

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

**OS EFEITOS DE TRÊS TREINAMENTOS CONCORRENTES NAS  
ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES E CARDIORRESPIRATÓRIAS  
DE MULHERES JOVENS**

**Dissertação de Mestrado**

**Rodrigo Ferrari da Silva**

Porto Alegre, julho de 2010

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

**Rodrigo Ferrari da Silva**

**OS EFEITOS DE TRÊS TREINAMENTOS CONCORRENTES NAS  
ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES E CARDIORRESPIRATÓRIAS  
DE MULHERES JOVENS**

Dissertação 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 acadêmico de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruel

Porto Alegre, julho de 2010

**Rodrigo Ferrari da Silva**

**OS EFEITOS DE TRÊS TREINAMENTOS CONCORRENTES NAS  
ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES E CARDIORRESPIRATÓRIAS  
DE MULHERES JOVENS**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Escola de Educação Física  
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano

Porto Alegre, julho de 2010

**COMISSÃO DE AVALIAÇÃO:**

Prof. Dr. Valmor Augusto Tricoli

Profª. Dr. Martim Bottaro Marques

Profª. Dr. Ronei Silveira Pinto

Conceito final: A

Porto Alegre, 9 de julho de 2010.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Krueel

Aluno: Rodrigo Ferrari da Silva

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer meu orientador Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Krueel pelas oportunidades oferecidas dentro da UFRGS e pela orientação da presente dissertação de mestrado, além da amizade e do conhecimento compartilhados comigo ao longo desses anos.

Agradeço aos membros da banca examinadora, primeiramente ao Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto, que além de membro da minha banca examinadora, me ajudou diversas vezes ao longo do período do mestrado sendo parte importantíssima deste trabalho. Aos demais membros da banca, Prof. Dr. Valmor Tricoli e Prof. Dr. Martim Bottaro Marques, pela participação, interesse e pelas contribuições realizadas em relação a minha dissertação.

Aos funcionários do PPGCMH, em especial ao amigo André, e do LAPEX-UFRGS, em especial a Dani e o pessoal do setor neuromuscular, por todo auxílio ao longo do mestrado, principalmente durante o período de coleta de dados.

À empresa INBRAMED pelo fornecimento e constante manutenção das esteiras utilizadas durante o estudo.

Aos participantes da amostra do estudo, pela disponibilidade e grande dedicação durante todo o período de treinamento.

Aos bolsistas de iniciação científica Gabriela Kothe, Guilherme Trindade e Matheus Guedes, pela ajuda integral durante todo o período de coletas e treinamento, sem vocês esse trabalho não teria a mesma qualidade.

Aos integrantes do GPAT, sempre dispostos a colaborar nas coletas quando necessário e, em especial, as colegas e amigas Tini e Stephanie, pela grande ajuda nas coletas e pela acessoria em algumas análises. Ainda, gostaria de agradecer ao meu grande amigo Eduardo Cadore, pela ajuda constante no desenvolvimento do projeto e pela amizade desde o início da graduação.

Por fim, um agradecimento muito especial à minha família, aos meus pais Nauro e Dora, por todos os valores ensinados e pelo amor e carinho desde SEMPRE, e meus irmãos Guilherme e Gabriel, pelo apoio, carinho e amizade. Além deles, a minha namorada Julia, por todo amor, pela parceria e pela compreensão durante esse período do mestrado. Amo muito todos vocês!

## RESUMO

### OS EFEITOS DE TRÊS TREINAMENTOS CONCORRENTES NAS ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES E CARDIORRESPIRATÓRIAS DE MULHERES JOVENS

