 30-90min (acima, abaixo e entre LV <sub>1</sub> e LV <sub>2</sub> ) (ciclo ergômetro) TC: TF + TA	Sem diferenças entre GF e GC.
Karavirta et al., 2011a	21sem; 2xsem	TF: M <sub>1</sub> ) 3x 12-20rep (40-60% 1RM); M <sub>2</sub> ) 2-4x 5-12rep (60-80%1RM); M <sub>3</sub> ) 2-4x 5-8rep (70-80%1RM); 20% volume de treino ênfase para potência: 5-8rep (40-50%1RM) TA: 30-90min (acima, abaixo e entre LV <sub>1</sub> e LV <sub>2</sub> ) (ciclo ergômetro) TC: TF + TA	GF: ↑1RM(21%)*; ↑CVM (14%)*; ↑POT (16%); ↑EMG <sub>VM</sub> (41%)*; ↑AST <sub>tipoll</sub> (16%)  GC: ↑1RM(22%)*;↑CVM (20%)*; ↑POT (16%); ↑EMG <sub>VM</sub> (18%)*; ↑VO <sub>2pico</sub> (10%)*; ↑W <sub>max</sub> (13%)*  Sem diferenças entre GF e GC para 1RM, POT, EMG, AST.
Holviola et al., 2012	21 sem; 2xsem	TF:séries múltiplas (40-85%1RM) TA: 30-90min (acima, abaixo e entre LV <sub>1</sub> e LV <sub>2</sub> ) (ciclo ergômetro) TC: TF + TA	GF: ↑1RM (21%)*; ↑POT (7%)*; ↑EMG <sub>1RM-VL</sub> (24%)*; ↑EMG <sub>1RM-VM</sub> (20%)*  GC: ↑1RM (22%)*; ↑POT (10%)*; ↑EMG <sub>1RM-VL</sub> (16%)*; ↑EMG <sub>1RM-VM</sub> (20%)*; ↑VO <sub>2pico</sub> (10%)*;  Sem diferenças entre GF e GC para 1RM, POT, EMG.

\*: diferença estatística significativa do pré para o pós treinamento; xsem: vezes por semana; min: minutos; M<sub>1,2,3,4,5</sub>: mesociclo 1,2,3,4,5; 2x ou 3x: duas ou três séries; 1RM: uma repetição máxima; RM: repetições máximas; 5RM: cinco repetições máximas; TF: treinamento de força; TA: treinamento aeróbio; TC: treinamento combinado; GF: grupo treinamento de força; GC: grupo treinamento combinado; >: maior; ↑: aumento; POT: potência muscular; ESP: espessura muscular; CVM: força isométrica máxima; ECO: economia neuromuscular; VL: vasto lateral; VM: vasto medial; RF: reto femoral; QM: qualidade muscular; EMG: ativação muscular máxima; LV<sub>1,2</sub>: primeiro e segundo limiar ventilatório; FC<sub>LV2</sub>: frequência cardíaca no LV<sub>2</sub>; FC<sub>max</sub>: frequência cardíaca máxima; VO<sub>2pico</sub>: consumo de oxigênio de pico; V<sub>LV2</sub>: consumo de oxigênio no LV<sub>2</sub>; TE: tempo de exaustão; W<sub>max</sub>: carga máxima; W<sub>LV1,LV2</sub>: carga nos limiares ventilatórios LV<sub>1</sub> e LV<sub>2</sub>.

Por outro lado, a realização do TC no mesmo dia também tem sido uma estratégia bastante explorada em indivíduos idosos (WOOD et al., 2001; CADORE et al., 2010; FERRARI et al., 2013; WILHELM et al., 2014). Esses estudos apresentam períodos de treinamento de 10 a 16 semanas com frequência de 2 a 3 vezes por semana. A seguir, apresentamos os estudos que investigaram os efeitos do TF e do TC realizado no mesmo dia sobre a capacidade física de indivíduos idosos (Quadro 2).

Quadro 2: Efeitos do treinamento combinado realizado no mesmo dia e do treinamento de força sobre parâmetros neuromusculares e cardiorrespiratórios em homens idosos.

<b>Autores</b>	<b>Período/ Frequência</b>	<b>Treinamento</b>	<b>Principais resultados</b>
Wood et al., 2001	12 sem; 2xsem	TF: 1x12-15rep (75% 5RM) + 1x 8-12RM  TA: 21-45min (60-70%FC <sub>max</sub> ) (corrida e ciclo ergômetro)  TC: 1x 8-12RM + 30min de TA	GF: ↑5RM(44%)*;  GC: ↑5RM(38%)*  Sem diferenças entre GF e GC.
Cadore et al., 2010	12 sem; 3xsem	TF: M <sub>1</sub> ) 2x 18-20RM; M <sub>2</sub> ) 2x15-17RM; M <sub>3</sub> ) 2x12-14RM; M <sub>4</sub> ) 3x 8-10RM; M <sub>5</sub> ) 3x6-8RM  TA: 80-100% FC <sub>LV2</sub> (ciclo ergômetro)  TC: TA + TF (nessa ordem)	GF: ↑1RM (67%)*; ↑CVM (13%)*; ↑EMG <sub>VL</sub> (32%)*; ↓ECO <sub>VL40,60,80%</sub> (-19%,-20%,-23%, resp.)*; ↓ECO <sub>RF60,80%</sub> (-23%,-20%,resp.)*; ↑VO <sub>2pico</sub> (5%)  GC: ↑1RM(41%)*; ↑VO <sub>2pico</sub> (22%)*  1RM: GF > GC VO <sub>2pico</sub> : GC > GF
Libardiet al., 2011	16 sem; 3xsem	TF: M <sub>1</sub> ) 8 sem: 3x10RM; M <sub>2</sub> )8sem: 3x8RM  TA: 30min (50-85% VO <sub>2max</sub> ) (caminhada ou corrida)  TC: TF + TA	GF: ↑1RM(21%)*; ↑VO <sub>2pico</sub> (8%)  GC: ↑1RM(21%)*; ↑VO <sub>2pico</sub> (15%)* Sem diferenças entre GF e GC para 1RM.
Cadore et al., 2012a	12 sem; 3xsem	TF: M <sub>1</sub> ) 2x 18-20RM; M <sub>2</sub> ) 2x15-17RM; M <sub>3</sub> ) 2x12-14RM; M <sub>4</sub> ) 3x 8-10RM; M <sub>5</sub> ) 3x6-8RM  TA: 80-100% FC <sub>LV2</sub> (ciclo ergômetro)  TC: TA + TF ou TF + TA	GCFA: ↑1RM(35%)*; ↑QM(27%)*; ↑ESP <sub>QF</sub> (9%)*; ↑VO <sub>2pico</sub> (8%)*; ↑W <sub>max</sub> (19%)*; ↑W <sub>LV1,LV2</sub> (27%,21%)*  GCAF: ↑1RM(22%)*; ↑QM(10%)*; ↑ESP <sub>QF</sub> (9%)*; ↑VO <sub>2pico</sub> (10%)*; ↑W <sub>max</sub> (24%)*; ↑W <sub>LV2</sub> (22%)*  1RM, QM: GCFA> GCAF
Cadore et al., 2012b	12 sem; 3xsem	TF: M <sub>1</sub> ) 2x 18-20RM; M <sub>2</sub> ) 2x15-17RM; M <sub>3</sub> ) 2x12-14RM; M <sub>4</sub> ) 3x 8-10RM; M <sub>5</sub> ) 3x6-8RM  TA: 80-100% FC <sub>LV2</sub> (ciclo ergômetro)  TC: TA + TF ou TF +TA	GCFA: ↑1RM(35%)*; ↑ESP <sub>QF</sub> (9%)*; ↓ECO <sub>VL50%</sub> (-17%); ↓ECO <sub>RF50%</sub> (-23%)  GCAF: ↑1RM(22%)*; ↑ESP <sub>QF</sub> (9%)*; ↓ECO <sub>VL50%</sub> (-12%)*;

Libardiet al., 2012	16 sem; 3xsem	TF: M <sub>1</sub> ) 8 sem: 3x10RM; M <sub>2</sub> )8sem: 3x8RM  TA: 30min (50-85% VO <sub>2max</sub> ) (caminhada ou corrida)  TC: TF + TA	GF: ↑1RM(38%)*; ↑VO <sub>2pico</sub> (7%)  GC: ↑1RM(30%)*; ↑VO <sub>2pico</sub> (21%)*  Sem diferenças entre GF e GC para 1RM.
Ferrari et al., 2013	10 sem; 2 ou 3xsem	TF: M <sub>1</sub> ) 3 sem: 3x10-12RM; M <sub>2</sub> ) 3x 8-10RM; M <sub>3</sub> ) 3x 6-8RM  TA: 30min (85-95% FC <sub>LV2</sub> )  TC: TF + TA (GC2: 2xsem e GC3: 3xsem)	GC2: ↑1RM(22%)*; ↑ESP <sub>VL</sub> (5%)*; ↑VO <sub>2pico</sub> (22%)*; ↑V <sub>LV1</sub> (18%)*; ↑V <sub>LV2</sub> (14%)*  GC3: ↑1RM(20%)*; ↑ESP <sub>VL</sub> (6%)*; ↑VO <sub>2pico</sub> (14%)*; ↑V <sub>LV1</sub> (6%)*; ↑V <sub>LV2</sub> (5%)*; ↑W <sub>max</sub> (13%)*  Sem diferenças entre GC2 e GC3 para todas as variáveis. Exceto W <sub>max</sub> .
Wilhelm et al., 2014	12 sem; 2xsem	TF: M <sub>1</sub> ) 2x 15-18RM; M <sub>2</sub> ) 2x12- 15RM; M <sub>3</sub> ) 3x10-12RM; M <sub>4</sub> ) 3x 8-10RM.  TA:20-40min (85-95% FC <sub>LV2</sub> ) (ciclo ergômetro)  TC: TA + TF ou TF + TA	GCAF: ↑1RM(16%)*; ↑POT(23%)*; ↑LS (15%)*; ↑QM (8%)* ↑EMG <sub>VL</sub> (21%)*; ↑VO <sub>2pico</sub> (7%); ↑V <sub>LV2</sub> (8%); ↑TE (10%)*  GCFA: ↑1RM (14%)*; ↑POT (22%)*; ↑LS (13%)*; ↑EMG <sub>VL</sub> (23%)*; ↑QM (8%)* ↑VO <sub>2pico</sub> (9%); ↑V <sub>LV2</sub> (7%); ↑TE (9%)*  Sem diferenças entre GCAF e GCFA para todas variáveis.

\*: diferença estatística significativa do pré para o pós treinamento; xsem: vezes por semana; min: minutos; M<sub>1,2,3,4,5</sub>: mesociclo 1,2,3,4,5; 2x ou 3x: duas ou três séries; 1RM: uma repetição máxima; RM: repetições máximas; 5RM: cinco repetições máximas; TF: treinamento de força; TA: treinamento aeróbio; TC: treinamento combinado; GF: grupo treinamento de força; GC: grupo treinamento combinado; GCAF: grupo treinamento combinado com ordem aeróbio força; GCFA: grupo treinamento combinado com ordem força aeróbio; GC2: grupo treinamento combinado com frequência semanal de duas vezes por semana; GC3: grupo treinamento combinado com frequência semanal de três vezes por semana; >: maior; ↑: aumento; POT: potência muscular; ESP: espessura muscular; CVM: força isométrica máxima; ECO: economia neuromuscular; VL: vasto lateral; VM: vasto medial; RF: reto femoral; QF: quadríceps femoral; QM: qualidade muscular; EMG: ativação muscular máxima; LV<sub>1,2</sub>: primeiro e segundo limiar ventilatório; FC<sub>LV2</sub>: frequência cardíaca no LV<sub>2</sub>; FC<sub>max</sub>: frequência cardíaca máxima; VO<sub>2pico</sub>: consumo de oxigênio de pico; V<sub>LV1, LV2</sub>: consumo de oxigênio no LV<sub>1</sub> e LV<sub>2</sub>; TE: tempo de exaustão; W<sub>max</sub>: carga máxima; W<sub>LV1, LV2</sub>: carga nos limiares ventilatórios LV<sub>1</sub> e LV<sub>2</sub>

De fato, dois estudos já comparam diretamente os efeitos do TC realizado em dias alternados com o TC realizado no mesmo dia (SALE et al., 1990; EKLUND et al., 2014). No entanto, esses estudos foram realizados com indivíduos jovens. Sale et al. (1990) observaram que o grupo que realizou o TC em dias alternados obteve maior aumento na força de 1RM no exercício de *leg press* do que o grupo que realizou o TC no mesmo dia (25% contra 13%, respectivamente). Os autores sugeriram que esse menor aumento do grupo que realizou o TC no mesmo dia ocorreu pelo TA ter sido realizado antes do TF em 50% das sessões de treinamento.

Nesse sentido, Eklund et al. (2014) compararam os efeitos do TC realizado em dias alternados com o TC realizado no mesmo dia com diferentes ordens (TA antes do TF ou TF antes do TA). Os autores não observaram diferenças entre os três grupos para a força máxima dinâmica (1RM) e isométrica no exercício de *leg press*, na área de secção transversa do músculo vasto lateral e na carga máxima atingida no teste incremental em ciclo ergômetro. Contudo, foi observado que o grupo que realizou o TC no mesmo dia, iniciando a sessão com o TA, foi o único a não obter melhora na ativação muscular. Assim, os autores sugerem que possa ter ocorrido uma interferência neural nesse grupo.

Embora dois estudos (SALE et al., 1990; EKLUND et al., 2014) já tenham comparado diretamente em jovens os efeitos do TC realizado em dias alternados com o TC realizado no mesmo dia, para nosso conhecimento, nenhum estudo realizou essa comparação em indivíduos idosos. Além disso, os estudos com indivíduos idosos normalmente optam ou pelo TC realizado em dias alternados ou pelo TC realizado no mesmo dia e os comparam com TF e TA isolados. Sendo assim, fica difícil determinar qual desses modelos proporciona melhores resultados para essa população.

Dessa forma, apresentaremos separadamente os efeitos dessas duas estratégias de TC (realizado em dias alternados ou no mesmo dia) e os efeitos do TF isolado sobre parâmetros neuromusculares e cardiovasculares de homens idosos.

## 2.2.1 Efeitos na força muscular máxima dinâmica e isométrica

### 2.2.1.1 Treinamento combinado realizado em dias alternados

O treinamento combinado realizado em dias alternados é uma estratégia eficiente para melhoria da força muscular máxima dinâmica e isométrica (KARAVIRTA et al., 2011a; HOLVIALA et al., 2012). Além disso, essa abordagem tem se mostrado eficaz para eliminar o efeito de interferência sobre esses parâmetros (IZQUIERDO et al., 2005; KARAVIRTA et al., 2009).

Izquierdo et al. (2004), compararam os efeitos do TC realizado em dias alternados com frequência de uma vez por semana com os efeitos do TF isolado com frequência de duas vezes por semana. Após 16 semanas de treinamento, o GC obteve 38% de aumento na força de 1RM no exercício de meio agachamento, enquanto que o GF obteve um aumento de 41%. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Esses achados demonstram que o TC realizado em dias alternados pode proporcionar ganhos de força semelhantes ao TF isolado. Além disso, esses resultados indicam que um treinamento com frequência de apenas uma vez por semana é suficiente para se obter melhoras na força dinâmica máxima de homens idosos.

Já, utilizando uma frequência semanal um pouco maior (2 vezes por semana), por um período de 21 semanas, Ahtiainen et al. (2009) observaram que não houve diferenças entre os ganhos na força de 1RM no exercício de *leg press* entre o GC (21%) e o GF (25%). O mesmo foi observado para a força isométrica máxima no exercício de *leg press* (22% e 17%, respectivamente), não diferindo entre os grupos.

Em estudo com o mesmo desenho experimental, Karavirta et al. (2009) observaram que os grupos GC e GF também apresentaram ganhos semelhantes para a força de 1RM no exercício de *leg press* (22% e 21%, respectivamente). Já em estudo oriundo do mesmo projeto e publicado posteriormente, Karavirta et al. (2011a) relataram ganhos semelhantes na força isométrica máxima e na força de 1RM (*leg press*) entre os grupos GC (20% e 23%) e GF (14% e 22%), respectivamente.

Ainda, com a mesma periodização de treinamento, Sillanpää et al. (2008) observaram aumentos de 22% e 23% para os grupos GF e GC, respectivamente (1RM no *leg press*). Posteriormente, Sillanpää et al. (2010) apresentaram resultados

de força isométrica máxima no exercício de extensão de joelhos, não havendo diferenças entre os grupos (GC:7%, GF:11%). Cabe ressaltar que esses estudos (Ahtiainen et al., 2009; Karavirta et al., 2011a; Sillanpää et al., 2008) parecem ser oriundos de um mesmo projeto, diferindo apenas quanto ao número de participantes envolvidos em cada estudo.

Em outro estudo, investigando os efeitos do TC em 21 semanas de treinamento, Holviala et al. (2010) observaram resultados parecidos aos relatados anteriormente: para a força de 1RM no exercício *leg press*, os grupos GF e GC apresentaram ganhos de 20% e 21%, respectivamente. Já para a força isométrica máxima no exercício de extensão de joelhos, os ganhos foram de 10% para o GF e 13% para o GC. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos.

Esses resultados indicam que o TC realizado em dias alternados é uma estratégia eficiente para a melhoria da força máxima dinâmica e isométrica, evitando o efeito de interferência. Basicamente, esses estudos utilizaram um treinamento de força com frequência de duas vezes por semana, com volumes de 2-3 séries por sessão, progredindo com cargas de 50% a 80% de 1RM e repetições reduzindo de 15 até 8. Contudo, em estudo de Izquierdo et al. (2004), resultados semelhantes foram observados com apenas uma sessão semanal (3-5 séries de 15-6 repetições a 50-80% de 1RM).

### **2.2.1.2 Treinamento combinado realizado no mesmo dia**

Em indivíduos idosos, o efeito de interferência sobre a força muscular foi observado quando o TC foi realizado no mesmo dia, com o TA precedendo o TF, em períodos de treinamento de 12 semanas, com frequência de três vezes por semana. Para nosso conhecimento, o estudo de Cadore et al. (2010) foi o primeiro a relatar o efeito de interferência sobre os ganhos neuromusculares de homens idosos. Nesse estudo, foi observado que o GF obteve maiores incrementos no 1RM do que o GC (67% contra 41%, respectivamente). Além disso, apenas o GF apresentou aumentos significativos na força isométrica máxima para os extensores do joelho (13%). Os autores justificaram os resultados pelo TA ter sido realizado antes do TF.

Em estudo mais recente, Cadore et al. (2012a) investigaram os efeitos da ordem de treinamento com objetivo de verificar se a execução do TA antes do TF poderia interferir nos ganhos neuromusculares. Nesse estudo, observou-se que o grupo treinamento combinado com ordem força aeróbio (GCFA) obteve maiores incrementos que o grupo treinamento combinado com ordem aeróbio força (GCAF) no 1RM (35% contra 22%) e na qualidade muscular (força por unidade de massa muscular) (27% contra 10%). No entanto, em estudo publicado no mesmo ano, Cadore et al. (2012b) observaram que ambos os grupos apresentaram incrementos para a força isométrica máxima sem ocorrer diferenças entre os mesmos.

Por outro lado, em estudos que utilizaram menor frequência semanal (uma ou duas vezes por semana), não se observou efeito de interferência. Wilhelm et al. (2014) não observaram diferenças nos ganhos neuromusculares entre os grupos GCFA e GCAF. Nesse estudo, os grupos GCFA e GCAF apresentaram ganhos similares para força de 1RM (14% e 16%, respectivamente) e para a qualidade muscular (8% para ambos).

Ainda, Wood et al. (2001) também não observaram diferenças na força de 1RM entre os grupos GF e GC (44% contra 38%, respectivamente). Uma questão interessante nesse estudo é que o grupo GC obteve ganhos similares ao GF, mesmo com um volume de TF inferior (uma vez por semana contra duas vezes por semana). Já Libardi et al. (2011), investigando homens de meia idade, também observaram ganhos similares entre os grupos GF e GC para a força de 1RM (21% para ambos).

Os resultados controversos observados nesses estudos parecem estar relacionados às periodizações de treinamento utilizadas. Esses achados indicam que uma maior frequência semanal (3 vezes por semana) pode contribuir para que ocorra o efeito de interferência. Além disso, os estudos que observaram efeito de interferência utilizaram um treinamento aeróbio mais intenso, chegando a intensidades de 100% da frequência cardíaca do segundo limiar ventilatório, por exemplo.

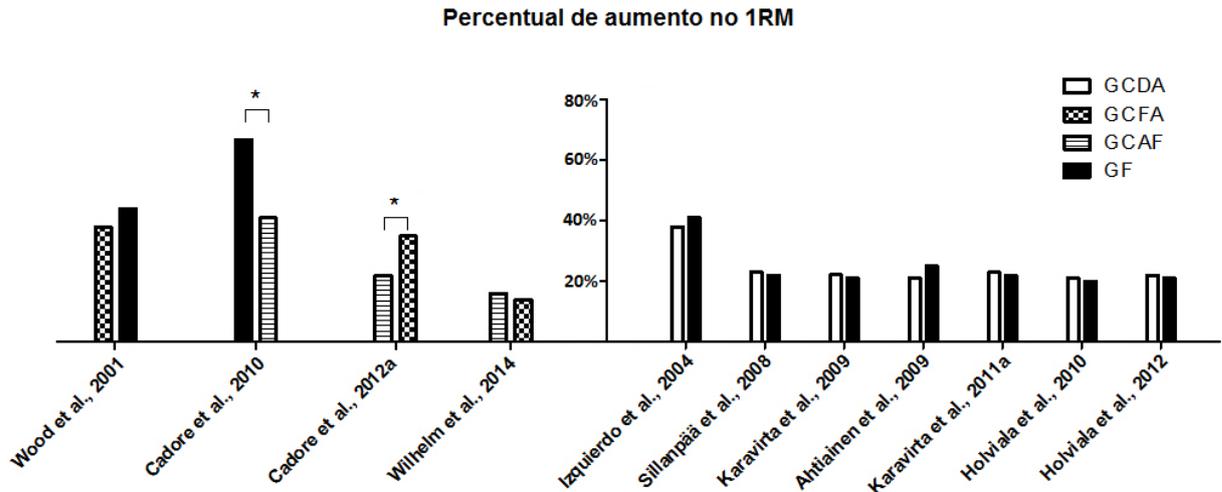


Figura 1: Incrementos na força dinâmica máxima (1RM) com o treinamento combinado realizado no mesmo dia (esquerda), o treinamento combinado realizado em dias alternados (direita), e com o treinamento de força isolado.\*: diferença estatisticamente significativa entre os grupos; GCDA: grupo treinamento combinado em dias alternados; GCFA: grupo treinamento combinado no mesmo dia com a ordem força aeróbio; GCAF: grupo treinamento combinado no mesmo dia com a ordem aeróbio força; GF: grupo treinamento de força isolado.

## 2.2.2 Efeitos na potência muscular

### 2.2.2.1 Treinamento combinado realizado em dias alternados

Em estudo de Izquierdo et al. (2004), a partir da oitava semana de treinamento, 20% do volume de treino foi dedicado para a melhora da potência muscular (45% de 1RM). Assim, os indivíduos realizaram o exercício de extensão de joelhos de forma explosiva com cargas de 30-50% de 1RM. Após 16 semanas de treinamento, observou-se um aumento significativo para os grupos GC e GF (38% e 37%, respectivamente). Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos.

Já com um maior período de treinamento (21 semanas), Karavirta et al. (2011a) observaram aumentos semelhantes para a potência muscular de membros inferiores (*leg press*) entre os grupos GC (16%) e GF (16%). Assim como no estudo citado anteriormente, nesse estudo 20% do volume total de treinamento foi realizado com contrações explosivas para estimular a melhora da potência muscular.

Holviala et al. (2012) observaram melhoras na potencia muscular (50% de 1RM no *leg press*) após 10 semanas de treinamento nos grupos GF (16%) e GC (20%) e após 21 semanas (GF:24% e GC:17%). Não houve diferença entre os

grupos. Uma questão interessante é que, mesmo não realizando o treinamento de força de forma explosiva, ganhos significativos para a potência muscular foram observados. Além disso, esses resultados indicam que apenas 10 semanas parecem ser o suficiente para obter melhora na potência muscular.

Diferenças entre os percentuais de aumento entre esses estudos podem ser atribuídas aos diferentes exercícios avaliados (meio agachamento e *leg press*), a diferenças na carga utilizada na avaliação (45% de 1RM contra 50% de 1RM) e ao treinamento utilizado, uma vez que em estudo de Izquierdo et al. (2004) priorizou-se o desenvolvimento da potência muscular ao longo da periodização.

### **2.2.2.2 Treinamento combinado realizado no mesmo dia**

Em estudo de Wilhelm et al. (2014), observou-se que ambos os grupos de treinamento apresentaram incrementos significativos na potência muscular dos extensores do joelho (GCAF: 23% e GCFA: 22%), sem haver diferença entre eles. Nesse estudo, durante o treinamento, os indivíduos foram instruídos a realizar as repetições com máxima velocidade na fase concêntrica do movimento, com objetivo de estimular os ganhos na potência muscular.

Já em estudo de Cadore et al. (2012b), mesmo utilizando um programa de TF com repetições realizadas com velocidade moderada, os autores observaram incrementos para a taxa máxima de produção de força dos extensores do joelho em 100ms para ambos os grupos (GCFA: 26% e GCAF: 52%), sem haver diferença entre eles.

Poucos estudos investigando os efeitos do TC realizado no mesmo dia em homens idosos avaliaram esse desfecho (potência muscular). No entanto, esses resultados indicam que o desenvolvimento da potência muscular em homens idosos parece não sofrer interferência. Isso foi evidenciado, mesmo utilizando diferentes periodizações de TF (CADORE et al., 2012b; WILHELM et al., 2014). Além disso, é interessante ressaltar que em estudo de Cadore et al. (2012b), mesmo não havendo interferência nos ganhos para a taxa máxima de produção de força, foi observado efeito de interferência para a força de 1RM dos extensores do joelho.