Autor: Rodrigo Ferrari da Silva

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruel

Diversas causas são apresentadas como possíveis responsáveis pela interferência nas adaptações neuromusculares quando realizamos simultaneamente o treinamento aeróbio e o de força, chamado treinamento concorrente. Tanto a intensidade quanto a modalidade do exercício aeróbio podem ser possíveis causas dessa interferência. Contudo, não foram encontrados estudos avaliando longitudinalmente a influência de diferentes intensidades e modalidades de exercício aeróbio no treinamento concorrente. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi comparar os efeitos de três treinamentos concorrentes, diferentes na intensidade e no exercício aeróbio utilizado, e de um treinamento de força nas adaptações neuromusculares e cardiorrespiratórias de mulheres jovens. Quarenta e quatro mulheres fisicamente ativas ( $22,3 \pm 2,5$  anos) foram divididas em quatro grupos: Grupo força (GF, n=12), que realizou apenas o treinamento de força; Grupo concorrente 1 (GCC, n=10), que realizou o TA em esteira, a partir da corrida contínua, além do TF; Grupo concorrente 2 (GCI, n=11), que realizou o TA em esteira, a partir da corrida intervalada, além do TF; e Grupo concorrente 3 (GCB, n=11), que realizou o TA contínuo em cicloergômetro, além do TF. Cada grupo treinou 2 vezes por semana durante 11 semanas o treinamento de força, aeróbio ou ambos tipos de treinamento na mesma sessão. Antes e após o período de treino, os indivíduos foram avaliados nos seguintes parâmetros neuromusculares: Força máxima (1 RM) nos exercícios de supino, extensão de joelhos e *leg press* (1 RM), resistência muscular (nº de rep. a 70% de 1 RM) nos exercícios extensão de joelhos e supino, *torque* máximo dos extensores do joelho (isométrico e isocinético nas velocidades de 60°/s e 180°/s). Além disso, foram realizadas avaliações do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ), tanto em teste de esteira (todos os grupos) como em cicloergômetro (apenas GCB). Foram observadas diferenças entre os momentos pré e pós treinamento em todos os grupos ( $p < 0,05$ ) nos valores de 1 RM, na resistência muscular e no *torque* isocinético nas velocidades de 60°/s e 180°/s, sendo essas diferenças semelhantes entre os grupos. Já no  $VO_{2max}$  avaliado em esteira, foram observadas diferenças entre os momentos pré e pós treinamento para os grupos GCC ( $p=0,032$ ) e GCI ( $p=0,001$ ). Ao contrário das variáveis neuromusculares, os valores de  $VO_{2max}$  ao final do treinamento apresentaram diferenças significativas entre os grupos ( $p=0,004$ ), em que se observou que os valores de  $VO_{2max}$  no pós treinamento foram significativamente maiores para o GCI em comparação a GF e GCB, que não apresentaram diferenças entre si. No entanto, quando o  $VO_{2max}$  foi avaliado em cicloergômetro, foram observadas diferenças entre os momentos pré e pós treinamento no GCB ( $p=0,025$ ). Os resultados deste estudo sugerem que, em mulheres jovens, o treinamento concorrente parece não comprometer as adaptações na função neuromuscular ocorridas em resposta a 11 semanas de treinamento, independente da intensidade ou da modalidade do exercício aeróbio realizado.

Palavras-chave: Treinamento concorrente, adaptações neuromusculares, tipo de exercício aeróbio, consumo máximo de oxigênio.

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

Autor: Rodrigo Ferrari da Silva

Orientador: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruel

Título: Os efeitos de três treinamentos concorrentes nas adaptações neuromusculares e cardiorrespiratórias de mulheres jovens.

Porto Alegre, 2010

## ABSTRACT

### THE EFFECTS OF THREE CONCURRENT TRAINING ON NEUROMUSCULAR AND CARDIORESPIRATORY ADAPTATIONS IN WOMEN

Author: Rodrigo Ferrari da Silva

Advisor: Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Kruel

Several causes are presented as potentially responsible for interference in the neuromuscular adaptations when performed simultaneously aerobic training and strength, called concurrent training. Both the intensity and type of aerobic exercise may be possible causes of interference. However, there are no longitudinal studies evaluating the influence of different intensities and modalities of aerobic exercise in concurrent training. Thus, the aim of this study was to compare the effects of three concurrent training, different in intensity and aerobic exercise used, and strength training on neuromuscular and cardiorespiratory adaptations in women. Forty-four physically active women ( $22.3 \pm 2.5$  years) were divided into four groups: Strength (GF,  $n = 12$ ), which held only the strength training; Concurrent training 1 (GCC,  $n = 10$ ), who held the aerobic training on a treadmill, running from the continuous addition of strength training; Concurrent training 2 (GCI,  $n = 11$ ), who carried out the aerobic training on a treadmill, running from the intervals, in addition to strength training and concurrent training 3 (GCB,  $n = 11$ ), who carried out the aerobic training continuous cycle ergometer, and strength training. Each group trained two times a week for 11 weeks, strength training, aerobic or both types of training in the same session. Before and after the training period, subjects were evaluated in the following neuromuscular parameters: Maximum strength (1 RM) in exercises supine, knee extension and *leg press*, muscle endurance (number of rep. 70% of 1 RM) in exercises knee extension and bench press, peak *torque* of knee extensors (isometric and isokinetic at speeds 60°/s and 180°/s). In addition, assessments were made of maximal oxygen uptake ( $VO_{2max}$ ) both in treadmill test (all groups) and cycle ergometer (only GCB). Differences were observed between pre and post training in all groups ( $p < 0.05$ ) in 1 RM, muscular endurance and isokinetic *torque* at speeds of 60 °/ s and 180 °/ s, and these differences were similar among groups. In  $VO_{2max}$ , differences were observed between pre and post training in groups GCC ( $p = 0.032$ ) and GCI ( $p = 0.001$ ). Unlike the neuromuscular variables, the values of  $VO_{2max}$  at the end of training showed significant differences between groups ( $p = 0.004$ ), where it was observed that the values of  $VO_{2max}$  at post training were significantly higher in GCI when compared to the values of GF e GCB, that showed no differences between them. However, where the  $VO_{2max}$  was evaluated on a cycle ergometer, differences were observed between pre and post training in the GCB ( $p = 0.025$ ). The results of this study suggest that in women, concurrent training appears not to compromise the adaptations in the neuromuscular function occurred in response to 11 weeks of training, regardless of the intensity or type of aerobic exercise performed.