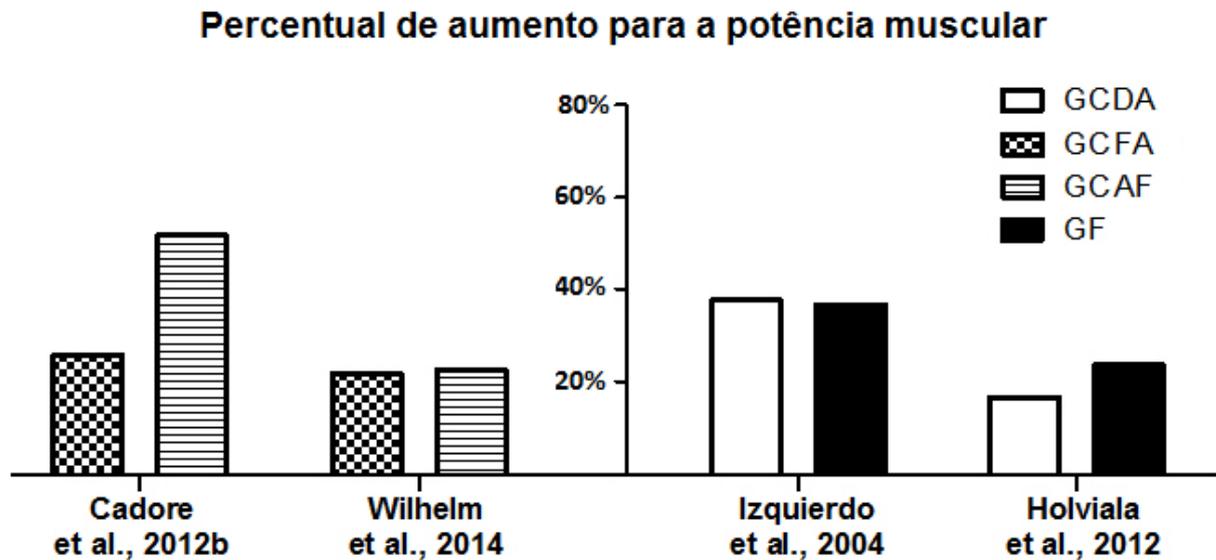


Figura 2: Incrementos na potência muscular com o treinamento combinado realizado no mesmo dia (esquerda), o treinamento combinado realizado em dias alternados (direita), e com o treinamento de força isolado. GCDA: grupo treinamento combinado em dias alternados; GCFA: grupo treinamento combinado no mesmo dia com a ordem força aeróbio; GCAF: grupo treinamento combinado no mesmo dia com a ordem aeróbio força; GF: grupo treinamento de força isolado.

## 2.2.3 Efeitos na ativação muscular

### 2.2.3.1 Treinamento combinado realizado em dias alternados

Os aumentos na força muscular podem ser explicados em parte por adaptações no sistema nervoso. Essas adaptações são caracterizadas por melhoras na frequência de disparo e no recrutamento das unidades motoras, permitindo uma melhora na capacidade do sistema nervoso em ativar apropriadamente as fibras musculares necessárias para executar um movimento específico (SALE, 1988; CADORE et al., 2012d). Essas adaptações podem ser avaliadas por meio da técnica de eletromiografia de superfície, quantificando o nível de ativação muscular em situações máximas e submáximas (CORREA E MIL HOMENS, 2000).

Estudos investigando os efeitos do TC realizado em dias alternados e do TF isolado em homens idosos, observaram incrementos significativos na ativação muscular máxima, indicando que os ganhos de força são decorrentes também de uma melhora no padrão de recrutamento muscular. Em estudo de Holviala et al. (2010) foi avaliada a ativação muscular dos extensores do joelho em condição

dinâmica (1RM no exercício *leg press*) e em condição isométrica (força isométrica máxima na extensão do joelho). Na condição dinâmica, apenas o GC apresentou aumento significativo da ativação para o músculo vasto medial. Já na condição isométrica, o GC apresentou aumento significativo nos músculos vasto lateral (15%) e reto femoral (17%), enquanto o GF apresentou um aumento de 31% apenas para o músculo vasto medial. No estudo, os autores não discutem sobre a ausência de aumento nos demais músculos. Em outro estudo, Holviala et al. (2012) observaram um aumento da ativação muscular em condição dinâmica com carga de 1RM para os músculos VL e VM nos grupos GC e GF.

Karavirta et al. (2011a) avaliaram a ativação muscular isométrica máxima no exercício de extensão de joelhos. Após dez semanas de treinamento, houve um aumento na ativação para os músculos VM (GF: 41%, GC: 18%) e VL (GF: 35%, GC: 11%), sem haver diferença entre os grupos. Outra avaliação foi realizada após 21 semanas de treinamento e se observou que os valores não aumentaram mais após as dez primeiras semanas. Isso indica que essas adaptações parecem ser mais expressivas em períodos iniciais de treinamento (10 semanas, por exemplo).

### **2.2.3.2 Treinamento combinado realizado no mesmo dia**

Os estudos que realizaram o TC no mesmo dia e observaram o efeito de interferência nos ganhos de força muscular também relataram interferência nas adaptações neurais. Cadore et al. (2010) observaram que apenas o GF apresentou incrementos para a ativação muscular máxima e submáxima. Os autores relataram um aumento de 32% na ativação muscular máxima do músculo vasto lateral no GF, enquanto o GC não apresentou aumento significativo (1,1%). Além disso, o GF também apresentou melhoras na ativação submáxima para os músculos reto femoral e vasto lateral (menor ativação submáxima para uma mesma carga absoluta do pré treinamento indica que houve um menor esforço para produzir a mesma quantidade de força). Assim, melhoras nesse parâmetro sugerem que esses indivíduos ficaram mais econômicos sobre o ponto de vista neuromuscular. Tais adaptações não foram observadas no grupo que realizou o treinamento combinado.

Resultados semelhantes foram observados por Cadore et al. (2012b), que demonstraram melhoras parecidas na ativação máxima dos músculos vasto lateral e reto femoral nos grupos GCAF e GCFA. Para a ativação muscular submáxima (mesma carga absoluta pré treinamento) do músculo vasto lateral, ambos os grupos apresentaram melhoras (GCAF: -12% e GCFA: -17%). No entanto, para a ativação submáxima do músculo reto femoral, apenas o grupo GCFA apresentou melhoras (-23%).

Em contrapartida, em estudo que não observou o efeito de interferência sobre a força muscular, também não foi observada interferência na ativação muscular. Wilhelm et al. (2014) relatam ganhos semelhantes na ativação muscular máxima do músculo vasto lateral para ambos os grupos de TC (GCAF: 21% e GCFA: 23%). Os resultados desses estudos indicam que, em homens idosos, o efeito de interferência pode estar ligado a prejuízos nas adaptações neurais.

## **2.2.4 Efeitos na hipertrofia muscular**

### **2.2.4.1 Treinamento combinado realizado em dias alternados**

Além das adaptações neurais, as adaptações morfológicas também podem explicar os aumentos na força muscular. Após um período de treinamento de força, é comum ocorrer um aumento no tamanho do músculo (hipertrofia muscular) (Izquierdo et al., 2004; Sillanpää et al., 2008; Karavirta et al., 2011a). Esse aumento no tamanho das fibras musculares é caracterizado por um maior número de sarcômeros agrupados em paralelo (WILMORE & COSTIL, 1999). Nesse sentido, entendendo que a força muscular é produzida através da ligação entre as proteínas contráteis actina e miosina contidas nos sarcômeros: um maior número de sarcômeros, representará um maior número de ligações entre actina e miosina, gerando mais força muscular (HUXLEY & SIMMONS, 1971). Dessa forma, incrementos na hipertrofia muscular são importantes para explicar os aumentos na força muscular. Além disso, melhoras sobre esse parâmetro são particularmente importantes para indivíduos idosos, uma vez que a perda e a atrofia muscular (redução do tamanho do músculo) são adaptações decorrentes do processo de envelhecimento (LANG et al., 2010).

Estudos investigando os efeitos do TC realizado em dias alternados e do TF isolado em homens idosos, observaram incrementos significativos na hipertrofia muscular de homens idosos. Em estudo de Izquierdo et al. (2004), a hipertrofia muscular do quadríceps foi avaliada. Os autores observaram incrementos de 11% para o GF e GC. Já em estudo de Ahtiainen et al. (2009), incrementos semelhantes foram observados na espessura muscular do quadríceps (GF:14% e GC:14%). No entanto, por meio de biópsia do músculo VL foram avaliadas as adaptações nas isoformas de miosina de cadeia pesada. Os autores observaram incrementos apenas no GF. Além disso, foi observada uma diminuição no grupo que realizou somente o treinamento aeróbio. Esses resultados indicam que podem ocorrer adaptações moleculares antagônicas entre o TA e o TF influenciando as adaptações do TC.

Em estudo de Karavirta et al. (2011a), observou-se que apenas o GF obteve aumentos na área de secção transversa das fibras tipo II (16%). Esses resultados indicam que a hipertrofia muscular pode sofrer interferência quando se realiza o TC. Interessantemente, embora esses resultados apontem para uma possível interferência nas adaptações morfológicas, nesses estudos, não foi observado interferência no desenvolvimento da força muscular.

#### **2.2.4.2 Treinamento combinado realizado no mesmo dia**

Estudos que observaram o efeito de interferência sobre a força muscular, não relataram o mesmo para a hipertrofia muscular. Em estudo de Cadore et al. (2012a) se observou que os grupos GCAF e GCFA apresentaram ganhos semelhantes na espessura muscular do quadríceps femoral (9% para ambos os grupos). Interessantemente, nesse estudo o GCFA apresentou maiores ganhos na força muscular de 1RM para os extensores do joelho. Assim, a hipertrofia muscular parece não ser determinante para o efeito de interferência em indivíduos idosos, pelo menos em períodos de treinamento de 12 semanas. Ainda, reforçando esse raciocínio, os autores observaram que o GCFA apresentou maiores incrementos na qualidade muscular (força por unidade de massa muscular) do que GCAF (27% contra 10%, respectivamente). Dessa forma, considerando que os ganhos de massa muscular foram semelhantes entre os grupos, esses resultados indicam que as

adaptações neurais foram responsáveis pelos maiores incrementos da qualidade muscular no grupo GCFA.

Já em estudo que não observou o efeito de interferência entre programas de TC realizados no mesmo dia com diferentes ordens (TA antes ou depois do TF), os ganhos para a qualidade muscular foram semelhantes. Wilhelm et al. (2014) observaram que os grupos GCFA e GCAF apresentaram ganhos semelhantes para a qualidade muscular (8% para ambos). Conforme relatado anteriormente, esses autores não observaram interferência na força e nas adaptações neurais, justificando os resultados observados para a qualidade muscular.

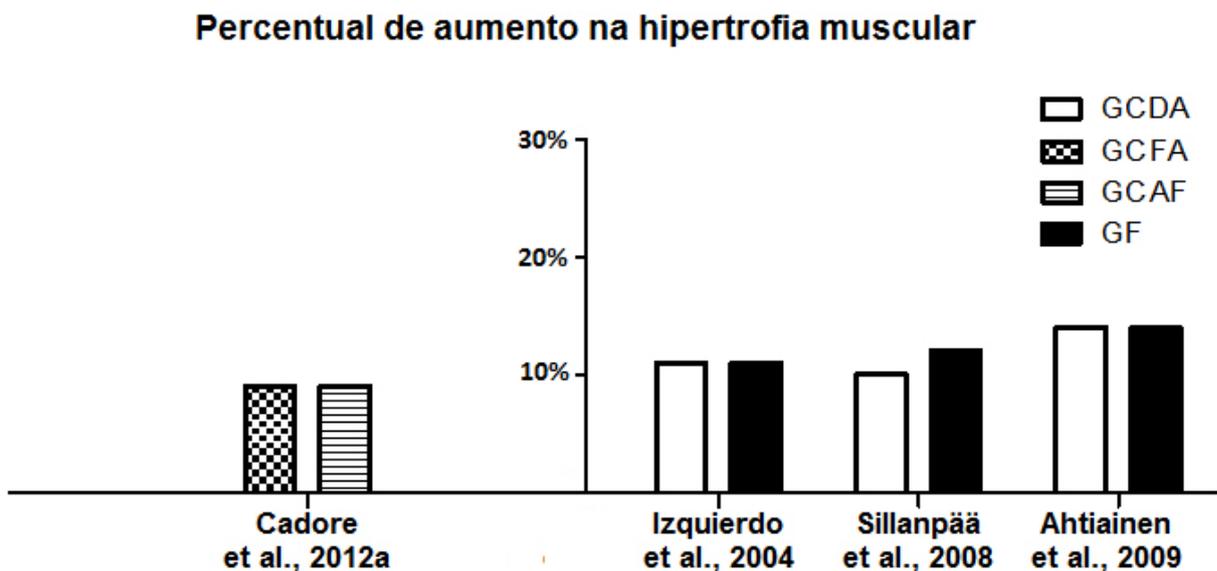


Figura 3: Incrementos na hipertrofia muscular com o treinamento combinado realizado no mesmo dia (esquerda), o treinamento combinado realizado em dias alternados (direita), e com o treinamento de força isolado. GCDA: grupo treinamento combinado em dias alternados; GCFA: grupo treinamento combinado no mesmo dia com a ordem força aeróbio; GCAF: grupo treinamento combinado no mesmo dia com a ordem aeróbio força; GF: grupo treinamento de força isolado.

## 2.2.5 Efeitos na capacidade cardiorrespiratória

### 2.2.5.1 Treinamento combinado realizado em dias alternados

A principal vantagem do treinamento combinado em relação aos treinamentos isolados é a adaptação simultânea nos parâmetros neuromusculares e cardiorrespiratórios (HICKSON, 1980; HENNESY & WATSON, 1994:). Estudos têm

demonstrado que o TC pode proporcionar ganhos cardiorrespiratórios semelhantes ao treinamento aeróbio e maiores que o treinamento de força isolado (DUDLEY & DJAMIL, 1985; HENNESY & WATSON, 1994; BELL et al., 2000). Entretanto, algumas evidências demonstram que o treinamento de força também pode proporcionar ganhos na capacidade cardiorrespiratória (VINCENT et al., 2002; IZQUIERDO et al., 2003).

O consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) é definido como a máxima capacidade das células em captar, transportar e utilizar o oxigênio durante um esforço físico. Modificações no  $VO_{2max}$  são resultados de alterações centrais (melhoras no débito cardíaco e volume de ejeção) e periféricas (melhora da densidade mitocondrial, capilarização e atividade de enzimas oxidativas) (IZQUIERDO et al., 2003; MIDGLEY et al., 2006). Alguns estudos têm observado que o TC proporciona ganhos semelhantes ao TA isolado no consumo máximo de oxigênio, enquanto que o TF isolado não gera melhoras sobre esse parâmetro (SILLANPÄÄ et al., 2008; KARAVIRTA et al., 2009, 2011a; HOLVIALA et al., 2010). Suportando essa afirmação, Sillanpää et al. (2008), observaram incrementos no  $VO_{2pico}$  apenas para os grupos GC e GA (11% para ambos). Resultados semelhantes foram apresentados por Karavirta et al. (2011a), que observaram aumentos significativos no  $VO_{2pico}$  apenas para os grupos GC (10%) e GA (12%). Ainda, Holviala et al. (2010), também relatam incrementos no  $VO_{2pico}$  apenas para os grupos GC (9%) e GA (12%). Esses resultados estão de acordo com a maioria dos estudos que investigaram os efeitos do TC (HICKSON, 1980; DUDLEY & DJAMIL, 1985; HENNESY & WATSON, 1994; BELL et al., 2000), não observando interferência nos ganhos cardiorrespiratórios.

No entanto, algumas evidências sugerem que pode haver interferência nos ganhos cardiorrespiratórios quando se realiza o TC (NELSON et al., 1990; DOLEZAL & POTTEIGER, 1998; CHTARA et al., 2005). Investigando os efeitos do TC em indivíduos idosos, Ahtiainen et al. (2009) observaram aumentos significativos no  $VO_{2pico}$  apenas para o GA (10%), enquanto os incrementos para o GF (5%) e GC (7%) não foram significativos. Apesar de os autores não discutirem sobre esses achados, esses resultados sugerem uma interferência nos ganhos cardiorrespiratórios, mesmo realizando o TC em dias alternados.

Contudo, o consumo máximo de oxigênio não é o único parâmetro cardiorrespiratório investigado. Sillanpää et al. (2010), observaram que os grupos

GA e GC obtiveram maiores aumentos na potência máxima atingida em teste incremental em ciclo ergômetro do que o GF (16%, 17% e 8%, respectivamente). Dessa forma, os resultados apontam para uma superioridade do TA isolado e do TC para gerar ganhos na capacidade cardiorrespiratória. No entanto, é interessante ressaltar que, mesmo em menor magnitude, o GF apresentou melhoras para esse parâmetro. Corroborando esses achados, Izquierdo et al. (2004) relataram maiores incrementos na potência máxima em ciclo ergômetro para os grupos GA e GC (16% e 18%, respectivamente) que o GF (10%). Contudo, também foi observado que todos os grupos atingiram maiores cargas na concentração de  $4\text{mmol.L}^{-1}$  de lactato (GA: 11%; GC: 15%; GF: 7%) sem haver diferença entre eles. Outro achado importante nesse estudo foi que todos os grupos apresentaram reduções na frequência cardíaca para as cargas submáximas (90W, 120W e 150W) durante o teste incremental em ciclo ergômetro. As melhoras nesses parâmetros submáximos indicam que esses indivíduos ficaram mais econômicos. Por exemplo, a capacidade de produzir maior potência para uma mesma concentração de lactato ( $4\text{ mmol.L}^{-1}$ ), indica que esses indivíduos se tornaram metabolicamente mais econômicos; além disso, uma menor frequência cardíaca para as mesmas cargas submáximas (90W, 120W e 150W) indica que, após o treinamento, esses indivíduos apresentaram um menor trabalho cardiovascular para gerar o mesmo esforço de quando estavam destreinados. É interessante ressaltar que, embora o TA e o TC sejam estratégias mais eficientes para a melhoria da capacidade cardiorrespiratória, algumas evidências indicam que o TF também pode gerar melhoras sobre algum parâmetro cardiovascular (carga máxima, cargas nos limiares de lactato, frequência cardíaca, etc) (IZQUIERDO et al., 2003; IZQUIERDO et al., 2004; SILLANPÄÄ et al., 2010).

#### **2.2.5.2 Treinamento combinado realizado no mesmo dia**

Os incrementos na capacidade cardiorrespiratória parecem não ser afetados negativamente quando o TC é realizado no mesmo dia. Em estudo de Cadore et al. (2010), foram observados incrementos semelhantes no  $\text{VO}_{2\text{pico}}$  entre os grupos GC e GA (22% e 20%, respectivamente). Nesse estudo, embora não significativo, o GF apresentou um aumento de 5% no  $\text{VO}_{2\text{pico}}$ . Já em estudo de Libardi et al. (2011), observaram incrementos significativos no  $\text{VO}_{2\text{pico}}$  apenas para o GC (15%). Cabe

ressaltar que nesse estudo não havia um grupo que realizasse apenas o TA, dessa forma apenas o GC realizou o TA.

Ainda, a ordem de treinamento também parece não afetar os ganhos de  $VO_{2\text{pico}}$ . Em estudo de Cadore et al. (2012a), incrementos semelhantes entre GCAF e GCFA foram observados após as 12 semanas de treinamento (10% e 8%, respectivamente). O mesmo ocorreu para a  $W_{\text{max}}$  (24% e 19%), e para  $W_{LV2}$  (22% e 21%). No entanto, apenas o GCFA melhorou a  $W_{LV1}$  (27%), indicando uma leve superioridade nos ganhos cardiorrespiratórios submáximos quando o TF é realizado antes. Os autores ressaltam que essa melhora submáxima pode ter um significado funcional muito importante pelo fato de as atividades de vida diária serem realizadas sempre em intensidades submáximas (mais próximas do primeiro limiar ventilatório).

Ainda, resultados semelhantes foram observados por Wilhelm et al. (2014), que relataram incrementos no  $VO_{2\text{pico}}$  de 7% para o GCAF e 9% para o GCFA. Além disso, esses autores também observaram incrementos para ambos os grupos no consumo de oxigênio em intensidade submáxima ( $V_{LV2}$ ) (GCAF: 8% e GCFA: 7%) e no tempo de exaustão (GCAF: 8% e GCFA: 9%).

De acordo com os resultados apresentados o TC realizado no mesmo dia parece ser efetivo para proporcionar ganhos cardiorrespiratórios independentemente da ordem em que for realizado. Além disso, o TC parece ser mais efetivo que o TF para a melhora da capacidade cardiorrespiratória, uma vez que os incrementos de  $VO_{2\text{pico}}$  nos grupos que realizaram o TF isolado foram pequenos e não significativos.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo se caracteriza como um ensaio clínico randomizado, baseado na comparação de três tipos de treinamento físico distintos.

### 3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

#### 3.2.1 População

A população do estudo foi composta por homens idosos com idade entre 60 e 75 anos, destreinados e aparentemente saudáveis.

#### 3.2.2 Amostra

Para estimar o tamanho da amostra foi utilizado o software G Power, versão 3.1.6. O cálculo amostral foi realizado com base nos dados de força máxima do estudo de Ferrari et al., (2013), sendo adotado um nível de significância de 0,05 e poder de 90% (APÊNDICE A). Observou-se a necessidade um “n” mínimo de 30 indivíduos (10 para cada grupo). No entanto, para prevenir complicações de uma possível perda amostral, foi acrescido um valor de 20% sobre o valor estimado. Dessa forma, foi adotado um “n” mínimo de 36 indivíduos (12 para cada grupo).

A seleção da amostra baseou-se nos seguintes critérios de inclusão: 1) ter idade entre 60 e 75 anos; 2) não estar frequentando qualquer programa de treinamento de força ou aeróbio por pelo menos seis meses antes do estudo; 3) não apresentar histórico de doenças cardiovasculares (com exceção de hipertensão controlada), metabólicas ou neuromusculares; 4) apresentar liberação médica para a prática de exercícios; 5) disponibilidade de tempo para realizar todas as avaliações e sessões de treinamento. Foram excluídos da análise, os dados dos indivíduos que:

1) não apresentaram um mínimo de 80% de frequência durante o treinamento; 2) faltaram duas sessões consecutivas de cada modalidade (TF ou TA).

Um anúncio em um jornal de grande circulação da cidade de Porto Alegre-RS foi publicado para divulgar a pesquisa (APÊNDICE B). De acordo com os critérios de inclusão do estudo, foi realizada uma triagem por telefone com os voluntários e, posteriormente, agendada uma entrevista. Um total de 82 indivíduos entraram em contato por telefone, dos quais 53 agendaram entrevista. Das entrevistas realizadas, 40 indivíduos foram incluídos no estudo. Após isso, por motivos pessoais, quatro indivíduos desistiram de participar do estudo. Sendo assim, o estudo iniciou com 36 indivíduos.

Os indivíduos foram distribuídos aleatoriamente entre os grupos por randomização estratificada (Figura 4). Inicialmente, foram coletados os dados de força dinâmica máxima (1RM) para os músculos extensores do joelho. De acordo com valores de 1RM, os indivíduos foram divididos em tercís. Após isso, os indivíduos de cada tercil foram distribuídos aleatoriamente entre os grupos do estudo. A randomização foi realizada pelo site <http://www.randomization.com>.

Antes de realizar qualquer avaliação, todos os indivíduos apresentaram um eletrocardiograma de esforço e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE C), previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

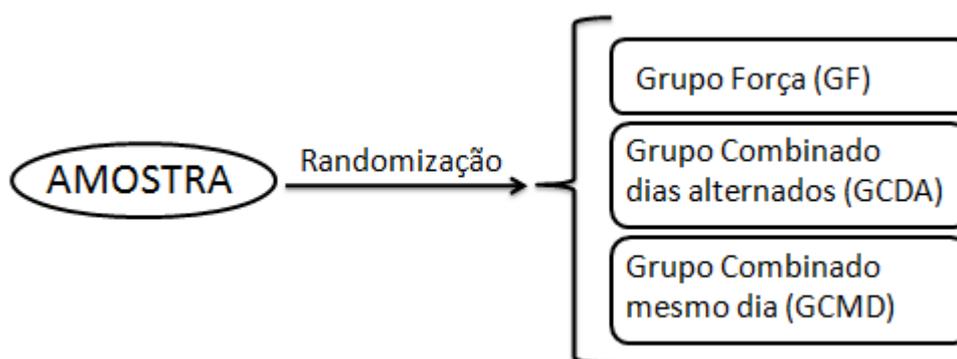


Figura 4. Desenho da alocação dos sujeitos nos grupos de treinamento.

### **3.3 VARIÁVEIS**

#### **3.3.1 Caracterização da Amostra**

- Idade
- Estatura
- Massa corporal
- Percentual de gordura Corporal

#### **3.3.2 Variáveis Independentes**

- Treinamento combinado
  - Realizado em dias alternados
  - Realizado no mesmo dia
- Treinamento de força

#### **3.3.3 Variáveis Dependentes**

- Carga de treinamento em cada mesociclo
- Força muscular dinâmica máxima dos extensores dos joelhos
- Força de resistência muscular localizada dos extensores dos joelhos
  - 60% da carga do pré treinamento
- Força muscular isométrica máxima dos extensores do joelho direito
- Taxa máxima de produção de força dos extensores do joelho direito
- Ativação muscular isométrica máxima dos extensores do joelho direito
  - Músculo reto femoral
  - Músculo vasto lateral
  - Músculo vasto medial
- Economia neuromuscular dos extensores do joelho direito
  - Músculo reto femoral
  - Músculo vasto lateral
  - Músculo vasto medial
- Consumo de oxigênio de pico

- Consumo de oxigênio no primeiro limiar ventilatório
- Consumo de oxigênio no segundo limiar ventilatório
- Consumo de oxigênio no primeiro limiar ventilatório em percentual do consumo de oxigênio de pico
- Consumo de oxigênio no segundo limiar ventilatório em percentual do consumo de oxigênio de pico
- Carga máxima atingida no teste máximo
- Carga no primeiro limiar ventilatório
- Carga no segundo limiar ventilatório
- Carga no primeiro limiar ventilatório em percentual da carga máxima
- Carga no segundo limiar ventilatório em percentual da carga máxima
- Tempo no teste 8- foot *up and go*
- Repetições no teste de levantar e sentar 30s
- Pontuação no teste de sentar-levantar do chão

### **3.3.4 Variáveis Intervenientes**

- Nutrição dos indivíduos
- Nível de atividade física

Ao longo do estudo, não foi realizado qualquer tipo de controle de nível de atividade física ou nutricional. No entanto, no início do projeto, os indivíduos foram orientados a manter normalmente seus hábitos de vida.

### 3.4 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS

As coletas de dados foram realizadas nas dependências da Escola de Educação Física (EsEF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Os avaliadores foram cegados quanto ao tipo de treinamento que cada participante realizou, exceto para as coletas de força dinâmica máxima (teste de 1RM). Além disso, o analista dos dados coletados também foi cegado. Para o teste de 1RM não foi possível realizar esse procedimento pela ausência de outro avaliador experiente com esse tipo de avaliação.

Após a aprovação do projeto pelo comitê de ética da Universidade, iniciou-se o recrutamento dos sujeitos. Inicialmente, para suprir a ausência de um grupo controle, foram selecionados doze indivíduos, os quais participaram do período controle (quatro semanas). As avaliações do período controle foram realizadas em dois encontros: 1) teste de força máxima e testes funcionais; 2) teste máximo em ciclo ergômetro. Ao longo dessas quatro semanas de período controle, selecionou-se o restante dos indivíduos que compuseram a amostra. Nesse processo de recrutamento, os sujeitos foram informados sobre os riscos e benefícios dos procedimentos envolvidos na pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Posteriormente, em dois encontros, os sujeitos foram familiarizados com todos os protocolos de avaliações presentes na pesquisa. Na semana seguinte, os sujeitos foram familiarizados com os exercícios do programa de treinamento e somente após isso foram iniciadas as avaliações pré treinamento. As avaliações foram divididas em quatro encontros com intervalo mínimo de 48h entre elas: 1) teste de força máxima; 2) teste de força isométrica máxima, economia neuromuscular e ativação muscular; 3) testes funcionais e resistência muscular localizada; 4) teste máximo em ciclo ergômetro e composição corporal. Na sétima semana do período de treinamento, foi realizada uma avaliação de força máxima (1RM). Essa avaliação foi realizada antes de iniciar a sessão de treinamento de cada indivíduo. Finalmente, dois dias após o término do período de treinamento, a bateria de avaliações foi repetida. A seguir, é apresentado o fluxograma de delineamento do experimento (**Figura 5**).