Keywords: Concurrent training, neuromuscular adaptations, type of aerobic exercise, maximum oxygen consumption.

FEDERAL UNIVERSITY OF RIO GRANDE DO SUL  
POS GRADUATION PROGRAM ON HUMAN EXERCISES MOVEMENT SCIENCE

Author: Rodrigo Ferrari da Silva

Advisor: Luiz Fernando Martins Kruel, Ph.D.

Title: The effects of three concurrent training on neuromuscular and cardiorespiratory adaptations in women

Porto Alegre, 2010

## LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

%	Percentual
<	Menor
>	Maior
bpm	Batimentos por minuto
cm	Centímetros
TF	Treinamento de força
TA	Treinamento aeróbio
TC	Treinamento concorrente
FC	Frequência cardíaca
VO <sub>2máx</sub>	Consumo máximo de oxigênio
VO <sub>2</sub>	Consumo de oxigênio
VVO <sub>2máx</sub>	Velocidade associada ao Consumo máximo de oxigênio
LV1	Limiar ventilatório 1
LV2	Limiar ventilatório 2
GF	Grupo que realizou apenas o TF
GCB	Grupo que realizou o TC, no qual o TA foi realizado em cicloergômetro
GCC	Grupo que realizou o TC, no qual o TA foi em corrida contínua
GCI	Grupo que realizou o TC, no qual o TA foi em corrida intervalada
FC <sub>LV2</sub>	FC correspondente ao LV2
RM's	Repetições máximas
1RM	Uma repetição máxima
rpm	Rotações por minuto
MM	Massa magra
MC	Massa corporal
MG	Massa gorda
n	Número de indivíduos

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Periodização dos treinamentos aeróbios e de força nos grupos de treinamento .....	56
---	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Força máxima (1 RM) do exercício Extensão de Joelhos .....	68
Figura 2: Força máxima (1 RM) do exercício <i>Leg Press</i> .....	68
Figura 3: Força máxima (1 RM) do exercício Supino .....	69
Figura 4: Resistência muscular (nº de rep. a 70 % de 1 RM) do exercício Extensão de Joelhos.....	70
Figura 5: Resistência muscular (nº de rep. a 70 % de 1 RM) do exercício Supino ...	70
Figura 6: <i>Torque</i> muscular isométrico dos extensores do joelho. ....	71
Figura 7: <i>Torque</i> muscular isocinético na velocidade de 60º/s dos extensores do joelho.....	72
Figura 8: <i>Torque</i> muscular isocinético na velocidade de 180º/s dos extensores do joelho.....	73
Figura 9: Consumo máximo de oxigênio (ml/kg.min) avaliado em esteira. ....	79
Figura 10: Consumo máximo de oxigênio (l/min) do GCB avaliado em cicloergômetro .....	79

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Caracterização da amostra .....	49
Tabela 2: Valores em média $\pm$ desvio padrão das variáveis analisadas pré treino .	100

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A .....	96
ANEXO B .....	98
ANEXO C .....	100
ANEXO D .....	101
ANEXO E .....	103
ANEXO F.....	104
ANEXO G.....	105