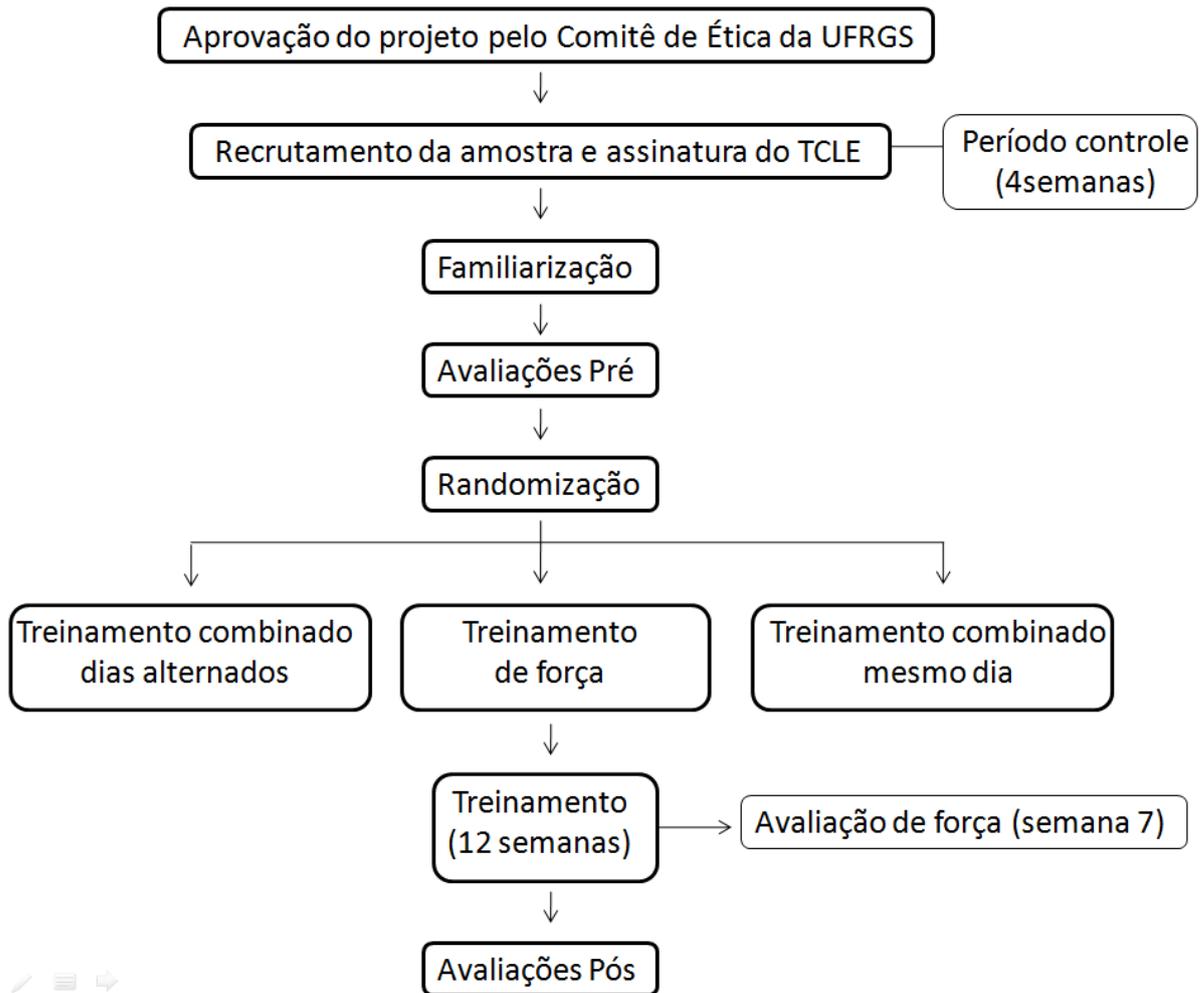


Figura 5. Fluxograma do delineamento experimental.



### 3.5.1 Treinamento de força (TF)

O treinamento de força foi composto por oito exercícios (pressão de pernas, remada baixa, extensão de joelhos, rosca direta, flexão de joelhos, supino vertical, flexão plantar e tríceps roldana) para membros superiores e inferiores que foram realizados alternados por segmento (Figura 6). A intensidade foi controlada pelo método de repetições máximas (RM). Durante o treinamento o volume e a intensidade foram incrementados de forma linear. Nas primeiras duas semanas a intensidade foi de 18-20 RM com volume de duas séries. Na terceira e quarta semanas o volume de séries permaneceu o mesmo, havendo um incremento para 15-17 RM. Um novo incremento para 12-14 RM foi feito na quinta até a sétima semana. Nas últimas cinco semanas o volume aumentou para três séries e os indivíduos treinaram com intensidades mais altas, sendo três semanas de 8-10 RM e duas semanas com 6-8 RM (Quadro 4). A duração da sessão de treinamento de força foi de aproximadamente 40 minutos. Os aumentos de carga foram realizados por tentativa e erro, conforme os indivíduos conseguissem realizar o número de repetições estipulado para cada fase do treinamento. A carga máxima atingida no exercício de extensão de joelhos no final de cada mesociclo foi registrada. Os valores foram relativizados pelo valor de 1RM pré treinamento para cada grupo e são apresentados nos resultados.

Quadro 4. Periodização do treinamento de força (média  $\pm$  desvio padrão).

Semanas	Sessões	Séries	Intensidade
1 – 2	2	2	18 – 20 RM
3 – 4	2	2	15 – 17 RM
5 – 7	2	2	12 – 14 RM
8 – 10	2	3	8 – 10 RM
11-12	2	3	6 – 8 RM

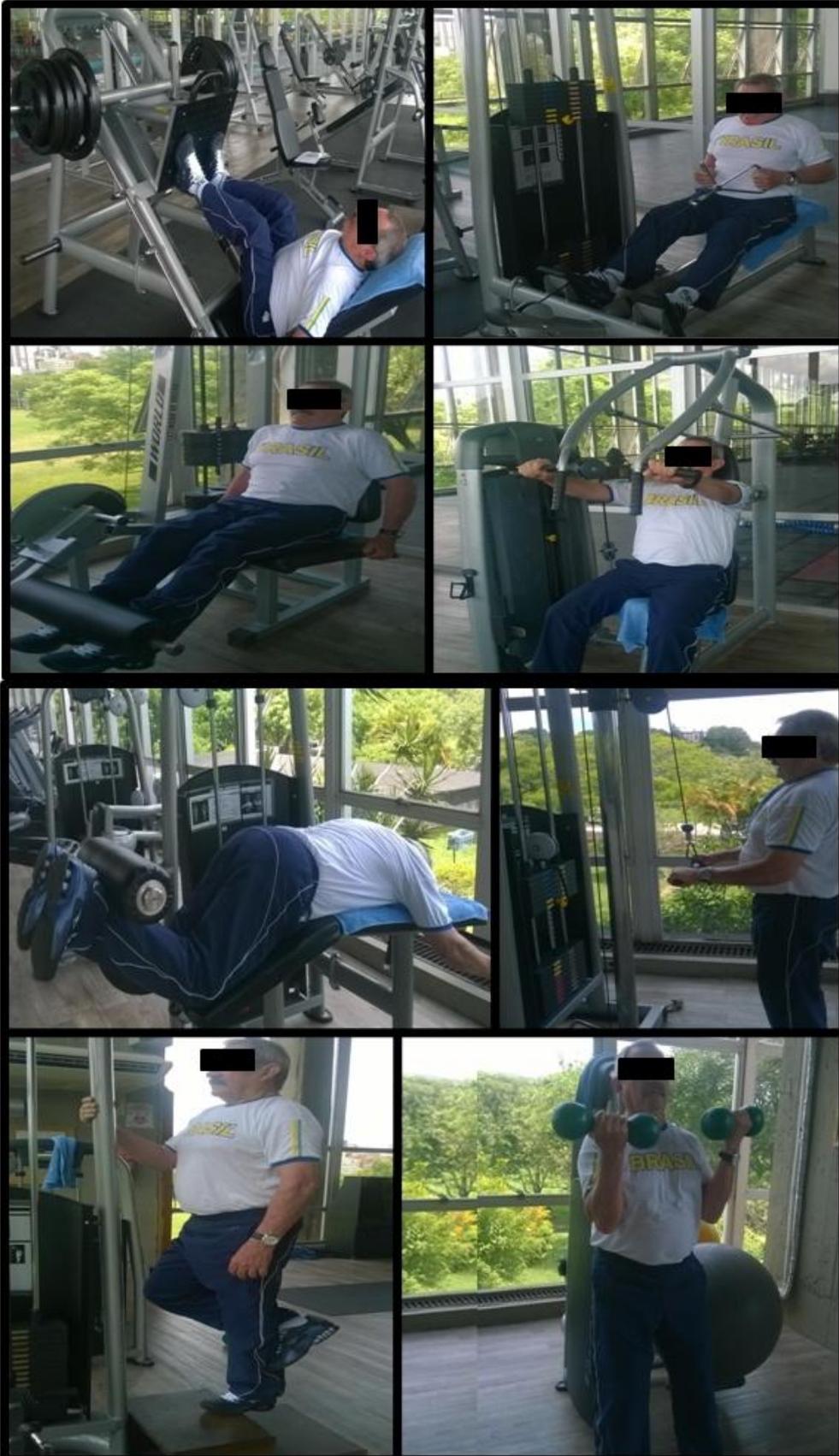


Figura 6. Exercícios realizados durante o treinamento de força.

### 3.5.2 Treinamento aeróbio (TA)

O treinamento aeróbio foi realizado em ciclo ergômetro com a intensidade controlada em percentuais da frequência cardíaca (FC) referente ao segundo limiar ventilatório ( $FC_{LV2}$ ) (Figura 7). Nas primeiras três semanas o TA contou com uma intensidade de 80-85%  $FC_{LV2}$  e um volume de 20 minutos; nas três semanas seguintes (quarta, quinta e sexta semanas), a intensidade aumentou para 85-90%  $FC_{LV2}$  e o volume para 25 minutos; nas quatro semanas seguintes (sétima, oitava, nona e décima), houve um incremento para 90-95%  $FC_{LV2}$  e 30 minutos; e finalmente, na décima primeira e décima segunda semanas, o TA foi realizado de forma intervalada com volume total de 30 minutos, distribuídos em 6 séries de 4 minutos de 95-100%  $FC_{LV2}$  e 1 minuto de intervalo ativo pedalando em uma intensidade confortável (Quadro 5).

Quadro 5. Periodização do treinamento aeróbio

Semanas	Sessões	Treino	Volume	Intensidade
1	2	contínuo	20 min	80% $FC_{LV2}$
2	2	contínuo	20 min	80% $FC_{LV2}$
3	2	contínuo	20 min	85% $FC_{LV2}$
4	2	contínuo	25 min	85% $FC_{LV2}$
5	2	contínuo	25 min	85% $FC_{LV2}$
6	2	contínuo	25 min	90% $FC_{LV2}$
7	2	contínuo	30 min	90% $FC_{LV2}$
8	2	contínuo	30 min	90% $FC_{LV2}$
9	2	contínuo	30 min	95% $FC_{LV2}$
10	2	contínuo	30 min	95% $FC_{LV2}$
11	2	intervalado	30 min	100% $FC_{LV2}$
12	2	intervalado	30 min	100% $FC_{LV2}$



Figura 7. Treinamento aeróbio realizado em ciclo ergômetro.

### 3.5.3 Treinamento Combinado (TC)

O treinamento combinado foi caracterizado pela soma do TA ao TF, descritos anteriormente. Os grupos de treinamento combinado realizaram o mesmo volume de treinamento, no entanto, um grupo realizou o TF e o TA em dias alternados e outro grupo realizou o TF antes do TA na mesma sessão de treino.

## **3.6 INSTRUMENTOS DE MEDIDA, PROTOCOLOS DE TESTE E TRATAMENTO DOS DADOS**

### **3.6.1 Composição corporal**

#### **3.6.1.1 Instrumentos**

- Balança da marca Filizola, com resolução de 100g.
- Estadiômetro da marca Filizola, com resolução de 1mm.
- Plicômetro da marca Cescorf, com resolução de 1mm.

#### **3.6.1.2 Protocolo**

Os participantes foram instruídos a utilizarem roupas leves no dia de avaliação. Inicialmente, foram realizadas as medidas de massa corporal e estatura. Essas medidas foram realizadas com os participantes de pés descalços e trajando somente uma bermuda leve. Após isso, foram realizadas as medidas das dobras cutâneas. A medida de cada dobra cutânea foi realizada três vezes, em forma de circuito, na seguinte ordem: tricipital, subescapular, peitoral, axilar média, supra-íliaca, abdominal e coxa. O valor registrado para análise foi a mediana entre os três valores medidos ou quando dois desses três valores se repetissem.

#### **3.6.1.3 Tratamento dos dados**

Os dados de dobras cutâneas foram tabulados em uma planilha do programa Excel. A seguir, a densidade corporal foi estimada através da equação preditiva proposta por JACKSON e POLLOCK, 1978. Posteriormente, o percentual de gordura foi calculado pela equação de Siri. Os valores de idade, estatura e massa corporal também foram tabulados, calculando-se a média e desvio padrão para cada grupo.

### **3.6.2 Força muscular dinâmica máxima (1RM)**

#### **3.6.2.1 Instrumentos**

- Cadeira extensora da marca World, com resolução de 1Kg.
- Metrônomo musical da marca Quartz, com resolução de 1Hz.
- Calculadora da marca Philips.
- Fichas de registro.

#### **3.6.2.2 Protocolo**

Para mensurar a força dinâmica máxima de membros inferiores, foi realizado o teste de uma repetição máxima (1RM) no exercício de extensão de joelhos bilateral (CADORE et al. 2010). Inicialmente, os indivíduos realizaram um aquecimento no exercício de extensão de joelhos bilateral. O aquecimento foi composto por duas séries de 10 repetições e o teste contou com um máximo de cinco tentativas com um intervalo de quatro minutos entre elas. A carga inicial de teste foi selecionada por tentativa e erro. Após isso, a carga foi redimensionada em cada tentativa até encontrar a carga máxima para realizar uma repetição. O ajuste de carga para cada nova tentativa foi baseado no número de repetições realizadas na tentativa anterior, utilizando a escala proposta por LOMBARDI (1989) (APENDICE D). Durante o teste, o tempo de execução de cada repetição (4 segundos, sendo dois segundos para cada fase da contração) foi controlado com auxílio sonoro do metrônomo. Os participantes foram familiarizados com todo o procedimento em duas ocasiões anteriores ao teste.

### **3.6.3 Força de resistência muscular localizada (RML)**

#### **3.6.3.1 Instrumentos**

- Cadeira extensora da marca World, com resolução de 1Kg.

- Metrônomo musical da marca Quartz, com resolução de 1Hz.
- Fichas de registro.

### **3.6.3.2 Protocolo**

A força de resistência para membros inferiores foi mensurada no exercício de extensão de joelhos bilateral. Essa medida foi realizada utilizando a carga correspondente a 60% do valor de 1RM da avaliação pré treinamento.

No dia de avaliação, em apenas uma tentativa, a carga foi selecionada e o individuo realizou o maior número de repetições possíveis. O número de repetições foi registrado para análise. O tempo de execução de cada repetição foi controlado (2s para fase concêntrica e 2s para a fase excêntrica) com auxílio do metrônomo.

### **3.6.4 Força isométrica máxima e taxa máxima de produção de força**

#### **3.6.4.1 Instrumentos**

- Cadeira extensora da marca Taurus.
- Eletromiógrafo da marca Miotool.
- Célula de carga
- Goniômetro 360° da marca Carci

#### **3.6.4.2 Protocolo**

A força isométrica máxima foi obtida através de uma contração voluntária isométrica máxima (CVM) dos músculos extensores do joelho. Os indivíduos foram posicionados em uma cadeira extensora (Taurus, Brasil) com o quadril em um ângulo de 90° e a perna direita em um ângulo de 110° (com 180° representando a extensão total). O posicionamento adequado do indivíduo sobre a cadeira extensora foi realizado utilizando um goniômetro. Além disso, o cabo do equipamento (cadeira extensora) foi anexado a uma célula de carga conectada a um eletromiógrafo de 4 canais (Miotool, Porto Alegre, Brasil). Para garantir que a contração fosse isométrica,

uma corrente foi anexada ao braço da cadeira extensora, evitando seu movimento. Inicialmente, os indivíduos realizaram um aquecimento específico de 10 repetições submáximas no exercício de extensão de joelhos. Em seguida, os sujeitos foram instruídos a realizar a contração dos músculos extensores do joelho o mais rápido que pudessem e permanecer produzindo o máximo de força isométrica possível durante cinco segundos. Esse procedimento foi repetido por três vezes com intervalos de dois minutos. A tentativa de maior valor de força isométrica foi selecionada para análise. Os indivíduos foram estimulados verbalmente durante todo procedimento com o intuito de motivá-los a exercer o máximo de força. Ainda, duas sessões de familiarização com os procedimentos foram realizadas antes do teste.

A taxa máxima de produção de força (TMPF) foi obtida pela curva de força pelo tempo nos primeiros instantes da CVM. Nesse sentido, os indivíduos foram instruídos a realizar a contração o mais rápido possível nessa condição isométrica.

#### **3.6.4.3 Tratamento dos dados**

Os dados da CVM escolhida foram exportados do software Miograph para o sistema de análise de sinais SAD32. Em seguida o sinal foi filtrado com um filtro do tipo passa-baixa *Butterworth* de 5ª ordem com frequência de corte de 9 Hz. Após isso, foi recortado uma janela de um segundo no platô de máxima força produzida. A média de força nesse recorte de um segundo foi considerado como medida de força isométrica máxima.

A taxa máxima de produção de força (TMPF) foi analisada a partir de uma rotina criada para o software MATLAB 7.9. Essa variável foi definida como a variação da força na fase ascendente da curva força x tempo ( $\Delta\text{kg}/\Delta\text{tempo}$ ) após o início da contração, sendo expressa em ( $\text{N}\cdot\text{ms}^{-1}$ ). O início da produção de força foi definido como sendo o ponto em que a força excedeu 7,5N acima da linha de base (AAGAARD et al., 2002).

### **3.6.5 Ativação muscular máxima**

#### **3.6.5.1 Instrumentos**

- Cadeira extensora da marca Taurus.
- Notebook da marca Semp Toshiba IS 1413G.
- Eletromiógrafo da marca Miotool (4 canais).
- Goniômetro 360° da marca Carci
- Eletrodos modelo medi-trace, marca Kendall.
- Algodão
- Lâminas de barbear descartáveis
- Álcool gel com concentração alcoólica de 70% da marca Cristal.
- Multímetro digital da marca Brasfort.
- Lâminas transparentes

#### **3.5.5.2 Protocolo**

Foi analisada a ativação muscular máxima dos músculos reto femoral, vasto lateral e vasto medial através da técnica de eletromiografia (EMG) de superfície. Essa medida foi realizada simultaneamente ao protocolo de força isométrica descrito anteriormente.

Inicialmente, foi realizada a preparação da pele para a colocação dos eletrodos. Esse processo foi realizado em três etapas: 1) depilação da área onde os eletrodos foram posicionados; 2) remoção da superfície morta da pele por meio de abrasão do local; 3) limpeza do local com álcool gel. Após isso, os eletrodos (passivos) foram posicionados sobre o ventre muscular dos músculos da coxa direita, longitudinalmente à orientação das fibras musculares e com uma configuração bipolar (20mm de distância entre os eletrodos). O local de colocação foi feito de acordo com as recomendações do SENIAM: para o reto femoral, os eletrodos foram colocados sobre o ponto médio da linha entre a espinha ilíaca antero-superior e a parte superior da patela; no vasto lateral, a posição foi em dois terços da linha entre a espinha ilíaca antero-superior e a parte lateral da patela; já o vasto medial em 80% da linha entre a espinha ilíaca antero-superior e o espaço da

articulação em frente à borda anterior do ligamento medial. O eletrodo referência foi posicionado na tuberosidade da tíbia da perna esquerda. Após isso, a resistência entre os eletrodos foi verificada com um multímetro, devendo permanecer abaixo de 3000 ohms (CORREIA E MIL HOMENS, 2000). Em seguida, os indivíduos realizaram o protocolo de força isométrica máxima e o sinal eletromiográfico foi registrado durante os primeiros cinco segundos de contração. A recolha do sinal foi realizada utilizando uma frequência de amostragem de 2000 Hz e um ganho de 100. Nas avaliações pós treinamento, com intuito de não prejudicar a reprodutibilidade de sinal, foi feito o mapeamento da posição dos eletrodos, utilizando uma lâmina transparente (CADORE et al., 2012). Além disso, no momento de posicionamento dos eletrodos, os ângulos das articulações do quadril e joelho dos indivíduos foram cuidadosamente observados para estarem na mesma posição da avaliação pré treinamento.

### **3.5.5.3 Tratamento dos dados**

O sinal obtido na CVM selecionada foi exportado para o software SAD32. Inicialmente, o sinal foi filtrado utilizando um filtro passa-banda *Butterworth* de 5ª ordem, com frequência de corte entre 20 e 500Hz. Em seguida, da mesma forma que foi feito para analisar a força isométrica máxima, realizamos um recorte de um segundo do platô de pico de força. A ativação máxima dos músculos foi obtida pelo valor *Root Mean Square* (RMS) (raiz quadrada da média do quadrado dos valores de EMG) nesse recorte de um segundo.

## **3.6.6 Economia Neuromuscular**

### **3.6.6.1 Instrumentos**

- Cadeira extensora da marca Taurus.
- Notebook da marca Semp Toshiba IS 1413G.
- Eletromiógrafo da marca Miotool (4 canais).
- Goniômetro

- Eletrodos modelo medi-trace, marca Kendall.
- Algodão
- Célula de carga
- Lâminas de barbear descartáveis
- Álcool gel com concentração alcoólica de 70% da marca Cristal.
- Multímetro digital da marca Brasfort.
- Lâminas transparentes

### **3.6.6.2 Protocolo**

Foi avaliada a economia neuromuscular dos músculos extensores do joelho (reto femoral, vasto lateral e vasto medial). Após o teste de força isométrica, o indivíduo realizou uma contração isométrica com uma intensidade submáxima de 50% do valor da CVM escolhida para análise (de maior valor). Os participantes sustentaram a contração por cinco segundos, sendo gravado o sinal EMG. Para identificar a força necessária durante a contração, os indivíduos tiveram auxílio visual do monitor do computador durante o procedimento. Esse procedimento foi realizado em três tentativas para cada sujeito.

### **3.6.6.2 Tratamento dos dados**

Para avaliar a economia neuromuscular, adotamos o mesmo procedimento descrito para a avaliação da ativação muscular máxima. No entanto, utilizando a contração isométrica submáxima (50% da CVM de maior valor) descrita anteriormente. Os valores RMS da economia neuromuscular foram normalizados pela ativação máxima e expressos em percentual.

### **3.6.7 Consumo de oxigênio de pico, limiares ventilatórios e carga máxima**

### 3.6.7.1 Instrumentos

- Ciclo ergômetro modelo EC1200, da marca Cateye.
- Analisador de gases modelo VO200, da marca INBRAMED.
- Frequencímetro modelo FS1, da marca POLAR.
- Notebook da marca Semp Toshiba IS 1413G

### 3.6.7.2 Protocolo

As variáveis consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2\text{pico}}$ ), consumo de oxigênio no primeiro limiar ventilatório ( $V_{LV1}$ ), consumo de oxigênio no segundo limiar ventilatório ( $V_{LV2}$ ), carga máxima ( $W_{\text{max}}$ ), carga referente ao LV1 ( $W_{LV1}$ ) e referente ao LV2 ( $W_{LV2}$ ) foram mensuradas por meio de um teste máximo em ciclo ergômetro.

Inicialmente, a pressão arterial do participante foi mensurada. Por medidas de segurança, se a pressão arterial estivesse maior que 150/90 mmHg, o participante aguardava sentado por mais cinco minutos e a medida era refeita. Se os valores permanecessem iguais ou maiores, o teste era remarcado para outra ocasião. Uma vez que a pressão arterial do participante estivesse adequada, o ciclo ergômetro foi ajustado, seguido pela colocação do frequencímetro e da máscara. Satisfeitas todas essas medidas, o teste foi iniciado. Após o teste, foi realizada uma volta à calma com o participante pedalando em uma velocidade confortável. Em seguida, o indivíduo permaneceu alguns instantes em repouso e uma nova medida da pressão arterial foi realizada. Somente após esse procedimento o participante foi liberado. Um médico do laboratório de pesquisa do exercício (LAPEX) da UFRGS acompanhou essas avaliações

Para o teste máximo, foi utilizado um protocolo de rampa cujo tempo para cada estágio foi de dois minutos e a cadência fixada entre 75 e 80 rpm. No primeiro estágio, os sujeitos iniciaram pedalando à 70W, após houve incrementos de 30W para cada estágio seguinte até que o indivíduo atingisse a exaustão. Simultaneamente ao protocolo, foi mensurado o consumo de oxigênio, a ventilação (VE), a produção de gás carbônico ( $VCO_2$ ), a taxa de troca respiratória (RER) e a frequência cardíaca (FC). Os valores dessas variáveis foram registrados a cada dez segundos ao longo da avaliação. O teste foi considerado máximo quando 2 dos 3

critérios descritos a seguir ocorreram: 1) quando a frequência cardíaca máxima estimada fosse atingida ( $220 - \text{idade}$ ); 2) quando o indivíduo fosse incapaz de manter a cadência mínima estabelecida de 75 rpm e; 3) quando um RER maior que 1,1 fosse atingido. Os indivíduos foram familiarizados com o procedimento em duas ocasiões anteriores ao teste.

### 3.6.7.3 Tratamento do dados

A análise dessas variáveis foi realizada no programa Excel. Dessa forma, os dados de cada sujeito foram exportados do software Breeze para uma planilha no Excel.

Os limiares ventilatórios foram determinados através do aumento exponencial da curva de ventilação em relação à intensidade, sendo o LV1 confirmado pelo método V-slope e o LV2 através do gráfico dos equivalentes respiratórios ( $VE/VCO_2$ ). Esses pontos foram analisados, independentemente, por dois fisiologistas experientes. Nos casos em que não houve concordância entre os dois analistas, um terceiro fisiologista foi consultado. Quando após a terceira avaliação ainda persistiu discordância, os limiares ventilatórios foram obtidos através da média das três avaliações.

O  $VO_2$  referente a cada limiar (LV1 e LV2) foi considerado o consumo de oxigênio no primeiro ( $V_{LV1}$ ) e no segundo ( $V_{LV2}$ ) limiar ventilatório. O mesmo ocorreu para as cargas nos limiares: a carga atingida no LV1 e LV2 foi assumida como  $W_{LV1}$  e  $W_{LV2}$ , respectivamente. Já o  $VO_{2\text{pico}}$  foi considerado como o máximo valor de  $VO_2$  obtido perto da exaustão. Finalmente, a carga máxima foi estimada através da equação  $W_{\text{máx}} = W_{\text{com}} + (t/120) \cdot \Delta W$ , onde  $W_{\text{com}}$  é a carga no último estágio do teste completado, “t” é o tempo no último estágio não completado e “ $\Delta W$ ” é o incremento de carga no último estágio (nesse caso, 30 W) (IZQUIERDO et al., 2003). As variáveis de limiares ( $V_{LV1}$ ,  $V_{LV2}$ ,  $W_{LV1}$  e  $W_{LV2}$ ) também foram normalizadas pelos valores máximos de cada medida ( $VO_{2\text{pico}}$  e  $W_{\text{máx}}$ ) e foram apresentadas em percentual do valor máximo.

### 3.6.8 Testes funcionais

#### 3.6.8.1 Instrumentos

- Cadeira, colchonetes, cone de plástico, fita métrica
- Cronometro digital da marca CASIO.

#### 3.6.8.2 Protocolo

Alguns testes funcionais da bateria de teste proposta por Hikli & Jones (1999) e o teste de sentar-levantar proposto por Araújo (1999) foram analisados. Esses testes foram realizados na mesma avaliação e foram executados na mesma ordem em que são descritos abaixo:

*8- foot up and go test (8-Ft)*: Sentado em uma cadeira, ao comando do avaliador, o participante deveria levantar, caminhar 2,44m, contornar um obstáculo (cone), retornar e sentar novamente na cadeira. Os participantes foram instruídos a realizar essa tarefa na máxima velocidade de caminhada (sem correr). Cada indivíduo realizou o teste três vezes com dez segundos de intervalo entre as tentativas. O tempo em segundos da tentativa de melhor valor foi registrado para análise.

*Levantar e sentar 30s*: Ao comando do avaliador, sentado em uma cadeira e com os braços cruzados sobre os ombros, o indivíduo realizou o movimento de levantar e sentar de uma cadeira, o máximo número de vezes, dentro de um período de 30 segundos. O teste foi realizado em apenas uma tentativa e o número de repetições foi registrado para análise.

*Sentar e levantar do chão (TSL)*: O indivíduo, em pé e de costas para um colchonete posicionado sobre o chão, foi orientado a sentar-se lentamente sobre o colchonete, utilizando o menor número de apoios que fosse possível. Após sentar, o mesmo comando foi dado para o movimento de levantar. Foi atribuída uma nota para cada movimento (sentar e levantar). Os critérios de pontuação foram os seguintes: a nota máxima foi de cinco pontos para cada movimento; foi descontado

um ponto para cada apoio que o indivíduo utilizou (mãos e joelhos sobre o chão ou mãos sobre os joelhos ou pernas); foi descontado meio ponto para qualquer desequilíbrio perceptível. Quando o indivíduo não conseguisse sentar ou levantar sem ajuda de uma pessoa, parede ou precisasse de quatro apoios para levantar e mais o apoio da mão sobre um dos joelhos, a nota mínima foi atribuída (zero). Foram realizadas duas tentativas, sendo a de maior valor registrada para análise.

### 3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para descrição dos resultados foi utilizada estatística descritiva com média e desvio padrão. A normalidade e a homogeneidade dos dados foram verificadas pelos testes de Shapiro Wilk e Levene, respectivamente (APENDICE E). Para a análise dos momentos pré e pós do período controle foi utilizado o teste de Bland-Altman. Para a comparação dos dados entre os três grupos, no período pré e pós treinamento, e para a comparação da carga máxima de treinamento de cada grupo para cada mesociclo foi realizado o teste *Generalized Estimating Equations* (GEE) com teste *post hoc* de Bonferroni para localizar as diferenças entre os grupos. Além disso, para comparações dos percentuais de aumento de algumas variáveis e o percentual de frequência de treinamento entre os grupos foi utilizado o teste de Análise de Variâncias ANOVA oneway. O tamanho do efeito foi calculado para cada grupo (momentos pré e pós treinamento) utilizando o teste de Cohen. O nível de significância adotado foi de  $\alpha = 0,05$  e os dados foram analisados no pacote estatístico SPSS versão 18.0.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 FLUXOGRAMA DOS PARTICIPANTES

Os grupos começaram o treinamento com o mesmo número de participantes. Ao longo do estudo, houve algumas perdas na amostra. No grupo combinado dias alternados (GCDA), um participante deixou o estudo por sentir dores no nervo ciático e o outro por problemas com compromissos de trabalho. No grupo força (GF), houve apenas uma desistência, também por motivos de trabalho. Já no grupo combinado mesmo dia (GCMD) houve um número maior de desistências: dois participantes deixaram o estudo por sentirem dores na região lombar; outros dois por não conseguirem conciliar o horário de trabalho com os horários do treinamento; e outro indivíduo sofreu um acidente doméstico no final do treinamento. Após esse período, foram selecionados mais 5 sujeitos para aumentarem o n amostral (distribuídos 4 no GCMD e 1 no GCDA). Dois sujeitos não compareceram nas avaliações cardiorrespiratórias resultando em uma diminuição do “n” nessa avaliação (Figura 8).

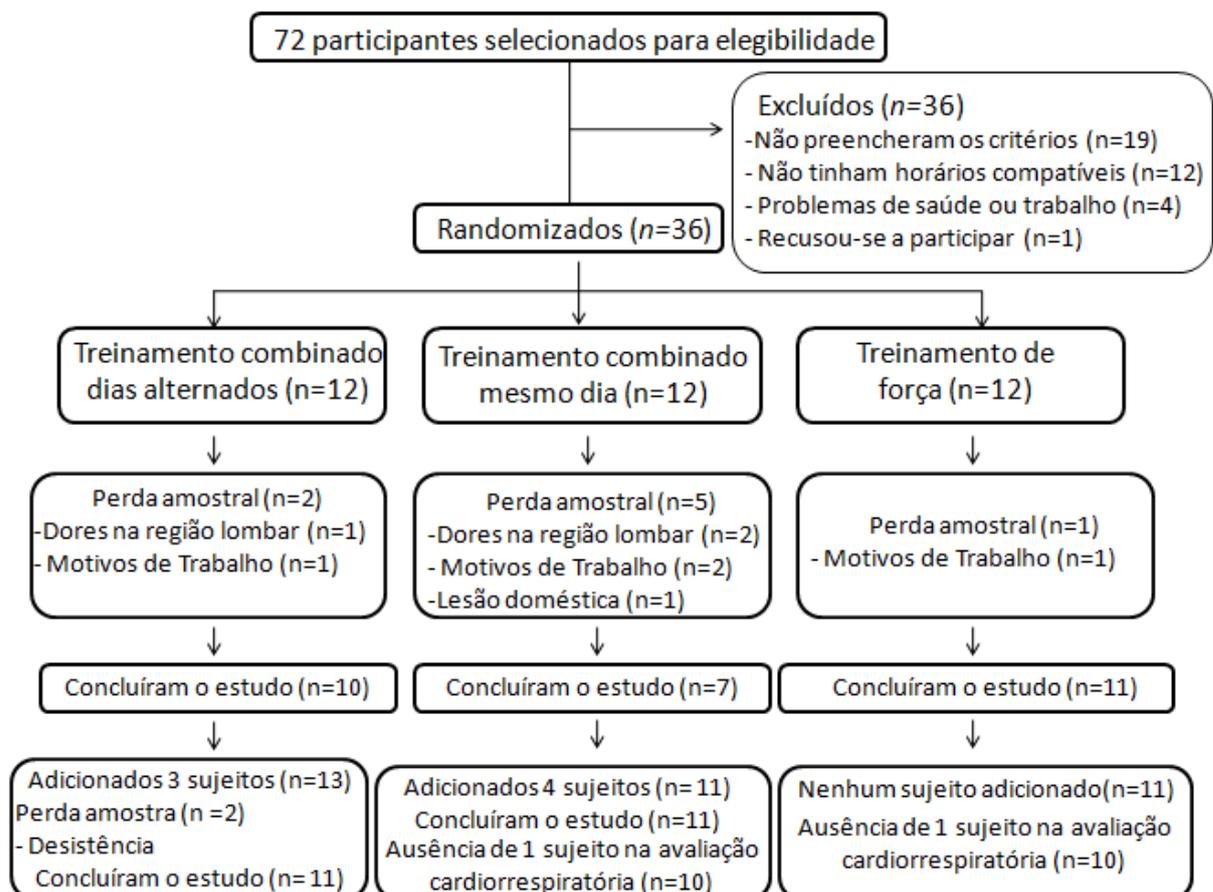


Figura 8. Fluxo dos participantes ao longo do estudo.

## 4.2 NORMALIDADE E HOMOGENEIDADE DOS DADOS

Os três grupos foram homogêneos quanto à variância dos dados. Algumas variáveis apresentaram distribuição não normal (APENDICE E). No entanto, o modelo estatístico adotado (*Generalized Estimating Equations*) tem sido muito utilizado em pesquisas da área da saúde, sendo considerado robusto o bastante para suportar dados não paramétricos (GUIMARÃES e HIRAKATA, 2012).

## 4.3 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A caracterização da amostra do momento pré treinamento é apresentada na **tabela 1**. Não houve diferença estatística entre os grupos para nenhuma das variáveis analisadas ( $p > 0,05$ ).

Tabela 1. Caracterização da amostra no pré treinamento. (Média  $\pm$  DP)

	<b>GCDA (n=11)</b>	<b>GCMD (n=11)</b>	<b>GF (n=11)</b>	<b>p</b>
Idade (anos)	66,2 $\pm$ 4,0	64,9 $\pm$ 4,9	64,9 $\pm$ 5,4	0,826
Estatura (cm)	171,1 $\pm$ 5,1	173,6 $\pm$ 6,4	171,5 $\pm$ 5,9	0,547
Massa corporal (Kg)	81,2 $\pm$ 15,1	79,4 $\pm$ 10,8	83,5 $\pm$ 7,5	0,694
Percentual de gordura (%)	27,3 $\pm$ 8,7	28,5 $\pm$ 6,8	33,0 $\pm$ 3,5	0,178

## 4.4 FREQUÊNCIA DE TREINAMENTO

Não foi observada diferença significativa entre os grupos para a frequência de treinamento (GCDA: 91,9  $\pm$  5,3%; GCMD: 95,1  $\pm$  5,9%; GF: 93,6  $\pm$  6,5%,  $p > 0,05$ ). Esses valores foram expressos em percentual, pois o GCDA teve uma frequência de quatro vezes por semana (48 sessões de treino ao todo), enquanto os outros grupos tiveram uma frequência semanal de duas vezes por semana, totalizando 24 sessões de treino.

#### 4.5 PERÍODO CONTROLE

O período controle foi realizado para as variáveis de força dinâmica máxima (teste de 1RM para extensores do joelho), consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2\text{pico}}$ ), teste de levantar e sentar 30s e *8 foot up and go test* (8-ft). Não houve diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre as semanas -4 e 0 do período controle (tabela 2). Além disso, todos os testes apresentaram um viés próximo de zero. Abaixo são apresentados os gráficos da análise de concordância entre as medidas para cada variável.

Tabela 2: Variáveis do período controle. Força dinâmica máxima dos extensores do joelho (1RM EJ), consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2\text{pico}}$ ), teste 8 foot up and go test (8-ft), teste de levantar e sentar 30s.

Variável	n	Semana -4	Semana 0	p
1RM EJ (Kg)	12	82,1 ± 8,5	82,4 ± 9,7	0,570
$VO_{2\text{pico}}$ (ml.Kg.min-1)	11	25,6 ± 3,4	26,4 ± 4,3	0,118
8-Ft (segundos)	12	5,7 ± 0,7	5,8 ± 0,7	0,173
Levantar e sentar 30s (repetições)	12	8,8 ± 11,3	9,3 ± 11,6	1,000

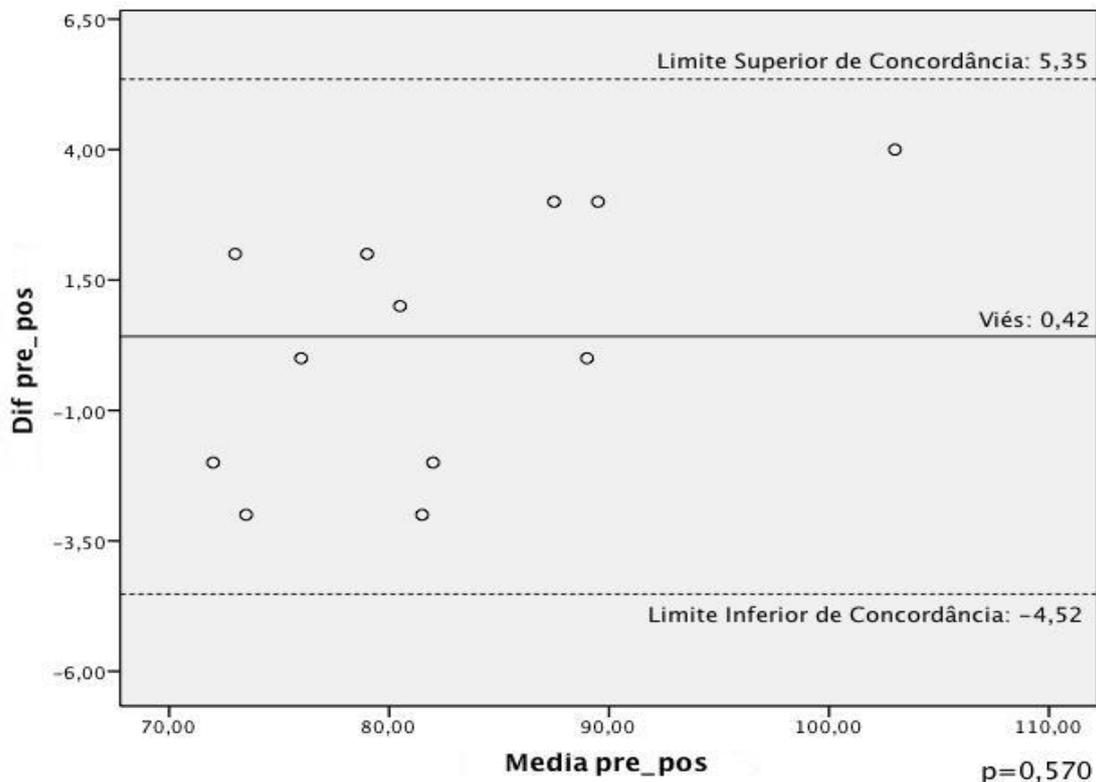


Figura 9: Limite de concordância superior e inferior entre as medidas de 1RM de extensão de joelhos nas semanas -4 e 0.

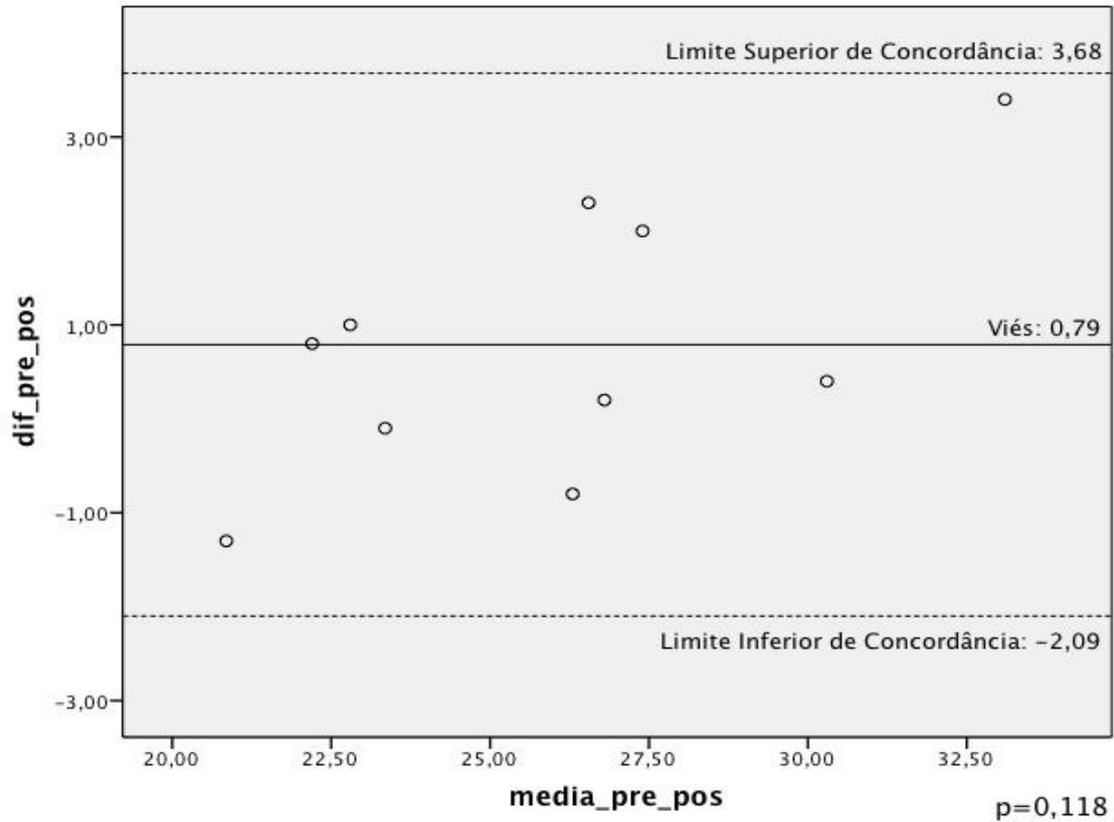


Figura 10: Limite de concordância superior e inferior entre as medidas de  $VO_{2\text{pico}}$  nas semanas -4 e 0.

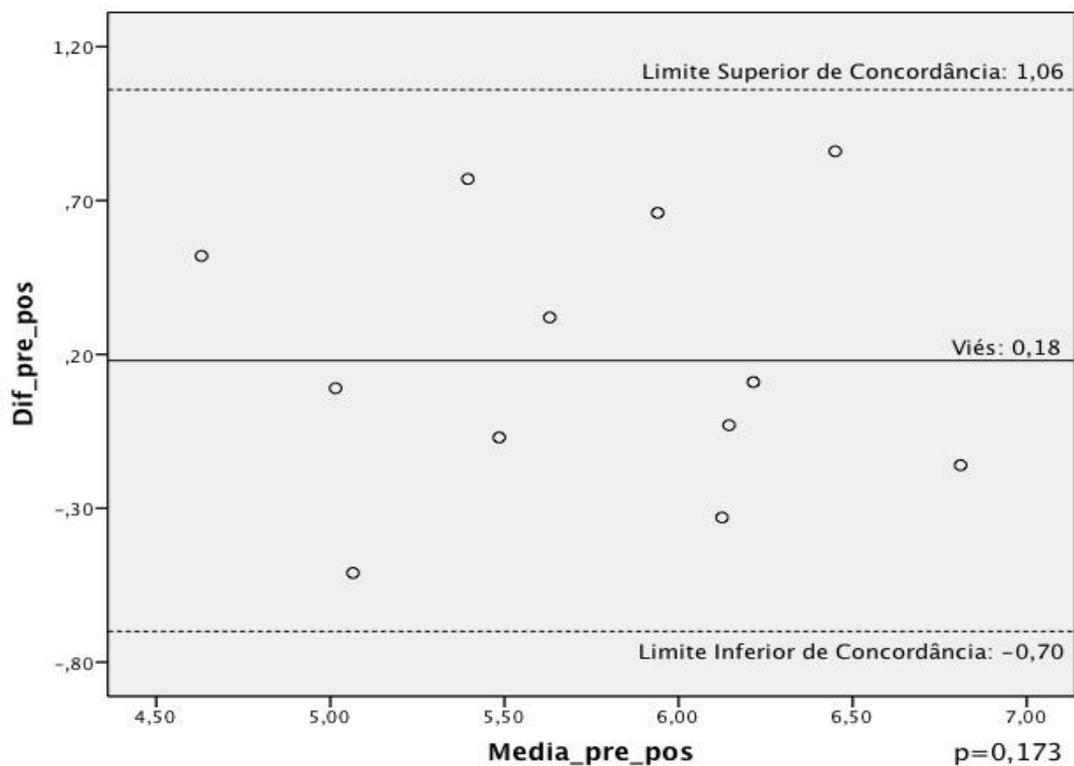


Figura 11: Limite de concordância superior e inferior entre as medidas do *8-foot up and go test* nas semanas -4 e 0.

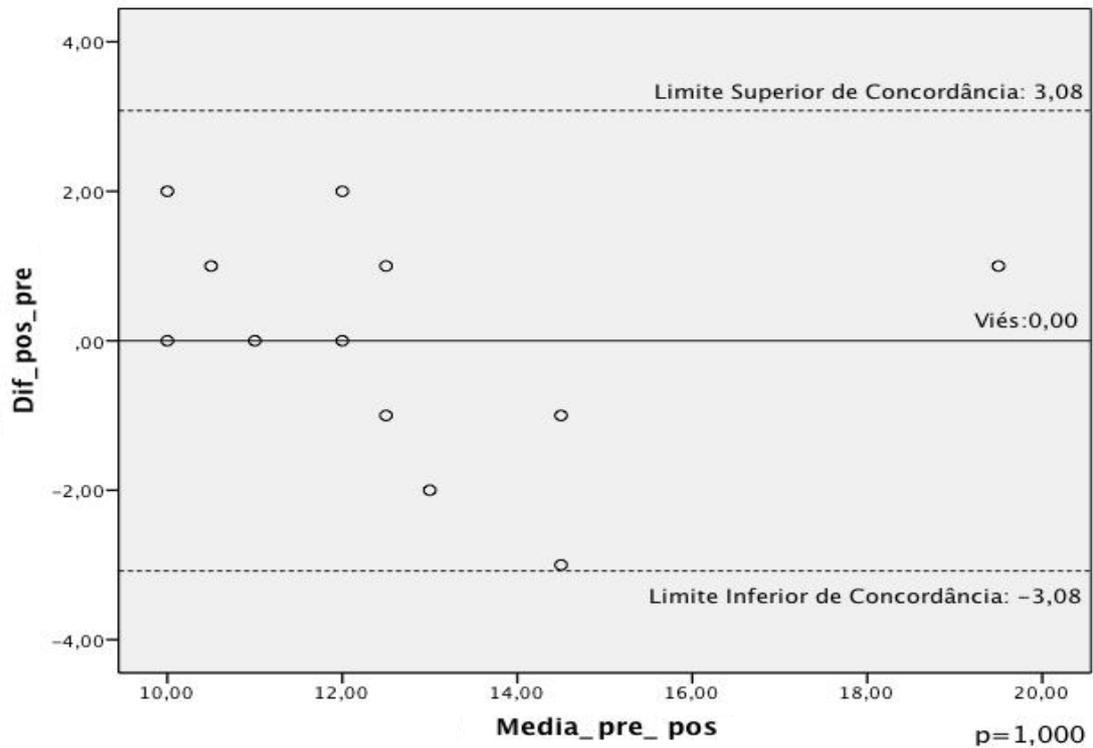


Figura 12: Limite de concordância superior e inferior entre as medidas do teste de levantar e sentar 30s nas semanas -4 e 0.

#### 4.7 CARGAS DE TREINAMENTO

Na análise das cargas de treino (relativizadas pelos valores de 1RM pré treinamento) foi observada uma interação significativa tempo\*grupo. O teste *post hoc* de Bonferroni indicou diferença significativa entre todos os mesociclos nos três grupos ( $p=0,001$ ), não havendo diferença entre os grupos ( $p= 0,900$ ) (Figura 13).

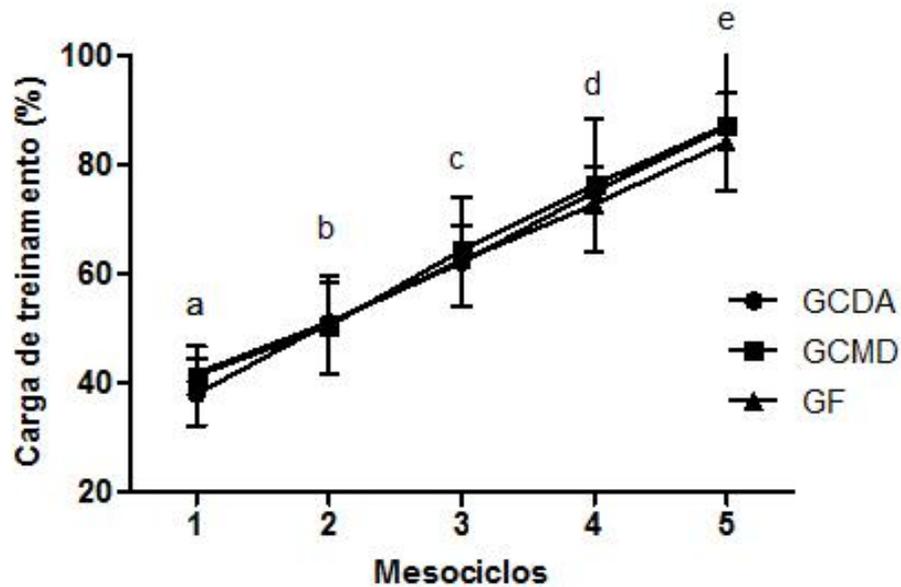


Figura 13: Carga de treinamento relativa aos valores de 1RM pré treinamento para cada mesociclo no exercício de extensão de joelhos. Letras diferentes indicam diferença entre os mesociclos para os três grupos.

#### 4.8 VARIÁVEIS NEUROMUSCULARES

As variáveis neuromusculares são apresentadas nas [tabelas 3 e 4](#). Exceto para a economia neuromuscular do músculo reto femoral, não houve diferença estatística entre os grupos nos momentos pré e pós treinamento para as variáveis neuromusculares.

Tabela 3: Força dinâmica máxima nos momentos pré, 6 semanas e pós treinamento. Valores em média e desvio padrão.

Variável	Grupo (n)	PRÉ	6 sem	PÓS	TE	Grupo	Tempo	Tempo*
1RM EJ (Kg)	GCDA (11)	74,2 ± 13,2 <sup>a</sup>	87,9 ± 12,0 <sup>b</sup>	104,5 ± 12,3 <sup>c</sup>	2,37	0,331	<0,001*	0,282
	GCMD (11)	74,5 ± 11,3 <sup>a</sup>	89,8 ± 13,4 <sup>b</sup>	106,3 ± 13,1 <sup>c</sup>	2,60			
	GF (11)	81,3 ± 11,7 <sup>a</sup>	95,7 ± 11,6 <sup>b</sup>	109,1 ± 11,8 <sup>c</sup>	2,37			

1RM: uma repetição máxima; EJ: extensores do joelho; TE: tamanho do efeito; sem: semanas. Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre os momentos.