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>17</b>
1.1	OBJETIVO GERAL	20
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>22</b>
2.1	TREINAMENTO DE FORÇA	22
2.1.1	<i>Volume do TF</i>	23
2.1.2	<i>Intensidade do TF</i>	24
2.2	TREINAMENTO AERÓBIO	27
2.2.1	<i>Volume do TA</i>	29
2.2.2	<i>Intensidade do TA</i>	30
2.3	TREINAMENTO CONCORRENTE	31
2.3.1	<i>Efeitos do treinamento concorrente nas adaptações neuromusculares</i>	31
2.3.2	<i>Efeitos do treinamento concorrente nas adaptações cardiorrespiratórias</i>	46
<b>3</b>	<b>ABORDAGEM METODOLÓGICA</b>	<b>49</b>
3.1	AMOSTRA	49
3.1.1	<i>Cálculo do tamanho da amostra</i>	49
3.1.2	<i>Critérios de inclusão</i>	50
3.1.3	<i>Procedimentos para seleção da amostra</i>	50
3.2	VARIÁVEIS	51
3.2.1	<i>Variáveis Dependentes</i>	51
3.2.2	<i>Variáveis Independentes</i>	52
3.2.3	<i>Variáveis de Controle</i>	52
3.2.4	<i>Variáveis de caracterização da amostra</i>	52
3.3	TRATAMENTO DA VARIÁVEL INDEPENDENTE	53
3.3.1	<i>Grupos de Treinamento</i>	53
3.3.2	<i>Treinamentos</i>	54
3.4	FAMILIARIZAÇÃO E TESTES	58
3.5	PROTOCOLOS	59
3.5.1	<i>Composição Corporal</i>	59
3.5.2	<i>Avaliação da Força Máxima e da Resistência Muscular</i>	59
3.5.3	<i>Avaliação do Torque Máximo</i>	60
3.5.4	<i>Avaliação do Consumo Máximo de Oxigênio</i>	61
3.6	INSTRUMENTOS DE MEDIDA	62
3.6.1	<i>Plicômetro</i>	63
	<i>Para a medida das dobras cutâneas foi utilizado um plicômetro da marca LANGE, com resolução de 1 mm.</i>	63
3.6.2	<i>Balança</i>	63
3.6.3	<i>Estadiômetro</i>	63
3.6.4	<i>Esteira Rolante e Cicloergômetro</i>	63
3.6.5	<i>Analizador de Gases Portátil</i>	64
3.6.6	<i>Máscara</i>	64
3.6.7	<i>Sensor de Batimentos Cardíacos</i>	64
3.6.8	<i>Microcomputador para Transmissão das Variáveis Cardiorrespiratórias</i>	64
3.6.9	<i>Dinamômetro Isocinético</i>	65
3.6.10	<i>Metrônomo</i>	65
3.6.11	<i>Aparelhos para exercícios de força</i>	65
3.6.12	<i>Ficha de Coleta de Dados</i>	65
3.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA	66
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>67</b>
4.1	VARIÁVEIS NEUROMUSCULARES	67
4.1.1	<i>Força Máxima (1 RM)</i>	67
4.1.2	<i>Resistência Muscular (nº de repetições realizadas a 70% de 1 RM)</i>	69
4.1.3	<i>Torque Muscular Isométrico</i>	71

4.1.4	<i>Torque Muscular Isocinético</i> .....	71
4.2	VARIAVEIS CARDIORRESPIRATÓRIAS .....	78
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E APLICAÇÕES PRÁTICAS</b> .....	<b>83</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>84</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A compatibilidade de diferentes modos de exercícios, particularmente exercícios de força e exercícios aeróbios, vem sendo investigada nas últimas 3 décadas (Davis et al., 2008). É chamado treinamento concorrente a realização simultânea dessas duas formas de exercícios, e a principal questão que se coloca é se o conjunto das adaptações promovidas pelo treinamento aeróbio e pelo treinamento de força são concorrentes ou podem ser associadas.

Diversos estudos têm avaliado os efeitos do treinamento concorrente nas adaptações neuromusculares e cardiorrespiratórias em homens e mulheres jovens e idosos (Hickson et al., 1980; Gettman et al., 1982; Hunter et al., 1987; Hortobagyi et al., 1991; Marcinik et al., 1991; Kraemer et al., 1995; McCarthy et al., 1995 e 2002; Ferketich et al., 1998; Bell et al., 1997 e 2000; Wood et al., 2001; Hakkinen et al., 2003; Glowacki et al., 2004; Izquierdo et al., 2004; Putman et al., 2004; Pinto, 2007; Cadore et al., 2010). No que diz respeito às adaptações neuromusculares, alguns estudos encontraram interferência no grupo que realizou o treino concorrente (Hickson et al., 1980; Hunter et al., 1987; Kraemer et al., 1995; Bell et al., 2000; Putman et al., 2004; Cadore et al., 2010), enquanto outros não encontraram essa interferência (McCarthy et al., 1995; Balabinis et al., 2003; Izquierdo et al., 2004 e 2005; Silva, 2006).