#### 4.8.1 Força muscular dinâmica máxima (1RM)

Foi observado um aumento significativo na força dinâmica máxima para todos os grupos após seis semanas de treinamento (GCDA:  $19,8 \pm 11,2\%$ ; GCMD:  $20,7 \pm 4,9\%$ ; GF:  $18,4 \pm 8,7\%$ ,  $p < 0,001$ ) e após doze semanas (GCDA:  $43,0 \pm 15,1\%$ ; GCMD:  $43,5 \pm 8,3\%$ ; GF:  $35,4 \pm 13,5\%$ ,  $p < 0,001$ ). Além disso, também observamos um aumento significativo da sexta semana para o pós treinamento (GCDA:  $19,4 \pm 7,0\%$ ; GCMD:  $18,9 \pm 6,3\%$ ; GF:  $14,3 \pm 6,4\%$ ,  $p < 0,001$ ) (Tabela 3). Não houve diferença entre os grupos em nenhum momento ( $p > 0,05$ ). Os percentuais de aumentos são expressos graficamente na figura 14.

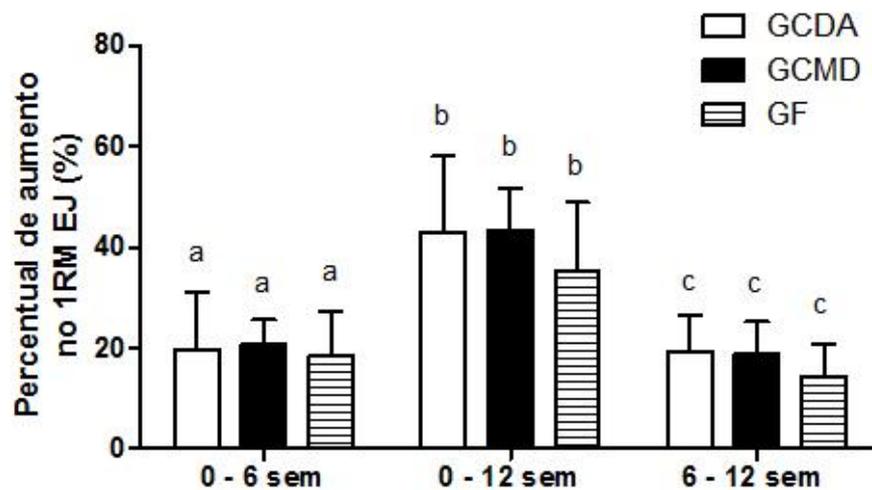


Figura 14: Percentual de aumento de 1RM no exercício de extensão de joelhos bilateral. Valores apresentados em média e desvio padrão. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os momentos.

Tabela 4: Variáveis neuromusculares pré e pós treinamento. Valores em média e desvio padrão.

Variável	Grupo (n)	PRÉ	PÓS	Δ%	TE	Grupo	Tempo	Tempo* grupo
CVM EJ (Kg)	GCDA (11)	42,7 ± 14,3	48,6 ± 21,8	14,1 ± 26,2	0,32	0,727	<0,001*	0,822
	GCMD (11)	37,6 ± 10,6	44,7 ± 10,7	24,3 ± 40,1	0,67			
	GF (11)	40,7 ± 9,0	46,4 ± 9,4	16,6 ± 21,1	0,62			
RML 60%pré (repetições)	GCDA (11)	14,3 ± 3,3	18,8 ± 3,2	35,1 ± 19,4	1,38	0,780	<0,001*	0,098
	GCMD (11)	14,7 ± 2,9	18,0 ± 2,9	23,9 ± 15,7	1,14			
	GF (11)	14,7 ± 1,7	19,3 ± 2,3	31,5 ± 13,4	2,27			
TMPF	GCDA (11)	1202,6 ± 906	1015,2 ± 852	-7,7 ± 83,2	0,21	0,997	0,650	0,648
	GCMD (11)	1115,7 ± 528	953,6 ± 366,2	-0,3 ± 45,7	0,36			
	GF (11)	984,9 ± 663	1027,3 ± 559	63,1 ± 167,7	0,07			
Ativação máxima RF (μV)	GCDA (11)	204,7 ± 70,9	242,3 ± 147,8	16,4 ± 45,7	0,32	0,192	0,023*	0,588
	GCMD (11)	156,9 ± 48,6	174,1 ± 59,0	12,9 ± 22,8	0,32			
	GF (11)	165,2 ± 70,2	201,8 ± 66,9	37,1 ± 56,9	0,53			
Ativação máxima VL (μV)	GCDA (11)	253,5 ± 130,4	415,9 ± 286,0	78,6 ± 75,8	0,73	0,332	0,002*	0,184
	GCMD (11)	216,7 ± 72,5	270,9 ± 120,9	12,9 ± 22,8	0,54			
	GF (11)	244,9 ± 132,0	273,6 ± 83,1	34,4 ± 62,5	0,26			
Ativação máxima VM (μV)	GCDA (11)	195,6 ± 97,0	305,6 ± 177,4	60,4 ± 77,1	0,77	0,192	0,015*	0,079
	GCMD (11)	174,1 ± 99,2	183,2 ± 96,4	18,2 ± 59,0	0,09			
	GF (11)	175,8 ± 90,2	186,5 ± 69,3	28,7 ± 61,0	0,13			
Economia neuromuscular RF (%)	GCDA (11)	53,6 ± 14,1 <sup>ABa</sup>	52,7 ± 13,2 <sup>ABb</sup>	-0,9 ± 15,3	0,07	0,018*	0,021*	0,346
	GCMD (11)	60,6 ± 11,4 <sup>Aa</sup>	52,2 ± 9,4 <sup>Ab</sup>	-8,5 ± 13,6	0,80			
	GF (11)	51,2 ± 15,4 <sup>Ba</sup>	41,8 ± 11,0 <sup>Bb</sup>	-9,4 ± 19,3	0,70			
Economia neuromuscular VL (%)	GCDA (11)	60,8 ± 9,0	54,3 ± 16,9	-6,5 ± 14,3	0,48	0,985	0,003*	0,640
	GCMD (11)	62,2 ± 18,3	52,5 ± 15,6	-9,7 ± 21,1	0,57			
	GF (11)	65,3 ± 21,5	51,0 ± 11,6	-14,3 ± 25,7	0,83			
Economia neuromuscular VM (%)	GCDA (11)	54,5 ± 9,2	51,4 ± 17,2	-3,1 ± 12,2	0,22	0,166	0,220	0,674
	GCMD (11)	56,7 ± 14,6	49,6 ± 14,5	-2,9 ± 15,7	0,49			
	GF (11)	46,6 ± 13,7	46,3 ± 11,1	-0,2 ± 16,5	0,02			

CVM: contração voluntária isométrica máxima; EJ: extensores do joelho; RML: resistência muscular localizada; TMPF: taxa máxima de produção de força; RF: reto femoral; VL: vasto lateral; VM: vasto medial; TE: tamanho do efeito. Letras minúsculas indicam diferença estatisticamente significativa entre os momentos. Letras maiúsculas indicam diferenças entre os grupos.

#### **4.8.2 Força muscular isométrica máxima (CVM), Força de resistência muscular (RML) e Taxa máxima de produção de força (TMPF)**

Houve um aumento significativo na força isométrica máxima para os três grupos após o treinamento ( $p < 0,001$ ), sem diferenças entre os grupos ( $p = 0,822$ ) (Tabela 4). Os resultados da força isométrica máxima são apresentados graficamente na sessão de apêndices (APÊNDICE F).

Para a força de resistência muscular (60% da carga de 1RM pré treinamento), os três grupos apresentaram um aumento significativo no número de repetições após o treinamento ( $p < 0,001$ ). Além disso, os grupos não apresentaram diferenças entre eles ( $p > 0,05$ ) (Tabela 4). Os resultados da força de resistência são apresentados graficamente na sessão de apêndices (APÊNDICE G).

No entanto, para a TMPF nenhum dos grupos apresentou melhoras significativas após o treinamento ( $p > 0,05$ ) (Tabela 4).

#### **4.8.3 Ativação muscular máxima**

Após o período de treinamento, observou-se um aumento significativo na ativação muscular máxima dos músculos reto femoral ( $p = 0,023$ ), vasto lateral ( $p = 0,002$ ) e vasto medial ( $p = 0,015$ ). No entanto, não foram observadas diferenças entre os grupos em nenhum momento ( $p > 0,05$ ) (Tabela 4). Os resultados da ativação muscular máxima são apresentados graficamente na sessão de apêndices (APÊNDICE H).

#### **4.8.4 Economia neuromuscular**

Após o treinamento, houve uma melhora significativa em todos os grupos na economia neuromuscular dos músculos reto femoral ( $p = 0,021$ ) e vasto lateral ( $p = 0,003$ ). Para o músculo vasto lateral, não houve diferença significativa entre os grupos ( $p = 0,985$ ). Já para o músculo reto femoral, o GCMD apresentou maiores valores que o GF tanto no pré quanto no pós treinamento ( $p = 0,018$ ). No entanto, a análise estatística do delta percentual do músculo reto femoral entre os três grupos

não mostrou diferença significativa entre os grupos ( $p= 0,415$ ) (Figura 15). Finalmente, não foi observada diferença estatisticamente significativa após o treinamento para nenhum dos grupos na economia neuromuscular do músculo vasto medial ( $p=0,650$ ). (Tabela 4). Os resultados da economia neuromuscular são apresentados graficamente na sessão de apêndices (APÊNDICE I).

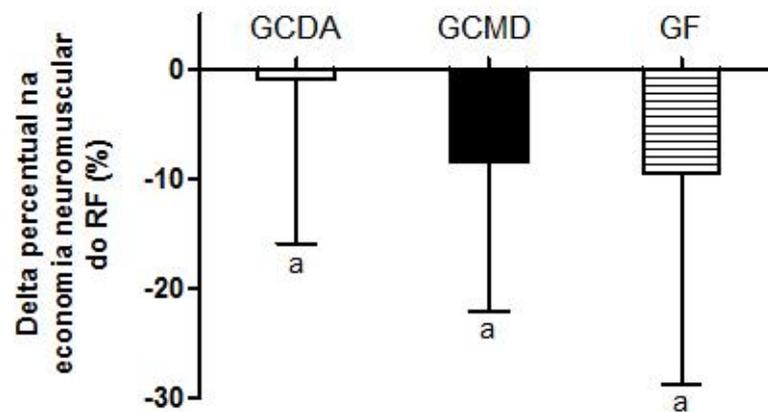


Figura 15: Delta percentual na economia neuromuscular do músculo reto femoral após o período de treinamento. Valores apresentados em média e desvio padrão. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa.

#### 4.9 VARIÁVEIS FUNCIONAIS

As variáveis funcionais são apresentadas na tabela 5. Não houve diferença estatística entre os grupos para as variáveis funcionais no momento pré treinamento ( $p > 0,05$ ).

Tabela 5: Variáveis funcionais nos momentos pré e pós treinamento. Valores em média e desvio padrão.

Variável	Grupo (n)	PRÉ	PÓS	$\Delta\%$	TE	Grupo	Tempo	Tempo* Grupo
8-Ft (segundos)	GCDA (11)	5,8 $\pm$ 0,6	5,1 $\pm$ 0,6	-12,2 $\pm$ 7,9	1,17	0,207	<0,001*	0,672
	GCMD (11)	5,8 $\pm$ 0,9	5,2 $\pm$ 0,7	-9,9 $\pm$ 6,3	0,74			
	GF (11)	5,6 $\pm$ 0,6	4,8 $\pm$ 0,4	-13,6 $\pm$ 7,0	1,57			
Levantar e sentar 30s (repetições)	GCDA (11)	12,0 $\pm$ 1,9	15,0 $\pm$ 2,0	26,0 $\pm$ 13,2	1,54	0,135	<0,001*	0,191
	GCMD (11)	12,8 $\pm$ 2,6	16,9 $\pm$ 2,5	35,1 $\pm$ 24,5	1,58			
	GF (11)	13,0 $\pm$ 2,7	17,1 $\pm$ 2,7	34,2 $\pm$ 24,1	1,52			
TSL - Sentar (pontos)	GCDA (11)	3,5 $\pm$ 0,6	4,0 $\pm$ 0,3	14,8 $\pm$ 14,9	1,05	0,505	<0,001*	0,625
	GCMD (11)	3,2 $\pm$ 0,6	4,0 $\pm$ 0,3	26,7 $\pm$ 18,7	1,69			
	GF (11)	3,5 $\pm$ 0,9	4,0 $\pm$ 0,4	35,2 $\pm$ 48,6	0,72			
TSL – Levantar (pontos)	GCDA (11)	3,3 $\pm$ 0,7	3,7 $\pm$ 0,7	15,4 $\pm$ 15,0	0,57	0,085	<0,001*	0,844
	GCMD (11)	3,5 $\pm$ 0,7	3,9 $\pm$ 0,2	12,9 $\pm$ 29,6	0,78			
	GF (11)	3,6 $\pm$ 0,4	4,1 $\pm$ 0,3	13,5 $\pm$ 12,8	1,41			

8-Ft: 8 foot up and go test; TSL; teste de sentar e levantar do chão; TE: tamanho do efeito. Letras maiúsculas indicam diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

#### 4.9.1 8 foot up and go test (8-Ft)

Após o período de treinamento, houve uma redução no tempo para realizar o teste funcional “8 foot up and go test” para os três grupos ( $p < 0,001$ ), caracterizando uma melhora significativa na mobilidade. Ainda, não houve diferença significativa entre os grupos ( $p=0,207$ ) (Tabela 5). Os resultados do teste 8-Ft são apresentados graficamente na sessão de apêndices (APÊNDICE J).

#### 4.9.2 Teste de levantar e sentar 30s

Foi observada uma melhora significativa no teste de levantar e sentar 30s para os três grupos após as doze semanas de treinamento ( $p < 0,001$ ), sem haver diferença entre os mesmos ( $p = 0,135$ ). Os resultados do teste de levantar e sentar 30s são apresentados graficamente na sessão de apêndices (APÊNDICE L) (Tabela 5).

### 4.9.3 Teste de sentar e levantar do chão (TSL)

Na análise do teste de sentar e levantar do chão, observou-se uma melhora significativa após o período de treinamento para os três grupos tanto na fase de sentar ( $p < 0,001$ ), quanto na fase de levantar ( $p < 0,001$ ) do teste. Além disso, não houve diferença significativa entre os grupos em ambas as fases do teste ( $p > 0,05$ ) (Tabela 5).

### 4.10 VARIÁVEIS CARDIORRESPIRATÓRIAS

As variáveis cardiorrespiratórias são apresentadas na tabela 6. Não houve diferença estatística entre os grupos para as variáveis cardiorrespiratórias no momento pré treinamento.

Tabela 6: Variáveis cardiorrespiratórias pré e pós treinamento. Valores em média e desvio padrão.

Variável	Grupo (n)	PRÉ	PÓS	$\Delta\%$	TE	Grupo	Tempo	Tempo *grupo
$VO_{2\text{pico}}$ (ml.Kg.min <sup>-1</sup> )	GCDA (11)	23,2 ± 4,7	27,9 ± 5,9	24,7 ± 31,4	0,88	0,706	<0,001*	0,124
	GCMD (10)	25,0 ± 4,5	28,3 ± 6,3	13,3 ± 15,7	0,60			
	GF (10)	24,6 ± 2,6	25,8 ± 3,2	4,8 ± 8,7	0,41			
%V <sub>LV1</sub> (%)	GCDA (11)	61,0 ± 15,8	61,8 ± 9,5	0,8 ± 10,3	0,06	0,968	0,898	0,868
	GCMD (10)	63,0 ± 13,6	62,0 ± 11,8	-1,0 ± 10,8	0,08			
	GF (10)	61,5 ± 8,6	62,6 ± 3,9	1,1 ± 8,4	0,16			
$V_{LV1}$ (ml.Kg.min <sup>-1</sup> )	GCDA (11)	14,1 ± 4,6	16,9 ± 2,8	32,6 ± 44,0	0,74	0,721	0,006*	0,491
	GCMD (10)	15,3 ± 1,3	17,4 ± 3,4	12,9 ± 20,5	0,82			
	GF (10)	15,2 ± 2,8	16,2 ± 2,5	8,9 ± 19,8	0,38			
%V <sub>LV2</sub> (%)	GCDA (11)	84,3 ± 14,5	84,5 ± 7,9	0,2 ± 14,4	0,02	0,159	0,446	0,626
	GCMD (10)	90,1 ± 5,7	86,5 ± 6,6	-3,6 ± 8,1	0,58			
	GF (10)	90,6 ± 8,0	90,1 ± 6,3	-0,6 ± 8,6	0,07			
$V_{LV2}$ (ml.Kg.min <sup>-1</sup> )	GCDA (11)	19,3 ± 4,6	23,5 ± 5,6	28,5 ± 40,5	0,82	0,356	0,009*	0,404
	GCMD (10)	22,4 ± 3,4	24,4 ± 5,3	9,1 ± 18,0	0,45			
	GF (10)	22,4 ± 3,4	23,3 ± 4,1	5,9 ± 14,8	0,24			
$W_{\text{max}}$ (watts)	GCDA (11)	169,8 ± 36,2	176,9 ± 28,4	4,3 ± 12,2	0,22	0,683	0,288	0,832
	GCMD (10)	171,1 ± 50,1	171,6 ± 32,1	1,4 ± 18,9	0,01			
	GF (10)	159,8 ± 35,2	165,3 ± 29,7	3,4 ± 12,3	0,17			
%W <sub>LV1</sub> (%)	GCDA (11)	53,4 ± 16,24	52,3 ± 6,9	-1,1 ± 15,0	0,09	0,742	0,767	0,806
	GCMD (10)	51,0 ± 15,6	52,0 ± 8,1	1,0 ± 13,3	0,08			
	GF (10)	53,0 ± 12,9	56,2 ± 14,4	3,2 ± 16,6	0,23			
$W_{LV1}$ (W)	GCDA (11)	86,4 ± 15,7	91,8 ± 14,0	9,0 ± 23,5	0,36	0,752	0,075	0,938
	GCMD (10)	82,0 ± 21,0	88,0 ± 15,5	10,5 ± 23,4	0,33			
	GF (10)	82,0 ± 15,5	91,0 ± 20,2	15,4 ± 36,9	0,50			
%W <sub>LV2</sub> (%)	GCDA (11)	88,5 ± 7,5	85,5 ± 11,9	-3,0 ± 14,9	0,30	0,618	0,691	0,691
	GCMD (10)	88,1 ± 9,8	89,6 ± 6,1	1,5 ± 10,9	0,18			
	GF (10)	90,0 ± 6,3	89,2 ± 9,7	-0,8 ± 8,1	0,10			
$W_{LV2}$ (W)	GCDA (11)	149,1 ± 27,7	151,8 ± 33,1	2,0 ± 14,1	0,09	0,776	0,808	0,615
	GCMD (10)	150,0 ± 43,2	154,0 ± 31,0	8,1 ± 26,3	0,11			
	GF (10)	144,0 ± 33,1	148,0 ± 32,2	3,7 ± 13,8	0,12			

$VO_{2\text{pico}}$ : consumo de oxigênio de pico;  $V_{LV1}$  e  $V_{LV2}$ : consumo de oxigênio no primeiro e segundo limiar ventilatório, respectivamente; % $V_{LV1}$  e % $V_{LV2}$ : consumo de oxigênio nos limiares ventilatórios relativo ao  $VO_{2\text{pico}}$ ;  $W_{\text{max}}$ : carga máxima;  $W_{LV1}$  e  $W_{LV2}$ : Carga no primeiro e segundo limiar ventilatório, respectivamente; % $W_{LV1}$  e % $W_{LV2}$ : carga nos limiares ventilatórios relativo à carga máxima; TE: tamanho do efeito. Letras maiúsculas indicam diferença estatisticamente significativa entre os grupos

#### **4.10.1 Consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2pico}$ ), consumo de oxigênio no primeiro e segundo limiar ventilatório ( $\%V_{LV1}$ e $\%V_{LV2}$ ) e consumo de oxigênio no primeiro e segundo limiar ventilatório relativos ao $VO_{2pico}$ ( $\%V_{LV1}$ e $\%V_{LV2}$ ).**

Após doze semanas de treinamento, foi observado um aumento significativo no consumo de oxigênio de pico para todos os grupos ( $p < 0,001$ ), não havendo diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p = 0,706$ ) (Tabela 6). Os resultados do consumo de oxigênio de pico são apresentados graficamente na sessão de apêndices (APÊNDICE M).

Além disso, todos os grupos apresentaram aumento para o consumo de oxigênio no primeiro ( $p = 0,006$ ) e segundo ( $p = 0,009$ ) limiar ventilatório, após o treinamento, sem haver diferenças entre eles ( $p > 0,05$ ) (Tabela 6).

No entanto, não foi observada diferença estatisticamente significativa para nenhum dos grupos no consumo de oxigênio no primeiro ( $p = 0,968$ ) e no segundo ( $p = 0,446$ ) limiar ventilatório quando expressos em percentual do consumo de oxigênio de pico. Além disso, para ambas variáveis ( $\%V_{LV1}$  e  $\%V_{LV2}$ ), não houve diferenças entre os grupos no pré ou no pós treinamento ( $p > 0,05$ ) (Tabela 6).

#### **4.10.2 Carga máxima ( $W_{max}$ ), carga no primeiro e segundo limiar ventilatório ( $W_{LV1}$ e $W_{LV2}$ ) carga no primeiro e segundo limiar ventilatório relativo a $W_{max}$ ( $\%W_{LV1}$ e $\%W_{LV2}$ ).**

Após o treinamento, nenhum dos grupos apresentou um aumento estatisticamente significativo para  $W_{max}$ ,  $W_{LV1}$ ,  $W_{LV2}$ ,  $\%W_{LV1}$  e  $\%W_{LV2}$  ( $p > 0,05$ ). Além disso, não houve diferenças entre os grupos em nenhum momento ( $p > 0,05$ ) (Tabela 6).

## 5 DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo indicaram uma melhora significativa em todos os grupos na força muscular máxima dinâmica e isométrica, na força de resistência, na ativação muscular máxima e na economia neuromuscular, sem haver diferença entre os grupos. O mesmo ocorreu em todos os testes funcionais. No entanto, nenhum dos grupos apresentou melhoras para a força rápida (TMPF). Assim, os três programas de treinamento promoveram incrementos semelhantes sobre os parâmetros funcionais e neuromusculares de homens idosos. Isso indica que, tanto o TC estruturado em dias alternados como no mesmo dia (sessão com o treino de força precedendo o treino aeróbio), podem ser tão eficientes quanto o TF isolado para a melhora desses parâmetros em indivíduos idosos.

O desenvolvimento da força muscular é, particularmente, bastante importante para o idoso, uma vez que ocorre um declínio natural dos níveis de força ao longo do processo de envelhecimento (LYNCH et al., 1999). Esse declínio pode trazer impactos negativos sobre a capacidade funcional do idoso, prejudicando a realização das atividades de vida diária e tornando-os mais suscetíveis a quedas e hospitalização (VERAS et al., 2009). No entanto, corroborando com nossos achados, diversos estudos têm observado que tanto o TC quanto o TF isolado podem proporcionar significativos ganhos na força muscular para essa população (IZQUIERDO et al., 2004, 2005; SILLAMPAA et al., 2008, 2010; AHTIANEM et al., 2009; CADORE et al., 2010; HOLVIALA et al. 2010; KARAVIRTA et al., 2011).

No presente estudo, os três grupos de treinamento obtiveram melhoras significativas sobre a força muscular dinâmica máxima (GCDA:  $43,0 \pm 15,1\%$ ; GCMD:  $43,5 \pm 8,3\%$ ; GF:  $35,4 \pm 13,5\%$ ). A magnitude dos percentuais de aumento observados no presente foi semelhante ou maior aos aumentos reportados na literatura. Estudos que comparam o TF isolado com o TC em dias alternados, durante 21 semanas, com frequência de duas vezes por semana e utilizando uma periodização de TF que trabalhou progressivamente a resistência muscular, hipertrofia e força máxima, encontraram aumentos menores aos observados em nosso estudo. Sillampaa et al. (2008) observaram aumentos de  $22 \pm 8\%$  e  $23 \pm 9\%$  para a força muscular dinâmica máxima no exercício *leg press* para os grupos que realizaram o treinamento de força ou combinado, respectivamente. Já em estudo semelhante, Holviala et al. (2010) observaram aumentos de  $20 \pm 8\%$  para o grupo que

realizou o treinamento de força e de  $21\pm 7\%$  para o que realizou o treinamento combinado. Ainda, Karavirta et al. (2009) também observaram aumentos parecidos para a força dinâmica máxima no exercício *leg press* no grupo treinamento de força  $21\pm 8\%$  e combinado  $22\pm 9\%$ . Essas diferenças entre os percentuais de aumento observados na literatura com os do presente estudo poderiam ser explicadas por algumas diferenças metodológicas entre os estudos: 1) embora os autores desses estudos se refiram à população utilizada como sendo indivíduos idosos, a média de idade da amostra desses estudos está abaixo dos 60 anos de idade (Sillampaa et al. (2008):  $56\pm 6$  anos; Holviala et al. (2010):  $56\pm 2$  anos; Karavirta et al. (2009) :  $56\pm 7$  anos). No presente estudo, a média de idade dos indivíduos foi de  $66\pm 5$  anos, ou seja, em torno de dez anos mais elevada.

Essa diferença na idade poderia explicar os maiores aumentos percentuais observados no presente estudo, pois, indivíduos mais velhos tendem a apresentar menores níveis de força muscular e, portanto, uma maior janela de treinamento. Reforçando essa afirmação, em estudo de Linch et al. (1999), 703 indivíduos com idade variando entre 19 e 93 anos, foram divididos em grupos de acordo com a década de idade e foi demonstrado que indivíduos acima dos 60 anos de idade já apresentam uma redução significativa na força muscular (avaliada pelo pico de torque concêntrico) quando comparados com indivíduos mais jovens; 2) os exercícios utilizados para avaliar a força dinâmica máxima diferem entre os estudos. No presente estudo foi utilizado o exercício de extensão de joelhos, enquanto que os demais estudos utilizaram o exercício de *leg press*. Existem claras diferenças biomecânicas entre os dois exercícios: o *leg press* é um exercício multiarticular que estimula o recrutamento dos extensores e flexores do joelho e do quadril, enquanto que o exercício de extensão de joelhos é um exercício monoarticular, recrutando primariamente os extensores do joelho. Essas diferenças entre os exercícios utilizados para a avaliação da força dinâmica máxima podem ser também responsáveis pelas diferenças nos aumentos percentuais. Isso foi demonstrado em estudo de Bell et al. (2000), observando que, após o período de treinamento, o percentual de aumento no exercício de extensão de joelho diferiu do observado no exercício de *leg press*; 3) naturalmente, diferenças entre a periodização do treinamento utilizada no presente estudo com a periodização dos outros estudos também podem justificar essas diferenças no aumento percentual da força dinâmica máxima.

Por outro lado, em estudo de Cadore et al. (2012), utilizando um treinamento idêntico ao do presente estudo, mas com frequência de três vezes por semana, foi observado um aumento de  $35 \pm 21\%$  no grupo que realizou o treinamento combinado na mesma sessão com o treino de força precedendo o treino aeróbio. Interessantemente, utilizando um volume de treinamento menor (duas vezes por semana), nós observamos incrementos de força semelhantes (GCDA:  $43,0 \pm 15,1\%$ ; GCMD:  $43,5 \pm 8,3\%$ ; GF:  $35,4 \pm 13,5\%$ ) aos encontrados por Cadore et al. (2012). Isso sugere que o volume de treino pode não ser tão importante quanto a intensidade para o aumento de força em um período inicial de treinamento (12 semanas). De fato, alguns estudos vêm demonstrando que um volume de treino reduzido pode gerar ganhos de força semelhantes a treinamentos com maior volume (WOOD et al., 2001; IZQUIERDO et al., 2004; FERRARI et al., 2013; RADAELLI et al., 2013). Por exemplo, em estudo de Izquierdo et al. (2004), foi observado que o grupo que realizou o treinamento combinado com frequência de uma vez por semana obteve ganhos semelhantes ao grupo que realizou somente o treino de força duas vezes por semana (38% e 41%, respectivamente).

Outro importante resultado do estudo foram os ganhos significativos na força muscular dinâmica em seis semanas de treinamento (GCDA:  $19,8 \pm 11,2\%$ ; GCMD:  $20,7 \pm 4,9\%$ ; GF:  $18,4 \pm 8,7\%$ ). Esse resultado é interessante, pois na fase inicial da periodização, o treinamento de força priorizou a resistência muscular localizada e, a partir da quinta semana, entrou em uma zona mais próxima do objetivo de hipertrofia. Esses dados indicam que ganhos significativos na força máxima podem ocorrer mesmo utilizando um treinamento com maior número de repetições e intensidade mais baixa (entre 40% e 60% de 1RM). Em um estudo com treinamento parecido ao nosso (3-4 séries de 10-15 repetições por semana com carga variando de 50-70% de 1RM), Izquierdo et al. (2004) observaram um aumento de 22% na força máxima após oito semanas para o grupo que realizou o TC e de 27% para grupo que realizou o TF isolado. Esses resultados estão de acordo com os encontrados no presente estudo, contudo, cabe ressaltar que esses autores avaliaram a força máxima no exercício de meio agachamento.

A força isométrica caracteriza uma forma de manifestação da força muscular que está presente no cotidiano, principalmente ao realizar tarefas em que se deva manter a postura estática por um determinado tempo, bem como segurar algum objeto ou aguardar em pé em uma fila de banco, mercado ou parada de ônibus.

Dessa forma, se torna um parâmetro importante para a funcionalidade de indivíduos idosos. No presente estudo, foi observada uma melhora significativa da força máxima isométrica, sem haver diferença entre os grupos (GCDA:  $14 \pm 26\%$ ; GCMD:  $24 \pm 40\%$ ; GF:  $16 \pm 21\%$ ). De fato, os aumentos percentuais nesse parâmetro são reduzidos quando comparados aos ganhos de força máxima, por exemplo. Isso ocorre por uma questão de especificidade do treinamento, já que os ganhos na força são específicos ao tipo de contração e ângulos que se utiliza (FLECK E KRAEMER, 2006) e, assim como no presente estudo, a maioria dos estudos adota treinamentos compostos por contrações dinâmicas.

Estudos que compararam o treinamento de força isolado com o treinamento combinado em dias alternados, durante 21 semanas, com frequência de duas vezes por semana observaram uma melhora da força máxima isométrica após o treinamento, sem haver diferença entre os grupos. Em estudo de Holviala et al. (2010), foi observada uma melhora de 10% na força isométrica máxima (avaliada na extensão de joelhos) para o grupo força e de 13% para o grupo treinamento combinado. Já, avaliando a força isométrica máxima no exercício de *leg press*, Karavirta et al. (2011) encontraram uma melhora de  $14 \pm 11\%$  para o grupo força e de  $20 \pm 15\%$  para o grupo combinado. Em outro estudo de Athiainen et al. (2009) foi observado um aumento de  $17 \pm 14\%$  para o grupo força e  $22 \pm 17\%$  para o grupo combinado. Os resultados observados no presente estudo estão de acordo com os encontrados na literatura. No entanto, cabe ressaltar que os aumentos observados no presente estudo ocorreram em 12 semanas contra 21 semanas dos outros estudos.

Em estudo semelhante ao nosso, mas utilizando uma frequência de três vezes por semana, Cadore et al. (2012) observaram um aumento de  $8 \pm 7\%$  no grupo que realizou o treinamento combinado com treino de força precedendo o treino aeróbio e de  $6 \pm 9\%$  no grupo que realizou o treino combinado com ordem inversa. Isso sugere que, também para esse parâmetro, uma maior frequência semanal não proporciona maiores ganhos.

O efeito de interferência é caracterizado por um menor desenvolvimento da força muscular nos indivíduos que realizam o treinamento combinado em comparação com os que realizam o treinamento de força isolado (HICKSON, 1980; CADORE et al., 2010). Um importante achado do presente estudo foi que não houve efeito de interferência sobre nenhum parâmetro neuromuscular, tanto para o

treinamento combinado realizado em dias alternados quanto para o realizado no mesmo dia. Contrapondo nossos achados, Cadore et al. (2010), observaram interferência nos ganhos neuromusculares entre o grupo que executou somente o treinamento de força e o grupo que realizou o treinamento combinado. Contudo, os autores afirmaram que isso pode ter ocorrido pelo fato do treino aeróbio ter precedido o treino de força nas sessões de treinamento combinado, gerando uma fadiga que prejudicou a qualidade do treino de força. Além disso, reforçando esses achados, em estudo mais recente, Cadore e colaboradores (2012a) observaram que a execução do treino de força antes do treino aeróbio otimiza os ganhos neuromusculares, indicando que a ordem de execução do treinamento combinado é uma variável de suma importância.

No presente estudo, o grupo GCMD realizou o treino de força sempre antes do treino aeróbio. Adotamos essa ordem baseados em estudos prévios (DE SOUZA et al., 2007; CADORE et al., 2012b), para que a qualidade do treino de força (carga de treinamento) não fosse prejudicada por uma possível fadiga decorrente do treino aeróbio. O esperado era que com essa ordem o grupo GCMD manteria a intensidade de treinamento semelhante aos grupos GF e GCDA, garantindo ganhos semelhantes na força muscular. Isso foi confirmado por meio do registro das cargas de treino ao longo da periodização em cada mesociclo (Figura 13), demonstrando que não houve diferenças de intensidade entre os grupos GCMD, GCDA e GF. Assim, acreditamos que a escolha dessa ordem de treino pode ter sido fundamental para evitar o efeito de interferência no grupo GCMD.

Por outro lado, a realização do treinamento combinado em dias alternados também foi efetiva para a melhora dos parâmetros neuromusculares, sem gerar efeito de interferência. Nossos resultados corroboram estudos que também adotaram essa abordagem com indivíduos idosos (SILLAMPAA et al., 2008; KARAVIRTA et al., 2009; HOLVIALA et al., 2010). O pressuposto dessa abordagem é de que realizando o treinamento combinado em dias alternados, se garante um período de pelo menos 24h de intervalo entre o treino aeróbio e o treino de força, permitindo uma melhor recuperação e garantindo uma melhor qualidade durante o treino de força. No entanto, no presente estudo, a análise das cargas de treino nos mesociclos não diferiu entre os três grupos, indicando que a realização do treino de força antes do aeróbio pode ser uma estratégia tão efetiva quanto realizar o treinamento combinado em dias alternados. Além disso, realizar o treinamento

combinado em apenas uma sessão reflete em uma economia de tempo que pode ser importante para a adesão e continuidade dos indivíduos em um programa de treinamento.

A comparação entre a execução do treinamento combinado em dias alternados com o executado no mesmo dia já foi estudada na população jovem (SALE et al., 1990; EKLUND et al., 2014). No entanto, para nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo que comparou esses dois modelos de treinamento combinado em indivíduos idosos. Essa investigação é importante, pois indivíduos idosos podem apresentar diferentes respostas ao treinamento (IZQUIERDO et al., 2003). Além disso, os resultados dessa pesquisa podem auxiliar na prescrição do treinamento combinado para a população idosa.

Contraopondo nossos resultados, Sale et al. (1990) observaram que o grupo que realizou o treinamento combinado em dias alternados obteve maiores ganhos na força muscular (1RM no *leg press*) do que o grupo que realizou no mesmo dia (25% contra 13%, respectivamente). No entanto, o grupo que executou o treino combinado no mesmo dia, realizou o treino aeróbio antes do treino de força em 50% das sessões. Isso pode explicar os menores ganhos de força observados para esse grupo. Já Eklund et al. (2014), não observaram interferência nos ganhos de força entre o grupo combinado dias alternados (GCDA: 13%), o grupo combinado mesmo dia com o treino aeróbio precedendo o treino de força (GCAF: 12%) e o grupo combinado mesmo dia com a ordem inversa (GCFA: 17%). Entretanto, foi observado que apenas o grupo GCAF não obteve melhoras na ativação muscular do músculo vasto lateral. De fato, a ativação muscular pode ser influenciada pelo efeito de interferência. Em estudo de Cadore et al. (2010) foi observado que o grupo força obteve melhoras na ativação muscular máxima do reto femoral e do vasto lateral, enquanto que o grupo combinado (mesmo dia com o treino aeróbio realizado primeiro) não obteve melhoras desse parâmetro, mesmo com incrementos significativos na força muscular, sugerindo que o efeito de interferência pode estar ligado às adaptações neurais.

No presente estudo houve uma melhora da ativação muscular máxima para os músculos do quadríceps femoral (reto femoral, vasto lateral e vasto medial) para todos os grupos, sem diferenças entre os mesmos. Uma melhora da ativação muscular indica que houve adaptações neurais, bem como uma melhora na frequência de disparo e no recrutamento das unidades motoras. De fato, é esperado

que as adaptações neurais expliquem, em grande parte, os aumentos de força em um período inicial de treinamento, especialmente em indivíduos idosos (HAKKINEN et al., 1998; TRACY et al., 1999). Corroborando nossos achados, Karavirta et al. (2011a) observaram uma melhora da ativação máxima (vasto medial e vasto lateral) no grupo combinado (dias alternados) e no grupo força, sem haver diferença entre os mesmos. Além disso, esse aumento ocorreu em apenas dez semanas de treinamento, não havendo melhora significativa a partir da décima semana até a semana 21. Isso indica que essas adaptações são mais expressivas nas primeiras semanas de treinamento. Em estudo semelhante, Holviala et al. (2012) também observaram uma melhora da ativação muscular máxima dos músculos vasto medial e vasto lateral, durante a contração no teste de 1RM. No presente estudo, a ativação muscular máxima acompanhou os ganhos de força para todos os grupos. Sendo assim, acreditamos que as melhoras nos parâmetros neurais tenham contribuído para os aumentos de força observados em nosso presente estudo.

Além disso, após o treinamento, observamos que todos os grupos apresentaram uma melhora na economia neuromuscular dos músculos reto femoral e vasto lateral. Esses resultados demonstram que, para uma mesma carga absoluta (50% da CVM pré treinamento), os indivíduos apresentaram uma menor ativação muscular (em percentual da ativação máxima). Assim, uma melhora sobre esse parâmetro indica que, para um mesmo esforço, após o treinamento, esses indivíduos apresentaram uma menor frequência de disparo e menor recrutamento das unidades motoras, tornando-se mais econômicos (CADORE et al., 2010, 2011b). Corroborando nossos resultados, Cadore et al. (2012b) relataram uma melhora da economia neuromuscular em homens idosos após um programa de TC. Esses autores observaram que o grupo GCFA apresentou uma melhora nesse parâmetro para os músculos reto femoral e vasto lateral enquanto que o grupo GCAF apresentou tal melhora apenas para o músculo vasto lateral. No entanto, nesse estudo foi observado efeito de interferência no desenvolvimento da força máxima com vantagem para o grupo GCFA em relação ao GCAF (35% contra 22%). Dessa forma, foi sugerido que o efeito de interferência pode influenciar a ativação muscular em condições submáximas. No presente estudo, observamos que os três grupos apresentaram aumentos similares na força máxima e na ativação muscular máxima, não havendo o fenômeno de interferência. Dessa forma, acreditamos que, devido à ausência do efeito de interferência, os três grupos obtiveram melhoras

similares na ativação submáxima nos músculos reto femoral e vasto lateral. No entanto, nenhum dos grupos apresentou melhoras para a economia neuromuscular do músculo vasto medial, após o treinamento.

Contudo, houve uma melhora significativa para todos os grupos no teste de RML com 60% da carga de 1RM pré treinamento. Seguindo a mesma lógica da avaliação da economia neuromuscular, nesse teste os indivíduos foram capazes de realizar um maior número de repetições para uma mesma carga absoluta, indicando que essas pessoas se tornaram mais econômicas para essa tarefa. Assim, mesmo tendo observado uma melhoria da economia neuromuscular em apenas dois dos músculos que compõem o grupo muscular quadríceps femoral, na avaliação de RML o grupo muscular como um todo se demonstrou mais econômico.

A taxa máxima de produção de força pode representar um importante parâmetro funcional para a população idosa, já que a capacidade de produzir força rápida está relacionada ao controle do equilíbrio postural, podendo reduzir a incidência de quedas nessa população (AAGAARD et al., 2002). Em nosso estudo, não observamos incrementos na taxa máxima de produção de força para nenhum dos grupos, após o treinamento. Normalmente, para obtenção de incrementos na força rápida é aconselhado que o treinamento de força seja realizado de forma explosiva, em ações de alta velocidade (SALE, 1988; HÄKKINEN et al., 2001a). No entanto, durante o treinamento do presente estudo, os participantes foram orientados a executarem as repetições em velocidade moderada (em torno 3 segundos para cada repetição). Além disso, a taxa máxima de produção de força foi avaliada isometricamente enquanto que o treinamento foi realizado de forma dinâmica. Dessa forma, acreditamos que a especificidade da velocidade de contração adotada durante o treinamento e do tipo de contração durante a avaliação tenham influenciado esses resultados.

Entretanto, nós observamos uma melhora no teste de levantar 30s e sentar em todos os grupos após o treinamento. Essa avaliação funcional está bastante relacionada com a capacidade de produzir força rapidamente, pois os indivíduos devem executar os movimentos de levantar e sentar com a maior velocidade possível (CAMARA et al., 2008). Assim, mesmo não observando melhoras significativas na taxa máxima de produção de força, os indivíduos apresentaram melhoras em um teste funcional que requer uma importante contribuição desse tipo de manifestação da força muscular. Contudo é importante ressaltar que embora a

força muscular tenha uma importante contribuição no teste de levantar e sentar 30s, outros fatores como propriocepção e equilíbrio também são importantes para um bom desempenho nessa avaliação (MCCARTHY et al., 2004; CAMARA et al., 2008).

Alguns estudos têm observado que o treinamento de força proporciona melhoras sobre esse parâmetro na população idosa (SKELTON et al., 1995; GALVÃO e TAAFFE, 2005). Galvão e Taaffe (2005) observaram melhoras significativas (14%) sobre esse parâmetro em homens e mulheres idosos, mesmo utilizando um volume de treino de força reduzido (quatro séries por semana para o quadríceps femoral). Já, investigando os efeitos do TC sobre a capacidade funcional, Wilhelm et al. (2013) observaram melhoras de 14% no teste de levantar e sentar. No presente estudo, os grupos de treinamento apresentaram aumentos maiores (GCDA:  $26 \pm 13,2\%$ ; GCMD:  $35,1 \pm 24,5\%$ ; GF:  $34,2 \pm 24,1\%$ ). No entanto, essas diferenças na magnitude de melhora do teste de levantar e sentar podem ser atribuídas a diferenças metodológicas entre os estudos (volume e intensidade dos treinamentos).

Outra avaliação funcional analisada foi o teste de sentar e levantar do chão (TSL). Esse teste avalia a destreza nas ações de sentar e levantar do chão, sendo considerado um teste importante para avaliar variáveis de desempenho muscular funcional (ARAÚJO, 1999; LIRA, FARINATTI E ARAÚJO, 2002). No presente estudo, os três grupos obtiveram melhoras significativas no teste, tanto para a ação de sentar quanto para a de levantar. Essas ações são frequentemente realizadas na infância, tendendo a diminuir com o passar dos anos. Lira et al. (2002) afirmam que essas ações estão diretamente associadas a variáveis morfofuncionais como adiposidade, força muscular, flexibilidade, equilíbrio, etc. Além disso, o fato de realizar essas ações sobre o chão, e não utilizando uma cadeira (como os demais testes), aumenta o grau de dificuldade da tarefa, exigindo maior contribuição de todas essas variáveis. Assim, o TSL pode ser considerado uma importante ferramenta de avaliação da capacidade funcional do idoso.

Contudo, não encontramos estudos que tenham avaliado os efeitos do treinamento de força ou do treinamento combinado em idosos sobre o desempenho no TSL. Assim, acreditamos que as melhoras neuromusculares evidenciadas no presente estudo (aumento de força do quadríceps femoral) tenham contribuído para as melhoras observadas no TSL. No entanto, melhoras em outras variáveis podem ter contribuído para os incrementos observados nesse teste: Lira et al. (1999)

observaram que a flexibilidade do tornozelo é uma variável importante para o desempenho no TSL. Embora não tenhamos avaliado nenhum parâmetro de flexibilidade e também o treinamento não tenha priorizado essa capacidade física, podemos especular que o exercício de flexão plantar (Figura 6) possa ter gerado algum ganho de flexibilidade na articulação do tornozelo. Realizado sobre um degrau, esse exercício envolve os movimentos de flexão plantar (fase concêntrica) e dorsal (fase excêntrica), gerando um maior alongamento dos flexores plantares na fase excêntrica pela falta de apoio do calcanhar e contando com o auxílio da força da gravidade sobre o peso corporal. Assim, esse exercício pode proporcionar incrementos na flexibilidade da articulação do tornozelo. Além disso, os três grupos obtiveram melhoras no teste *8-ft*, indicando que houve uma melhora do equilíbrio dinâmico, o qual é uma variável importante para o desempenho no TSL.

O teste *8-ft* avalia a mobilidade, a qual é composta por estímulos de agilidade e equilíbrio. A mobilidade tem sido amplamente utilizada para avaliação da capacidade física do idoso, uma vez que está intimamente relacionada com a chance de quedas (CAMARA et al., 2008). No presente estudo, todos os grupos obtiveram melhoras semelhantes no teste de mobilidade (GCDA:  $-12,2 \pm 7,8\%$ ; GCMD:  $-9,9 \pm 6,3\%$ ; GF:  $-13,6 \pm 7,0\%$ ). Contrapondo nossos resultados, Wood et al. (2001) observaram que o grupo combinado obteve maiores incrementos no teste de mobilidade do que o grupo força (15,9% contra 5,3%). Esses autores sugerem que o treinamento combinado é um método mais efetivo para melhoria da capacidade funcional. No entanto, isso não se confirmou em nosso estudo, pois observamos que os três grupos obtiveram melhoras semelhantes em todos os testes funcionais. Indicando que melhoras no sistema neuromuscular já sejam suficientes para gerar incrementos na capacidade funcional de indivíduos idosos. Além disso, é importante ressaltar que em nosso estudo, o GF também apresentou uma melhora significativa no consumo de oxigênio de pico.

Enfim, no presente estudo, tanto o treinamento de força isolado quanto os programas de treinamento combinado proporcionaram respostas semelhantes sobre parâmetros neuromusculares e funcionais de indivíduos idosos, não havendo efeito de interferência. Normalmente, o efeito de interferência é identificado pela análise da força dinâmica máxima (1RM) (HICKSON, 1980; CADORE et al., 2010). No entanto, alguns estudos vêm demonstrando que o efeito de interferência pode ocorrer em outros parâmetros neuromusculares, bem como na força rápida (HÄKKINEN et al.,

2003), hipertrofia (SILLAMPAA et al., 2008), força isométrica (CADORE et al., 2010) e até mesmo em adaptações moleculares (ATHIAINEN et al., 2009). Em estudo de Karavirta et al. (2011a) não foi observado efeito de interferência pela análise da força máxima dinâmica e isométrica, mas houve um grande aumento na área de secção transversa das fibras musculares do tipo II apenas para o grupo que realizou o treinamento de força. Foi sugerido que o treinamento combinado de duas vezes por semana durante 21 semanas, mesmo realizado em dias alternados, pode interferir nos ganhos de hipertrofia. No presente estudo, não observamos o efeito de interferência para nenhuma das variáveis neuromusculares e funcionais analisadas. Contudo, não realizamos análises sobre aspectos morfológicos, bem como espessura muscular e força por unidade de massa muscular. Assim, não podemos afirmar que não ocorreu efeito de interferência sobre esses parâmetros. Além disso, a duração de nosso estudo foi de apenas 12 semanas, portanto, não sabemos os efeitos desses tipos de treinamento por um maior período de tempo.

Em relação aos resultados cardiorrespiratórios, os principais resultados de nossa pesquisa foram que os três tipos de treinamento proporcionaram incrementos no consumo de oxigênio máximo e submáximo ( $VO_{2\text{pico}}$  e consumo nos limiares ventilatórios). No entanto, quando analisamos o consumo submáximo ( $V_{LV1}$  e  $V_{LV2}$ ) em percentual do consumo máximo, não observamos diferenças para nenhum dos grupos. Além disso, nenhum dos grupos apresentou melhoras para a carga máxima e submáxima (cargas nos limiares).

De acordo com a literatura, esperávamos incrementos significativos no consumo máximo de oxigênio para os grupos que realizaram o TC e pouco ou nenhuma melhora para o grupo que realizou o TF isolado (HEPPLE et al., 1997; VINCENT et al., 2002; SILLANPÄÄ et al., 2008; HOLVIALA et al., 2010). Os incrementos observados no  $VO_{2\text{pico}}$  dos grupos GCDA ( $24,7\pm 31,4\%$ ) e GCMD ( $13,3\pm 15,7\%$ ) estão de acordo com os estudos prévios (SILLANPÄÄ et al., 2008; HOLVIALA et al., 2010; CADORE et al., 2010). Em estudo com treinamento semelhante ao nosso, Cadore et al. (2010) observaram incrementos de 22% no  $VO_{2\text{pico}}$  para o grupo que realizou o TC. Já em estudo de Sillanpää et al. (2008) o grupo GTC apresentou uma melhora de 11% para o  $VO_{2\text{pico}}$ .

No presente estudo, foi observada uma pequena, mas significativa melhora no  $VO_{2\text{pico}}$  para o GF ( $4,8\%\pm 8,7$ ). De fato, alguns estudos têm relatado que o TF isolado pode proporcionar incrementos na capacidade cardiorrespiratória em

homens idosos (HEPPLE et al., 1997; VINCENT et al., 2002; IZQUIERDO et al., 2003; BRENTANO et al., 2008). Em estudo de Hepple et al. (1997), após nove semanas de TF, os indivíduos ( $68,3 \pm 1,1$  anos) apresentaram um aumento de 8% no  $VO_{2\text{pico}}$ . Maiores incrementos foram observados em estudo de Vincent et al. (2002), que relataram aumentos de 23% no  $VO_{2\text{pico}}$  para o grupo que realizou um TF de baixa intensidade (50%1RM) e 20% para o grupo que realizou um TF de alta intensidade (80% 1RM). Contudo, no presente estudo, a magnitude de aumento do  $VO_{2\text{pico}}$  para o GF foi menor do que para os grupos que realizaram o TC. Além disso, o GF apresentou um baixo tamanho de efeito para essa variável (0,41), enquanto que os grupos GCDA e GCMD apresentaram valores maiores (0,88 e 0,60, respectivamente). Também foi observado que os três grupos apresentaram um aumento do consumo de oxigênio em intensidades submáximas (LV1 e LV2). Contudo, quando o consumo submáximo foi expresso em percentual do  $VO_{2\text{pico}}$  não houve aumento para nenhum dos grupos. Isso pode ter ocorrido pelo fato de o  $VO_{2\text{pico}}$  e o consumo nos limiares ventilatórios terem aumentado em proporções semelhantes (Tabela 6) e, assim, os indivíduos se mantiveram em um mesmo percentual de esforço em relação ao esforço máximo.

Com relação à carga máxima e às cargas submáximas ( $W_{LV1}$  e  $W_{LV2}$ ) atingidas no teste em ciclo ergômetro, não observamos alterações para nenhum dos grupos após o período de treinamento. Esses resultados vão de encontro aos reportados na literatura (AHTIAINEN et al., 2009; SILLANPÄÄ et al., 2010; CADORE et al., 2012a). Ahtiainen et al. (2009), relataram incrementos significativos na carga máxima para os grupos GTC e GTF (10% e 5%, respectivamente). Em outro estudo, Sillanpää et al. (2010) observaram incrementos na carga máxima para os grupos GTC (17%) e GTF (8%). A discrepância entre nossos resultados e os reportados na literatura poderiam ser atribuídas a diferenças nas periodizações dos treinamentos. Nos estudos citados, o treinamento aeróbio contou com um volume de treino superior ao do presente estudo (correspondendo, no último mesociclo, a 150min por semana contra 100min no presente estudo). Além disso, o período de treinamento desses estudos foi superior ao nosso (21 contra 12 semanas). Já em estudo com o treinamento muito semelhante ao nosso, mas com maior frequência semanal (três contra duas vezes por semana), Cadore et al. (2012a) observaram melhoras significativas na carga máxima e submáxima (LV1 e LV2) para os grupos que

realizaram o TC em diferentes ordens. Assim, essas diferenças poderiam ser atribuídas ao menor volume de treinamento realizado no presente estudo.

## 6 CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo indicam que, em homens idosos, o TC realizado no mesmo dia pode proporcionar melhoras neuromusculares, cardiorrespiratórias e funcionais semelhantes às geradas pelo TC realizado em dias alternados. Além disso, ambos os modelos de TC demonstraram-se tão eficientes quanto o TF isolado para gerar ganhos neuromusculares e funcionais, não havendo efeito de interferência.

Observamos que os três grupos apresentaram incrementos semelhantes na força máxima dinâmica e isométrica, força de resistência, ativação muscular máxima, economia neuromuscular e nos testes funcionais. Essas melhoras e a ausência do efeito de interferência parecem estar ligadas à manipulação de importantes variáveis do TC, bem como à execução do TF antes do TA ou à realização do mesmo em dias alternados. Acreditamos que, ao longo da periodização, a execução do TF sem que houvesse uma fadiga resultante do TA permitiu com que os grupos GCDA e GCMD treinassem com a mesma intensidade que o grupo GF, otimizando os ganhos na força muscular.

Além disso, observamos que, tanto os programas de TC quanto o programa de TF isolado promoveram melhoras no consumo de oxigênio máximo e submáximo. No entanto, é importante ressaltar que, embora significativos, os incrementos cardiorrespiratórios do grupo GF foram reduzidos e apresentam um baixo tamanho de efeito. Ainda, nenhum grupo apresentou melhoras na potência máxima e submáxima em ciclo ergômetro. Dessa forma, parece que o treinamento aeróbio nas intensidades que adotamos e utilizando frequência de duas vezes por semana não foi o suficiente para gerar incrementos nesses parâmetros.

Assim, os três tipos de treinamento se mostraram eficientes para a melhoria da capacidade física de indivíduos idosos, podendo ser utilizados como ferramenta para a melhoria da saúde geral dessa população. Contudo, os programas de TC parecem proporcionar alguma vantagem nos ganhos cardiorrespiratórios em relação ao TF isolado.

## 7 APLICAÇÕES PRÁTICAS

Como aplicação prática, os resultados do presente estudo indicam que o tanto o programa de TF quanto os programas de TC foram eficientes para a melhoria da capacidade física em idosos. Entretanto, os programas de TC parecem proporcionar incrementos mais acentuados sobre a capacidade cardiorrespiratória. Dessa forma, recomendamos que o TC seja utilizado sempre que possível. No entanto, o TF isolado também se mostrou uma excelente estratégia para melhorar a capacidade física de indivíduos idosos, podendo ser uma alternativa.

No que concerne à escolha de um programa de TC, sugerimos que, para otimizar os ganhos neuromusculares, esse treinamento deve ser realizado em dias alternados ou, se realizado no mesmo dia, a sessão de treino deve iniciar pelo TF. Contudo, salientamos que a realização do TC no mesmo dia (TF precedendo o TA) apresenta a vantagem de economia de tempo, pois os indivíduos precisam comparecer às sessões de treinamento apenas duas vezes por semana em vez de quatro, como ocorre no TC realizado em dias alternados. Além disso, se o indivíduo desejar realizar quatro sessões semanais, o modelo de TC no mesmo dia também pode ser adotado para otimizar o tempo e trabalhar outros objetivos nas duas sessões restantes.

## REFERÊNCIAS

- AAGAARD, P.; SIMONSEN, E.B.; ANDERSEN, J.L.; MAGNUSSON, P.; POULSEN, P.D. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **J Appl Physiol.** 93(4): 1318–1326, 2002.
- ARAUJO, C.G.S. Teste de sentar-levantar: apresentação de um procedimento para avaliação em Medicina do Exercício e do Esporte. **Rev Bras Med Esporte.** 5(5): 179-182, 1999.
- ASTRAND, I.; ASTRAND, P.O.; HALLBACK, I.; KILBOM, A. Reduction in maximal oxygen uptake with age. **J Appl Physiol.** 35(5): 649–654, 1973
- AHTIAINEN, J.P.; HULMI J.J.; KRAEMER, J.W.; LEHTI, M.; PAKARINEN, A.; MERO, A.A.; KARAVIRTA A.; SILLANPÄÄ, E.; SELÄNNE, H.; ALLEN, M.; KOMULAINEN, J.; KOVANEN, V.; NYMAN, K.; HÄKKINEN, K. Stength, endurance or combined training elicit diverse skeletal muscle myosin heavy chain isoform proportion but unaltered androgen receptor concentration in older men. **Int J Sports Med** 30(2): 879-887, 2009.
- BELL, G.J.; SYROTUIK, D.; MARTIN, T.P.; BURNHAM, R.; QUINNEY, H.A. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. **Eur J Appl Physiol.** 81(5): 418-427, 2000.
- BRENTANO, M.A.; CADORE, E.L.; DA SILVA E.M.; AMBROSINI, A.B.; COERTJENS, M.; PETKOWICZ, R.; VIERO, I.; KRUEL, L.F.M. Physiological adaptations to strength and circuit training in postmenopausal women with bone loss. **J Strength Cond Res.** 22(6): 1816-1825, 2008.
- BRITO, L.B.B; DJALMA, R.R.; ARAÚJO, D.S.M.S.; RAMOS, P.S.; MYERS, J.; ARAÚJO C.G.S. Ability to sit and rise from the floor as a predictor of all-cause mortality. **Eur J Prev Cardiology.** 21(7): 892–898, 2014.
- CADORE, E.L.; PINTO, R.S.; LHULLIER, F.L.R.; CORREA, C.S.; ALBERTON, C.L.; PINTO, S.S.; ALMEIDA, A.P.V.; TARTARUGA, M.P.; SILVA, E.M.; KRUEL, L.F.M. Physiological Effects of Concurrent Training in Elderly Men. **Int J Sports Med.** 10: 689-97, 2010.
- CADORE. E.L.; PINTO, R.S.; ALBERTON, C.L.; PINTO, S.S.; LHULLIER, F.L.R.; TARTARUGA, M.P.; CORREA, C.S.; ALMEIDA, A.P.V.; SILVA, E.M.; LAITANO, O.; KRUEL, L.F.M. Neuromuscular economy, strength and endurance in healthy elderly men. **J Strength Cond Res.** 25(4): 997–1003, 2011b.
- CADORE, E.L.; IZQUIERDO, M.; ALBERTON, C.L.; PINTO, R.S.; CONCEIÇÃO, M.; CUNHA, G.; RADAELLI, R.; BOTTARO, M.; TRINDADE, G.T.; KRUEL, L.F.M. Strength prior to endurance intra-session exercise sequence optimizes neuromuscular and cardiovascular gains in elderly men. **Exp Gerontol.** 47(2): 164–169, 2012a.

CADORE, E.L.; IZQUIERDO, M.; PINTO, S.S.; ALBERTON, C.L.; PINTO, R.S.; BARONI, B.M.; VAZ, M.A.; LANFERDINI, F.J.; RADAELLI, R.; GONZÁLEZ-IZAL, M.; BOTTARO, M.; KRUEL, L.F.M. Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: effects of intrasession exercise sequence. **Age**. 35(3): 891-903, 2012b.

CADORE, E.L.; PINTO, R.S.; KRUEL, L.F.M. Adaptações neuromusculares ao treinamento de força e concorrente em homens idosos. **Rev Bras Cineantropom desempenho hum**. 14(4): 483-495, 2012e.

CAMARA, F.M.; GEREZ, A.G.; MIRANDA, M.L.J.; VELARDI, M. Capacidade funcional do idoso: formas de avaliação e tendências. **Acta Fisiatr**. 15(4): 249 – 256, 2008.

CANNON, J.; MARINO, F.E. Early-phase neuromuscular adaptations to high- and low-volume resistance training in untrained young and older women. **J Sports Sci**. 28(14): 1505-14, 2010.

Chtara, M.; Chamari, K.; Chaouachi, M.; Chaouachi, A.; Koubaa, D.; Feki, Y.; Millet, J.P.; Amri, M. Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. **Br J Sports Med**. 39: 555–560, 2005.

CHTARA, M.; CHAOUACHI, A.; LEVIN, G.T.; CHAOUACHI, M.; CHAMARI, K.; AMRI, M.; LAURSEN, P.B. Effect of concurrent endurance and circuit resistance-training sequence on muscular strength and power development. **J Strength Cond Res**. 22(4): 1037–1045, 2008.

CORREIA, P.P.; MIL HOMENS, P. A eletromiografia no estudo do movimento humano. Métodos de recolha e processamento, manual de procedimentos, estudos experimentais. **Faculdade de Motricidade Humana**, 2000.

DE SOUZA, E.O.; TRICOLI, V.; FRANCHINI, E.; PAULO, A.C.; REGAZZINI, M.; UGRINOWITSCH, C. Acute effect of two aerobic exercise modes on maximum strength and strength endurance. **J Strength Cond Res**. 21(4): 1286–1290, 2007.

DJALMA, R.R.; ARAÚJO, C.G. Teste de sentar –levantar: influência do excesso de peso corporal em adultos. **Rev Bras Med Esporte**. 7(2): 45-52. 2001.

DOLEZAL, B.A.; POTTEIGER, J.A. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. **J Appl Physiol**. 85(2): 695–700, 1998.

DUDLEY, G.A.; DJAMIL, R. Incompatibility of endurance and strength-training modes of exercise. **J Appl Physiol**. 59(5): 144-1451, 1985.

Eklund, D.; Pulverenti, T.; Bankers, S.; Avela, J.; Newton, R.; Schumann, M.; Häkkinen, K. Neuromuscular adaptations to different modes of combined strength and endurance training. **Int J Sports Med**.

FITZGERALD, M.D.; TANAKA, H.; TRAN, Z.V.; SEALS, D.R. Age-related declines in maximal aerobic capacity in regularly exercising vs. sedentary women: a meta-analysis. **J Appl Physiol.** 83(1): 160–165, 1997.

FLEG, J.L.; MORRELL, C.H.; BOS, A.G.; BRANT, L.J.; TALBOT, L.A.; WRIGHT, J.G.; LAKATTA, E.G. Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. **Circulation.** 112(5): 674–682, 2005.

FRONTERA, W.R.; REID, K.F.; PHILLIPS, E.M.; KRIVICKAS, L.S.; HUGHES, V.A.; ROUBENOFF, R.; FIELDING, R.A. Muscle fiber size and function in elderly humans: a longitudinal study. **J Appl Physiol.** 105(2): 637–642, 2008.

GALVÃO, D.A.; TAAFFE, D.R. Resistance Exercise Dosage in Older Adults: Single-Versus Multiset Effects on Physical Performance and Body Composition. **J Am Geriatr Soc.** 53(12): 2090–2097, 2005.

GUIMARÃES, L.S.P.; HIRAKATA, V.N. Uso do modelo de equações de estimativas generalizadas na análise de dados longitudinais. **Rev HCPA.** 32(4), 2012.

HÄKKINEN, K.; KALLINEN, M.; IZQUIERDO, M.; JOKELAINEN, K.; LASSILA, H.; MÄLKIÄ, E.; KRAEMER, W.J.; NEWTON, R.U.; ALLEN, M. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. **J Appl Physiol.** 84(4): 1341–1349, 1998.

HÄKKINEN, K.; PAKARINEN, A.; KRAEMER, W.J.; HÄKKINEN, A.; VALKEINEN, H.; MARKKU, A. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. **J Appl Physiol.** 91(2): 569–580, 2001.

HÄKKINEN, K.; ALLEN, M.; KRAEMER, W.J.; GOROSTIAGA, E.M.; IZQUIERDO, M.; RUSKO, H.; MIKKOLA, J.; HÄKKINEN, A.; VALKEINEN, H.; KAARAKAINEN, E.; ROMU, S.; EROLA, V.; AHTIAINEN, J.; PAAVOLAINEN, L.; Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. **J Appl Physiol.** 89(1), 42–52, 2003.

HAYAT, M.J.; HEDLIN, H. Modern statistical modeling approaches for analyzing repeated-measures data. **Nursing Research.** 61(3): 188-194, 2012.

HEPPLE, R.T.; MACKINNON, S.L.M.; GOODMAN, J.M.; THOMAS, S.G.; PLYLEY, M.G. Resistance and aerobic training in older men: effects on VO<sub>2</sub> peak and the capillary supply to skeletal muscle. **J Appl Physiol.** 82(4):1305–1310, 1997.

HICKSON, R.C. Interference of Strength Development by Simultaneously. **Eur J Appl Physiol.** 45(2-3), 255-263, 1980.

HIRAKATA, V.N.; CAMEY, S.A. Análise de concordância entre métodos de Bland-Altman. **Rev HCPA.** 29(3): 261-268, 2009.

HOLVIALA, J.; HÄKKINEN, A.; KARAVIRTA, L.; NYMAN, K.; IZQUIERDO, M.; GOROSTIAGA, E.M.; AVELA, J.; KORHONEN, J.; KNUUTILA, V.P.; KRAEMER, W.J.; HÄKKINEN, K. Effects of combined strength and endurance training on

treadmill load carrying walking performance in aging men. **J Strength Cond Res.** 24(6): 1584–1595, 2010.

HOLVIALA, J.; KRAEMER, W.J.; SILLAMPÄÄ, E.; KARPINEN, H.; AVELA, J.; KAUKHANEN, A.; HÄKKINEN, A.; HÄKKINEN, K. Effects of strength, endurance and combined training on muscle strength, walking speed and dynamic balance in aging men. **Eur J Appl Physiol.** 112(4): 1335–1347, 2011.

HUXLEY, A.F.; SIMMONS, R.M. Proposed mechanism of force generation in striated muscle. **Nature.** 233: 533 – 538, 1971.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo 2010. [Internet]. URL: [www.censo2010.ibge.gov.br](http://www.censo2010.ibge.gov.br).

IZQUIERDO, M.; AGUADO, X.; GONZALEZ, R.; LOPEZ, J.L.; HÄKKINEN, K. Maximal and explosive force production capacity and balance performance in men of different ages. **Eur J Appl Physiol.** 79(3): 260-267. 1999.

IZQUIERDO, M.; HÄKKINEN, K.; IBAÑEZ J.; ANTÓN, A.; GARRUÉS, M.; RUESTA, M.; GOROSTIAGA E.M. Effects of strength training on submaximal and maximal endurance performance capacity in middle-aged and older men. **J Strength Cond Res.** 17(1): 129 - 139, 2003.

IZQUIERDO, M.; IBAÑEZ, J.; HÄKKINEN, K.; KRAEMER, W.J.; LARRIÓN, J.L.; GOROSTIAGA, E.M. Once weekly combined resistance and cardiovascular training in healthy older men. **Med Sci Sports Exerc.** 36(3):435–443, 2004.

IZQUIERDO, M.; HÄKKINEN, K.; IBAÑEZ, J.; KRAEMER, W.J.; GOROSTIAGA E.M. Effects of combined resistance and cardiovascular training on strength, power, muscle cross-sectional area, and endurance markers in middle-aged men. **Eur J Appl Physiol.** 94(1-2):70–75, 2005.

IZQUIERDO, M.; HÄKKINEN, K.; IBAÑEZ, J.; ANTÓN, A.; GARRUÉS, M.; RUESTA, M.; GOROSTIAGA, E.M. Effects of strength training on submaximal and maximal endurance performance capacity in middle-aged and older men. **J Strength Cond Res.** 17(1):129–139, 2003.

JACKSON. A.S.; POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. **Brit J Nutr.** 40(3): 497-504, 1978.

KARAVIRTA, L.; HÄKKINEN, A.; SILLANPÄÄ, E.; GARCIA-LÓPEZ, D.; KAUKHANEN, A.; HAAPASAARI, A.; ALLEN, M.; PAKARINEN, A.; KRAEMER, W.J.; IZQUIERDO, M.; GOROSTIAGA, E.; HÄKKINEN, K. Effects of combined endurance and strength training on muscle strength, power and hypertrophy in 40-67-year-old men. **Scan J Med Sci Sports.** 21(3): 402-411, 2011.

KARAVIRTA, L.; TULPPO, M.P.; LAAKSONEN, D.E.; NYMAN, K.; LAUKKANEN, R.T.; KINNUNEN, H.; HÄKKINEN, A.; HÄKKINEN, K. Heart rate dynamics after combined endurance and strength training in older men. **Med Sci Sports Exerc.** 41(7): 1436-1443, 2009a.

KRAEMER, W.J.; PATTON, J.F.; GORDON, S.E.; HARMAN, E.A.; DESCHENES, M.R.; REYNOLDS, K.; NEWTON, R.U.; TRIPLETT, N.T.; DZIADOS, J.E. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. **J Appl Physiol.** 78(3): 976-989, 1995.

KRAEMER, W.J.; RATAMESS, N.A. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. **Sports Med.** 35(4):339-361, 2005

LANG, T.; STREEPER, T.; CAWTHON, P.; BALDWIN, K.; TAAFFE, D.R.; HARRIS, T.B. Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. **Osteoporos Int.** 21(4): 543–559, 2010.

LEIS, A.A.; TRAPANI, V.C. Atlas of Electromyography . Oxford, NY, **Oxford University Press** ; 2000

LEVERITT, M.; ABERNETHY, P.J.; BARRY, B.K.; LOGAN, P.A. Concurrent strength and endurance training: The influence of dependent variable selection. **J Strength Cond Res.** 17(3): 503-508, 2003.

LEVERITT, M.; ABERNETHY, P.J. Acute effects of high-intensity endurance exercise on subsequent resistance activity. **J Strength and Cond Res.** 13(1): 47-51, 1999.

LIRA, V.A.; FARINATTI, P.T.V.; ARAÚJO, C.G. As ações de sentar e levantar do solo são influenciadas por variáveis morfo-funcionais. **Rev paul Educ Fís.** 16(2): 230-41, 2002.

LIRA, V.A.; ARAÚJO, C.G. Teste de sentar-levantar: estudos de fidedignidade. **Rev Bras Ciên e Mov.** 8(2): 09-18, 2000.

LOMBARDI, V.P. Beginning weight training: the safe and effective way. **Dubuque**, 1989.

LOUREIRO, L.M.J.; GAMEIRO, M.G.H. Interpretação crítica dos resultados estatísticos: para lá da significância estatística. **Rev Enfermagem Referência** 3(3): 151-162, 2011.

LYNCH, N.A.; METTER, E.J.; LINDLE, R.S.; FOZARD, J.L.; TOBIN, J.D.; ROY T.A.; FLEG, J.L.; HURLEY, B.F. Muscle quality. I. Age associated differences between arm and leg muscle groups. **J Appl Physiol.** 86(1): 188–194, 1999.

MCCARTHY, E.K.; HORVAT, M.A.; HOLTSBERG, P.A.; WISENBAKER, J.M. Repeated Chair Stands as a Measure of Lower Limb Strength in Sexagenarian Women. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci.** 59(11): 1207-12, 2004.

MIDGLEY, A.W.; MCNAUGHTON, L.R.; WILKINSON, M. Is there an Optimal Training Intensity for Enhancing the Maximal Oxygen Uptake of Distance Runners? **Sports Med.** 36(2): 117-132, 2006.

RIKLI, R.E.; JONES, C.J. Development and validation of a functional fitness test for community residing older adults. **J Aging Physical Activity**. 7(2): 129-161, 1999.

SALE, D.J. Neural adaptation to resistance training. **Med Sci Sports Exerc** 20(5): 135-145, 1988.

SALE, D.G.; JACOBS, I.; MACDOUGALL, J.D.; GARNER, S. Comparison of two regimens of concurrent strength and endurance training. **Med. Sci. Sports Exerc**. 22(3): 348–356, 1990.

SHAW, B.S.; SHAW, I.; BROWN, G.A. Comparison of resistance and concurrent resistance and endurance training regimes in the development of strength. **J Strength Cond Res**. 23(9): 2507–2514, 2009

SILLAMPÄÄ, E.; HÄKKINEN, A.; NYMAN, K.; CHENG, S.; KARAVIRTA, L.; LAAKSONEN, D.E.; HUUHKA, N.; KRAEMER, W.J.; HÄKKINEN, K. Body composition and fitness during strength and/ or endurance training in older men. **Med Sci Sports Exerc**. 40(5): 950–958, 2008.

SILLAMPÄÄ, E.; HÄKKINEN, A.; PUNNONEN, K.; HÄKKINEN, K.; LAAKSONEN, D.E. Effects of strength and endurance training on metabolic risk factors in healthy 40–65-yearold men. **Scand J Med Sci Sports** 19(6): 885–895, 2009a.

SKELTON, D.A.; YOUNG, A.; CREIG, C.A.; MALBUT, K.E. Effects of resistance training on strength, power, and selected functional abilities of women aged 75 and older. **J Am Geriatr Soc**. 43(10): 1081-7, 1995.

VERAS R. Envelhecimento populacional contemporâneo: demandas, desafios e inovações. **Rev Saúde Pública**. 43(3): 548-54, 2009.

VINCENT, K.R.; RANDY, R.W.; FELDMAN, R.A.; KALLAS, H.E.; LOWENTHAL, D.T. Improved cardiorespiratory endurance following 6 months of resistance exercise in elderly men and women. **Arch Intern Med**. 162(6): 673–678, 2002.

VISVANATHAN, R.; CHAPMAN, I. Preventing sarcopaenia in older people. **Maturitas**. 66(4): 383–388, 2010.

WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. Fisiologia do esporte e do exercício. **Manole**. São Paulo. 2 edição: 276-278, 1999.

WOOD, R.H.; REYES, R.; WELSCH, M.A.; FAVAROLO-SABATIER, J.; SABATIER, M.; LE, CM.; JOHNSON, L.G.; HOOPER, P.F. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. **Med Sci Sports Exerc**. 33(10): 1751 – 1758, 2001.

## APÊNDICES

### APÊNDICA A

#### Cálculo amostral

[1] -- *Tuesday, November 12, 2013 -- 13:27:42*

**F tests** - ANOVA: Fixed effects, special, main effects and interactions

**Analysis:** A priori: Compute required sample size

<b>Input:</b>	Effect size f	=	0.880
	$\alpha$ err prob	=	0.05
	Power (1- $\beta$ err prob)	=	0.9
	Numerator df	=	6
	Number of groups	=	3
<b>Output:</b>	Noncentrality parameter $\lambda$	=	22.4576000
	Critical F	=	2.4741088
	Denominator df	=	26
	Total sample size	=	29
	Actualpower	=	0.9060138

## APÊNDICE B

Anúncio na Mídia (Jornal Zero Hora)

“Projeto de Pesquisa da Escola de Educação Física da UFRGS convoca homens com idade entre 60 e 75 anos que estejam sem realizar atividade física a no mínimo 6 meses, para a prática de musculação e treinamento aeróbio em bicicleta ergométrica, gratuitamente. Os indivíduos **não** podem apresentar histórico de doenças cardiovasculares (com exceção de hipertensão controlada), metabólicas ou neuromusculares. Serão realizadas avaliações físicas antes, durante e após o período do treinamento, que terá duração de três meses (duas ou quatro vezes por semana). Interessados entrar em contato com o Prof. Matheus pelos telefones (51) 96011816 e (51) 3308-5820 de segunda a sexta das 8:30 às 18:30 ou pelo e-mail “[mocefi@gmail.com](mailto:mocefi@gmail.com)”.

## APÊNDICE C

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu entendo que participarei como sujeito do estudo intitulado “Efeitos de dois programas de treinamento combinado com mesmo volume e diferente frequência semanal nas adaptações cardiorrespiratórias, neuromusculares e funcionais em homens idosos”, o qual tem como objetivo verificar os efeitos do treinamento combinado realizado em dias alternados, os efeitos do treinamento combinado realizado no mesmo dia e os efeitos do treinamento de força isolado nas adaptações neuromusculares, cardiorrespiratórias e funcionais em homens idosos. O projeto envolverá a realização de um programa de treinamento de força e aeróbio durante três meses com frequência de duas ou quatro vezes por semana, totalizando 24 ou 48 sessões de treinamento. Entendo que os principais benefícios da minha participação nesse projeto serão as possíveis melhorias em minha condição física e qualidade de vida.

Eu, por meio desta, autorizo Luiz Fernando Martins Krueel e Matheus de Oliveira Conceição e estou ciente que terei que:

- a. Comparecer na Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em 10 ocasiões para os procedimentos de familiarização e coleta dos dados necessários.
- b. Realizar um teste em ciclo ergômetro, com a intensidade de esforço aumentando a cada minuto até que eu não possa continuar mais. Entendo que esse teste terá duração aproximada de 8 a 15 minutos e serão presenciados por um médico.
- c. Realizar testes de repetição máxima (1RM) no exercício de extensão de joelhos.
- d. Realizar testes de Contração Voluntária Isométrica Máxima (CVM) no exercício de extensão de joelhos que terei a parte da região da coxa direita depilada com lâmina descartável e a pele limpa por abrasão feita com algodão com álcool com a finalidade de colocar os eletrodos de medida da ativação muscular.
- e. Realizar o treinamento aeróbio e/ou de força, que se diferenciarão entre si pela frequência semanal. Nesse sentido, realizarei 48 ou 24 sessões de treinamento, dependendo do grupo em que for alocado.
- f. Coletar os gases inspirados e expirados através de um equipamento anexado a uma máscara colocada em meu rosto durante um protocolo de exercício com intensidade aumentando até a minha exaustão.
- g. Realizar uma bateria de testes funcionais de força para membros inferiores.

Eu entendo que no teste de esforço máximo (teste em ciclo ergômetro):

Estão envolvidos os seguintes riscos e desconfortos: dor e cansaço muscular temporário. Há a possibilidade de mudanças anormais da minha frequência cardíaca e pressão sanguínea ou mesmo um ataque do coração durante os testes. Porém, eu entendo que minha frequência cardíaca será monitorada durante todos os testes de laboratório através de um frequencímetro, e que eu posso terminar o teste em qualquer momento sob meu critério. Além disso, esse procedimento será acompanhado por um médico, funcionário do Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da Escola de

Educação Física da UFRGS. Ainda, estará disponível no laboratório uma linha telefônica para a Assistência Médica de Emergência.

Além disso, estou ciente de que não haverá um médico presente durante o período de treinamento. No entanto, serei amparado pela equipe de pesquisadores presentes, recebendo o atendimento adequado quando necessário. Em casos de possíveis traumas ou lesões durante o período de treinamento, serei amparado pelo atendimento dos pesquisadores envolvidos. Além disso, o médico do laboratório será contatado imediatamente. Se necessário, o serviço de Assistência Médica de Urgência (SAMU) será contatado.

Durante os procedimentos de coleta dessa investigação:

Os procedimentos expostos acima serão explicados para mim por Luiz Fernando Martins Krueel, Matheus de Oliveira Conceição e demais bolsistas;

Eu entendo que Luiz Fernando Martins Krueel e/ou Matheus de Oliveira Conceição e bolsistas, irão responder qualquer dúvida que eu tenha em qualquer momento relativo a esses procedimentos;

Eu entendo que todos os dados relativos a minha pessoa irão ficar confidenciais e disponíveis apenas sob minha solicitação escrita. Além disso, eu entendo que no momento da publicação, não irá ser feita associação entre os dados publicados e a minha pessoa;

Eu entendo que não há compensação financeira pela minha participação neste estudo;

Eu entendo que posso fazer contato com o orientador do estudo Professor Dr. Luiz Fernando Martins Krueel, e seu orientando, Acad. Matheus de Oliveira Conceição, para quaisquer problemas referentes a minha participação no estudo ou se eu sentir que há uma violação dos meus direitos, através do telefone (51) 3308-5820 ou (51) 9601-1816.

Eu entendo que posso entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo telefone (51) 3308-3738.

Porto Alegre \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2014.

Participante:

Nome completo: \_\_\_\_\_

Assinatura do sujeito (participante): \_\_\_\_\_

Assinatura do pesquisador: \_\_\_\_\_

**APÊNDICE D**

**Constantes de estimativa de 1RM propostas por Lombardi (1989).**

<b>Repetições</b>	<b>Constantes</b>
<b>2</b>	<b>1,07</b>
<b>3</b>	<b>1,1</b>
<b>4</b>	<b>1,13</b>
<b>5</b>	<b>1,16</b>
<b>6</b>	<b>1,2</b>
<b>7</b>	<b>1,23</b>
<b>8</b>	<b>1,27</b>
<b>9</b>	<b>1,32</b>
<b>10</b>	<b>1,36</b>

## APÊNDICE E

### Normalidade dos dados

TestsofNormality							
	Grupo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Frequencia	GCDA	,214	11	,169	,939	11	,512
	GCMD	,255	11	,044	,833	11	,025
	GF	,201	11	,200*	,856	11	,051
Meso 1	GCDA	,190	11	,200*	,889	11	,135
	GCMD	,126	11	,200*	,959	11	,760
	GF	,144	11	,200*	,969	11	,876
Meso 2	GCDA	,214	11	,170	,894	11	,158
	GCMD	,219	11	,146	,946	11	,594
	GF	,173	11	,200*	,905	11	,212
Meso 3	GCDA	,159	11	,200*	,916	11	,287
	GCMD	,235	11	,092	,858	11	,054
	GF	,198	11	,200*	,902	11	,198
Meso 4	GCDA	,137	11	,200*	,917	11	,292
	GCMD	,261	11	,035	,830	11	,023
	GF	,301	11	,006	,782	11	,005
Meso 5	GCDA	,156	11	,200*	,948	11	,622
	GCMD	,267	11	,028	,834	11	,027
	GF	,207	11	,200*	,865	11	,067
Idade	GCDA	,146	11	,200*	,979	11	,958
	GCMD	,209	11	,194	,884	11	,117
	GF	,205	11	,200*	,846	11	,038
Altura	GCDA	,246	11	,062	,874	11	,086
	GCMD	,161	11	,200*	,950	11	,642
	GF	,208	11	,199	,907	11	,225
Peso pre	GCDA	,201	11	,200*	,900	11	,187
	GCMD	,158	11	,200*	,907	11	,225
	GF	,167	11	,200*	,929	11	,404
% gordura pre	GCDA	,322	11	,002	,767	11	,003
	GCMD	,196	11	,200*	,905	11	,215
	GF	,130	11	,200*	,966	11	,840
1RMpre	GCDA	,153	11	,200*	,933	11	,442
	GCMD	,141	11	,200*	,949	11	,629
	GF	,146	11	,200*	,971	11	,894

	GCDA	,126	11	,200*	,971	11	,893
1RM 6sem	GCMD	,183	11	,200*	,873	11	,084
	GF	,202	11	,200*	,960	11	,766
	GCDA	,177	11	,200*	,973	11	,913
1RMpos	GCMD	,219	11	,146	,899	11	,177
	GF	,142	11	,200*	,965	11	,833
	GCDA	,196	11	,200*	,942	11	,550
RMLpre	GCMD	,174	11	,200*	,968	11	,869
	GF	,292	11	,009	,856	11	,051
	GCDA	,184	11	,200*	,924	11	,357
RMLpos	GCMD	,154	11	,200*	,966	11	,845
	GF	,193	11	,200*	,924	11	,353
	GCDA	,318	11	,003	,829	11	,023
Lev. Sent pré	GCMD	,130	11	,200*	,958	11	,749
	GF	,266	11	,029	,816	11	,015
	GCDA	,227	11	,117	,877	11	,096
Lev. Sentpos	GCMD	,304	11	,005	,795	11	,008
	GF	,202	11	,200*	,900	11	,186
	GCDA	,225	11	,124	,912	11	,256
8-ft pre	GCMD	,153	11	,200*	,962	11	,792
	GF	,272	11	,023	,807	11	,012
	GCDA	,162	11	,200*	,911	11	,252
8-ft pos	GCMD	,220	11	,141	,899	11	,182
	GF	,210	11	,188	,894	11	,158
	GCDA	,260	11	,036	,835	11	,028
TSL levantar pre	GCMD	,255	11	,044	,832	11	,025
	GF	,277	11	,018	,799	11	,009
	GCDA	,382	11	,000	,727	11	,001
TSL levantar pos	GCMD	,492	11	,000	,486	11	,000
	GF	,528	11	,000	,345	11	,000
	GCDA	,334	11	,001	,769	11	,004
TSL sentar pre	GCMD	,300	11	,007	,793	11	,008
	GF	,318	11	,003	,622	11	,000
	GCDA	,318	11	,003	,795	11	,008
TSL sentar pos	GCMD	,528	11	,000	,345	11	,000
	GF	,461	11	,000	,575	11	,000
	GCDA	,218	11	,151	,939	11	,503
RF pre	GCMD	,188	11	,200*	,947	11	,602
	GF	,146	11	,200*	,969	11	,880
	GCDA	,184	11	,200*	,931	11	,418
VL pre	GCMD	,160	11	,200*	,947	11	,606
	GF	,243	11	,069	,872	11	,081
VM pre	GCDA	,256	11	,042	,841	11	,033

	GCMD	,223	11	,134	,865	11	,066
	GF	,140	11	,200*	,959	11	,763
	GCDA	,230	11	,108	,944	11	,564
CVM pre	GCMD	,151	11	,200*	,962	11	,792
	GF	,161	11	,200*	,926	11	,369
	GCDA	,239	11	,080	,785	11	,006
RF pos	GCMD	,200	11	,200*	,900	11	,186
	GF	,227	11	,119	,910	11	,241
	GCDA	,258	11	,039	,770	11	,004
VL pos	GCMD	,209	11	,195	,839	11	,031
	GF	,209	11	,196	,917	11	,295
	GCDA	,118	11	,200*	,955	11	,708
VM pos	GCMD	,183	11	,200*	,926	11	,373
	GF	,263	11	,032	,880	11	,103
	GCDA	,164	11	,200*	,944	11	,573
CVM pos	GCMD	,181	11	,200*	,949	11	,638
	GF	,149	11	,200*	,940	11	,519
	GCDA	,186	11	,200*	,903	11	,199
ECORF pre	GCMD	,169	11	,200*	,945	11	,579
	GF	,190	11	,200*	,880	11	,104
	GCDA	,190	11	,200*	,954	11	,689
ECOVL pre	GCMD	,165	11	,200*	,916	11	,288
	GF	,271	11	,024	,885	11	,120
	GCDA	,170	11	,200*	,894	11	,154
ECOVM pre	GCMD	,189	11	,200*	,905	11	,210
	GF	,160	11	,200*	,964	11	,826
	GCDA	,161	11	,200*	,946	11	,593
ECORF pos	GCMD	,152	11	,200*	,955	11	,708
	GF	,222	11	,135	,894	11	,156
	GCDA	,188	11	,200*	,938	11	,495
ECOVL pos	GCMD	,353	11	,000	,742	11	,002
	GF	,232	11	,101	,918	11	,306
	GCDA	,127	11	,200*	,954	11	,700
ECOVM pos	GCMD	,128	11	,200*	,965	11	,837
	GF	,226	11	,121	,876	11	,094
	GCDA	,118	11	,200*	,945	11	,583
TMPF 200 PRE	GCMD	,186	11	,200*	,949	11	,636
	GF	,198	11	,200*	,896	11	,167
	GCDA	,137	11	,200*	,972	11	,906
TMPF 200 POS	GCMD	,196	11	,200*	,954	11	,690
	GF	,166	11	,200*	,962	11	,796
	GCDA	,151	11	,200*	,974	11	,922
EC0_RF_PERCENT	GCMD	,147	11	,200*	,963	11	,803

GF	,198	11	,200 <sup>*</sup>	,947	11	,604
----	------	----	-------------------	------	----	------

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

### Tests of Normality

	Grupo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
LV1 bruto pré	GCDA	,161	11	,200 <sup>*</sup>	,930	11	,416
	GCMD	,170	10	,200 <sup>*</sup>	,930	10	,446
	GF	,172	10	,200 <sup>*</sup>	,827	10	,031
LV1 bruto pós	GCDA	,232	11	,102	,851	11	,044
	GCMD	,127	10	,200 <sup>*</sup>	,956	10	,745
	GF	,147	10	,200 <sup>*</sup>	,962	10	,813
LV2 bruto pré	GCDA	,185	11	,200 <sup>*</sup>	,928	11	,396
	GCMD	,160	10	,200 <sup>*</sup>	,961	10	,802
	GF	,262	10	,050	,827	10	,031
LV2 bruto pós	GCDA	,150	11	,200 <sup>*</sup>	,963	11	,805
	GCMD	,150	10	,200 <sup>*</sup>	,956	10	,740
	GF	,138	10	,200 <sup>*</sup>	,962	10	,809
LV1%pre	GCDA	,156	11	,200 <sup>*</sup>	,959	11	,762
	GCMD	,162	10	,200 <sup>*</sup>	,932	10	,469
	GF	,154	10	,200 <sup>*</sup>	,934	10	,489
LV1%pos	GCDA	,141	11	,200 <sup>*</sup>	,980	11	,965
	GCMD	,247	10	,086	,860	10	,076
	GF	,214	10	,200 <sup>*</sup>	,887	10	,157
LV2%pre	GCDA	,211	11	,185	,763	11	,003
	GCMD	,229	10	,146	,897	10	,201
	GF	,218	10	,196	,888	10	,162
LV2%pos	GCDA	,216	11	,159	,935	11	,460
	GCMD	,165	10	,200 <sup>*</sup>	,961	10	,797
	GF	,190	10	,200 <sup>*</sup>	,882	10	,139
W1 bruto pre	GCDA	,353	11	,000	,649	11	,000
	GCMD	,416	10	,000	,650	10	,000
	GF	,381	10	,000	,640	10	,000
W1 bruto pos	GCDA	,448	11	,000	,572	11	,000
	GCMD	,381	10	,000	,640	10	,000
	GF	,272	10	,035	,802	10	,015
W2 bruto pre	GCDA	,209	11	,195	,906	11	,217
	GCMD	,192	10	,200 <sup>*</sup>	,952	10	,693
	GF	,214	10	,200 <sup>*</sup>	,901	10	,225
W2 bruto pos	GCDA	,234	11	,094	,878	11	,097
	GCMD	,181	10	,200 <sup>*</sup>	,895	10	,191
	GF	,245	10	,090	,892	10	,177

	GCDA	,170	11	,200 <sup>*</sup>	,901	11	,189
W1%maxpre	GCMD	,155	10	,200 <sup>*</sup>	,924	10	,394
	GF	,164	10	,200 <sup>*</sup>	,899	10	,214
	GCDA	,155	11	,200 <sup>*</sup>	,953	11	,676
W1%max pós	GCMD	,227	10	,155	,904	10	,245
	GF	,231	10	,138	,882	10	,137
	GCDA	,306	11	,005	,854	11	,048
W2%max pré	GCMD	,171	10	,200 <sup>*</sup>	,926	10	,412
	GF	,145	10	,200 <sup>*</sup>	,932	10	,463
	GCDA	,178	11	,200 <sup>*</sup>	,941	11	,536
W2%max pós	GCMD	,122	10	,200 <sup>*</sup>	,960	10	,783
	GF	,265	10	,046	,862	10	,080
	GCDA	,176	11	,200 <sup>*</sup>	,907	11	,227
VO2pico pré	GCMD	,124	10	,200 <sup>*</sup>	,949	10	,653
	GF	,175	10	,200 <sup>*</sup>	,924	10	,388
	GCDA	,229	11	,112	,927	11	,386
VO2pico pós	GCMD	,188	10	,200 <sup>*</sup>	,945	10	,615
	GF	,152	10	,200 <sup>*</sup>	,949	10	,655
	GCDA	,255	11	,044	,879	11	,100
Wmaxpre	GCMD	,183	10	,200 <sup>*</sup>	,924	10	,389
	GF	,164	10	,200 <sup>*</sup>	,949	10	,660
	GCDA	,162	11	,200 <sup>*</sup>	,959	11	,762
Wmaxpos	GCMD	,146	10	,200 <sup>*</sup>	,953	10	,709
	GF	,152	10	,200 <sup>*</sup>	,917	10	,331

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

## Período Controle

### Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
LEV.SENT pós	,206	9	,200 <sup>*</sup>	,884	9	,172
1RM pré	,153	9	,200 <sup>*</sup>	,915	9	,352
1RM pós	,242	9	,136	,904	9	,274
LEV.SENT pré	,193	9	,200 <sup>*</sup>	,911	9	,326
TUG pré	,149	9	,200 <sup>*</sup>	,974	9	,923
TUG pós	,172	9	,200 <sup>*</sup>	,940	9	,586
VO2 pré	,160	9	,200 <sup>*</sup>	,913	9	,339
VO2 pós	,190	9	,200 <sup>*</sup>	,958	9	,778

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

## APÊNDICE F

## Força Isométrica máxima

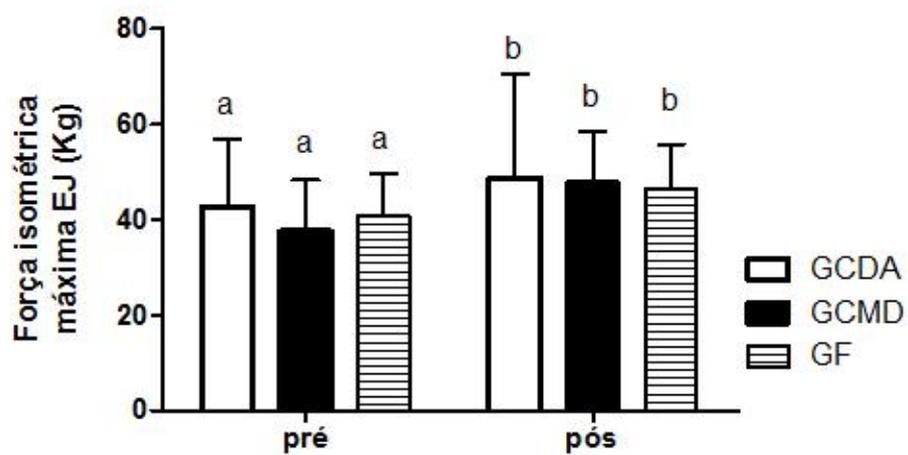


Figura 16: Força isométrica máxima dos músculos extensores do joelho nos momentos pré e pós treinamento. Valores apresentados em média e desvio padrão. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os momentos

## APÊNDICE G

## Força de Resistência Muscular (RML)

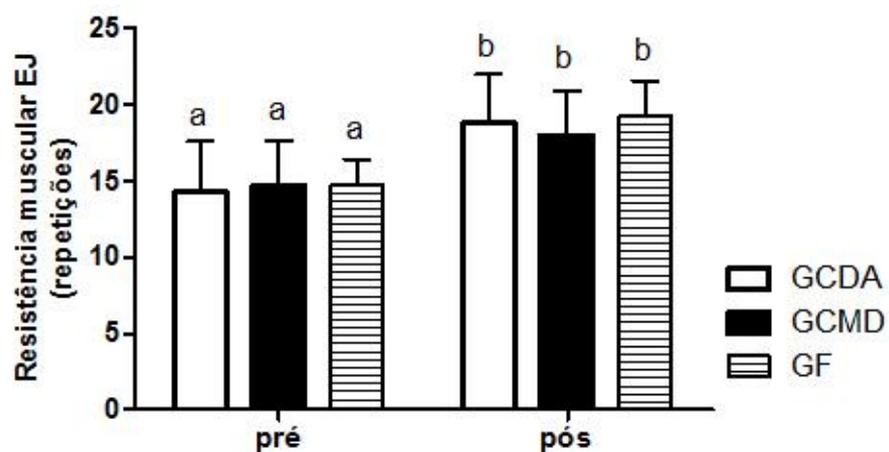


Figura 17: Força de resistência muscular dos músculos extensores do joelho (carga de 60% do 1RM pré treinamento) nos momentos pré e pós treinamento. Valores apresentados em média e desvio padrão. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os momentos.

## APÊNDICE H

## Ativação Muscular Máxima

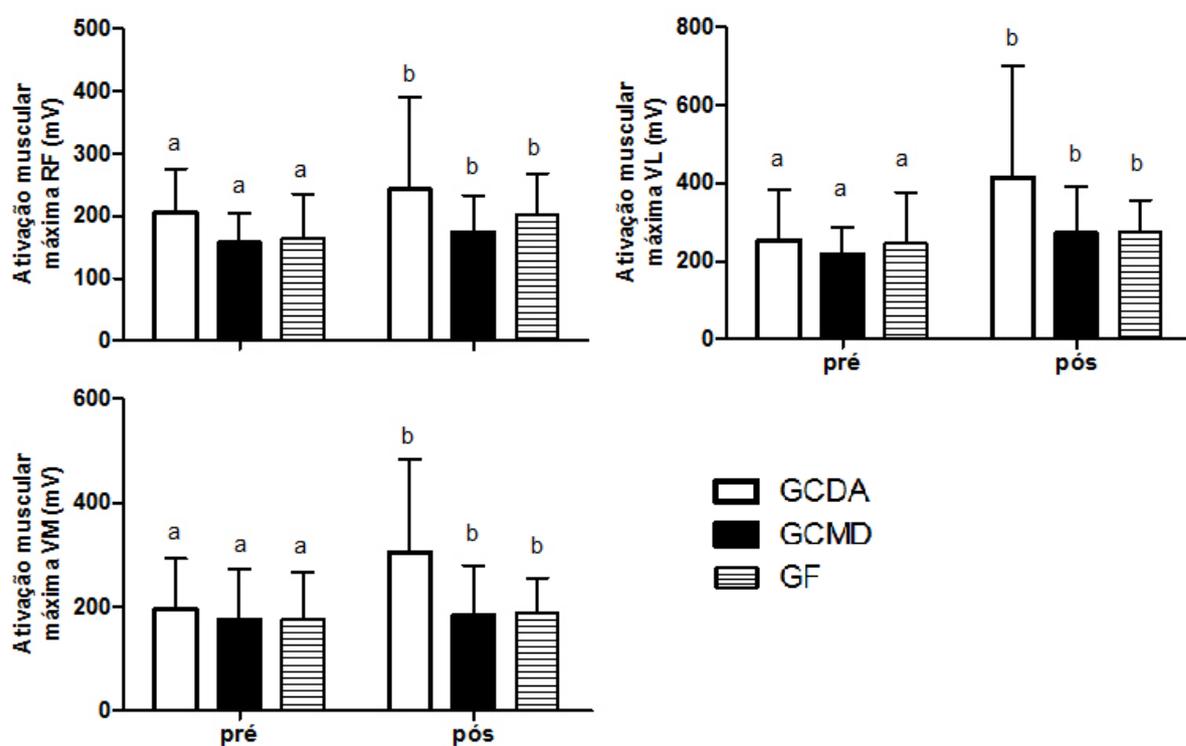


Figura 18: Ativação muscular máxima nos momentos pré e pós treinamento: A) músculo reto femoral; B) Músculo vasto lateral; C) Músculo vasto medial. . Valores apresentados em média e desvio padrão. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os momentos.

## APÊNDICE I

### Economia Neuromuscular

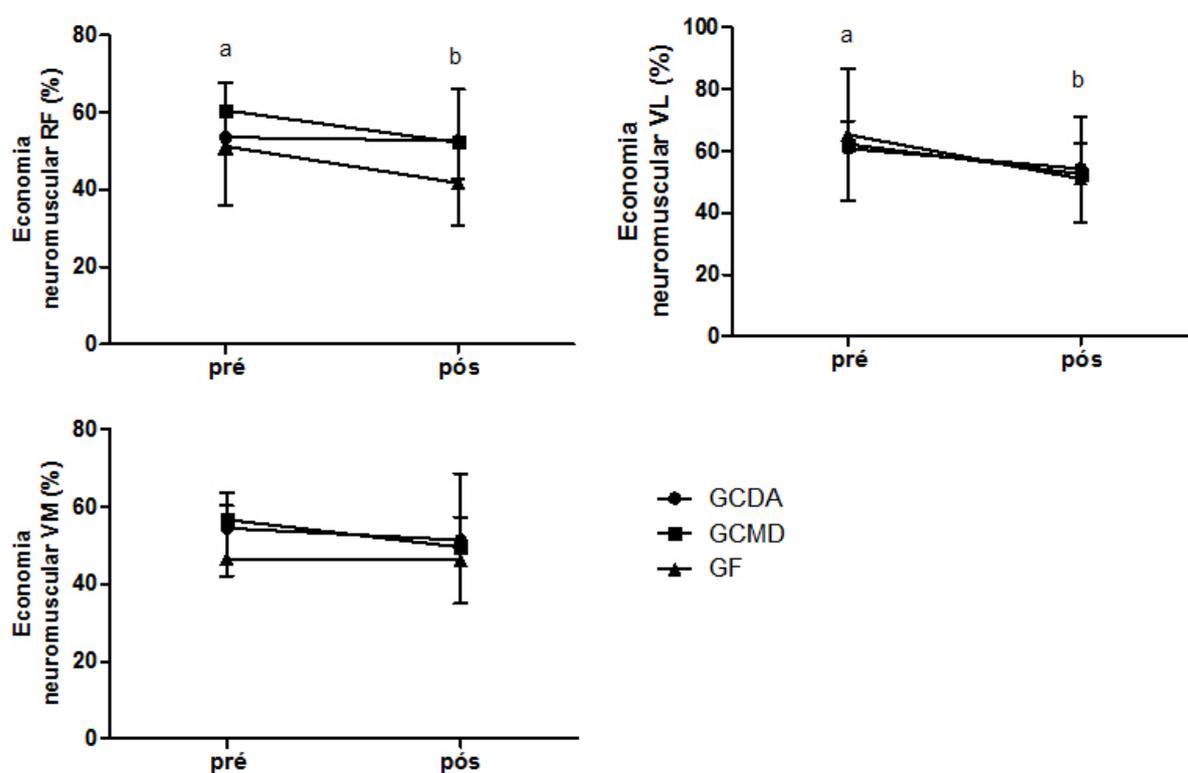


Figura 19: Economia neuromuscular nos momentos pré e pós treinamento (valores expressos em percentual, normalizados pela ativação máxima) nos momentos pré e pós treinamento: A) Músculo reto femoral; B) Músculo vasto lateral; C) Músculo vasto medial. Valores apresentados em média e desvio padrão. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os momentos.

## APÊNDICE J

## 8- foot up and go test

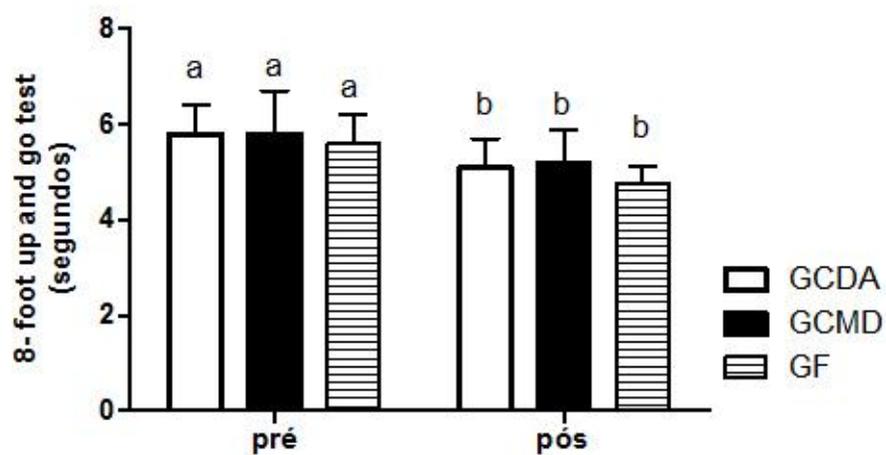


Figura 20: Tempo no teste *8-foot up and go test* nos momentos pré e pós treinamento. Valores apresentados em média e desvio padrão. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os momentos.

## APÊNDICE L

## Teste de sentar e levantar 30s

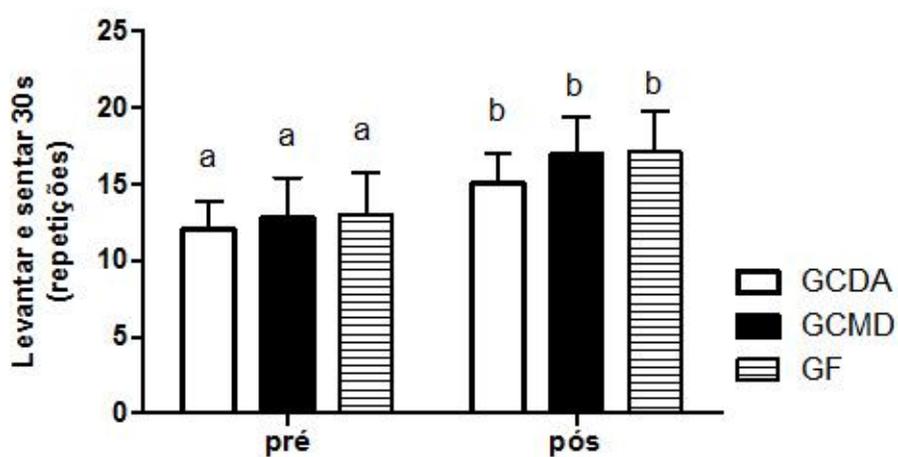


Figura 21: Repetições no teste de levantar e sentar 30s nos momentos pré e pós treinamento. Valores apresentados em média e desvio padrão. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os momentos.

## APÊNDICE M

## Consumo de oxigênio de pico

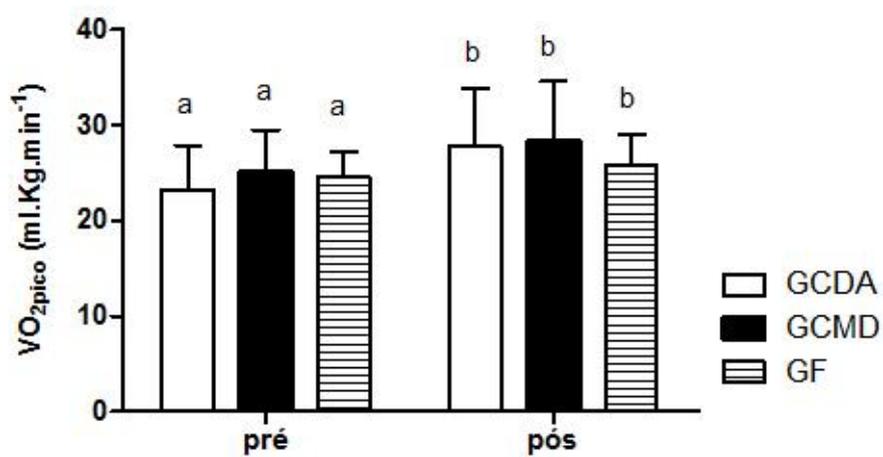


Figura 22: Consumo de oxigênio de pico no pré e pós treinamento. Valores apresentados em média e desvio padrão. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os momentos.

## APÊNDICE N

### Ficha de treino

NOME: \_\_\_\_\_

GRUPO: \_\_\_\_\_ HORÁRIO: \_\_\_\_\_

TREINO DE FORÇA						
EXERCÍCIO	SÉRIES	REP	CARGA	CARGA		
LEG PRESS 45°						
REMADA BAIXA						
EXTENSÃO DE JOELHOS						
SUPINO VERTICAL						
FLEXÃO DE JOELHOS						
ROSCA DIRETA						
TREICEPS ROLDANA						
FLEXÃO PLANTAR						
PERIODIZAÇÃO						
	AERÓBIO		FORÇA			
SEM	VOLUME	INT	SÉRIES	REP	Carga EJ	REP EJ
1	20 min	80%	2	20-18RM		
2	20 min	80%	2	20-18RM		
3	20 min	85%	2	17-15RM		
4	25 min	85%	2	17-15RM		
5	25 min	85%	2	14-12RM		
6	25 min	90%	2	14-12RM		
7	30 min	90%	2	14-12RM		
8	30 min	90%	3	10-8RM		
9	30 min	95%	3	10-8RM		
10	30 min	95%	3	10-8RM		
11	30 min	100%	3	8-6RM		
12	30 min	100%	3	8-6RM		
LISTA DE PRESENÇA						ANOTAÇÕES
SEM	PRESENÇA					
1	<input type="radio"/>					
2	<input type="radio"/>					
3	<input type="radio"/>					
4	<input type="radio"/>					
5	<input type="radio"/>					
6	<input type="radio"/>					
7	<input type="radio"/>					
8	<input type="radio"/>					
9	<input type="radio"/>					
10	<input type="radio"/>					
11	<input type="radio"/>					
12	<input type="radio"/>					