Em relação às adaptações cardiorrespiratórias, parece ser compatível a realização desse tipo de treinamento, visto que grande parte dos estudos não apresentaram interferência nessas adaptações (Hickson et al., 1980; Gettman et al., 1982; Hunter et al., 1987; Hortobagyi et al., 1991; Kraemer et al., 1995; McCarthy et al., 1995 e 2002; Ferketich et al., 1998; Bell et al., 1997 e 2000; Wood et al., 2001;

Hakkinen et al., 2003; Izquierdo et al., 2004; Putman et al., 2004; Kelly et al., 2008). Além disso, o acréscimo do treinamento de força ao aeróbio pode levar a uma melhora na performance aeróbia, principalmente pela melhora na economia de corrida (Johnston et al., 1997; Paavolainen et al., 1999) e do limiar anaeróbio (Marcinik et al., 1991).

Esses estudos sobre treinamento concorrente utilizaram indivíduos em diferentes níveis de treinamento: sedentários (Abernethy et al., 1993; McCarthy et al., 1995 e 2002; Glowacki et al., 2004), fisicamente ativos (Sale et al., 1990; Kraemer et al., 1995; Dolezar et al., 1998; Bell et al., 2000; Leveritt et al., 2003) e atletas (Baker, 2001; Millet et al., 2002; Balabinis et al., 2003; Wong et al., 2010). Além disso, diversos protocolos foram utilizados para o treinamento de força e para o treinamento aeróbio nesses estudos, e esses fatos podem explicar resultados ainda inconclusivos (Glowacki et al., 2004).

Diversas causas são apresentadas como possíveis responsáveis por essa interferência nas adaptações neuromusculares a partir da realização do treinamento concorrente. Alguns autores apontam a intensidade do treinamento aeróbio como uma das possíveis causas dessa interferência, sugerindo que ela ocorre apenas em altas intensidades, próxima da potência aeróbia máxima ou  $VO_{2máx}$  (Docherty et al., 2000; Souza et al., 2007). Chtara et al. (2008) encontraram interferência nos ganhos de força e potência muscular de homens fisicamente ativos que realizaram um treinamento concorrente no qual o exercício aeróbio foi realizado em alta intensidade (próxima ao  $VO_{2máx}$ ), sugerindo que essa alta intensidade pode ser responsável por essa interferência. Outro recente estudo (Souza et al., 2007) comparou o efeito agudo de dois exercícios aeróbios, um de alta e outro de baixa intensidade, nos ganhos de força máxima e resistência muscular de homens

fisicamente ativos e encontrou que apenas o exercício de alta intensidade comprometeu a força máxima e a resistência muscular desses indivíduos. Além disso, esses autores sugerem que diferentes modalidades aeróbias (corrida e cicloergômetro) apresentam diferentes padrões de recrutamento das unidades motoras quando os indivíduos se exercitam em uma mesma intensidade fisiológica (ex.: FC correspondente a 90% do limiar anaeróbio).

Na presente revisão, não foram encontrados estudos comparando longitudinalmente a diferença nas adaptações neuromusculares e cardiorrespiratórias no treinamento concorrente, quando se utiliza diferentes intensidades e diferentes modalidades de exercício aeróbio.

Sendo assim, observam-se algumas lacunas importantes em relação à manipulação da intensidade e a modalidade do exercício aeróbio no treinamento concorrente. Esse fato viabilizou uma nova abordagem desse assunto e, por isso, foi apresentado como a justificativa para a realização desse estudo.

De acordo com as lacunas anteriormente citadas, referentes ao treinamento concorrente, o presente estudo justificou-se pela necessidade de esclarecer a influência da intensidade do exercício aeróbio nos efeitos do treinamento concorrente nas adaptações neuromusculares e cardiorrespiratórias de mulheres jovens. Diante da justificativa previamente explicitada, esse estudo pretende responder a seguinte questão:

*Qual é a influência da intensidade do exercício aeróbio e da modalidade aeróbia realizada no treinamento concorrente nas adaptações neuromusculares e cardiorrespiratórias obtidas a partir desse tipo de treinamento?*

## 1.1 Objetivo Geral

Comparar os efeitos de três tipos de treinamento concorrente, diferentes na intensidade e no exercício aeróbio utilizado, e de um treinamento de força nas adaptações neuromusculares e cardiorrespiratórias de mulheres jovens.

## 1.2 Objetivos Específicos

- Determinar os efeitos de um treinamento concorrente, no qual o exercício aeróbio utilizado foi a corrida contínua, sobre a força máxima, a resistência muscular, o *torque* isométrico e isocinético dos extensores do joelho e no consumo máximo de oxigênio.
- Determinar os efeitos de um treinamento concorrente, no qual o exercício aeróbio utilizado foi a corrida intervalada, sobre a força máxima, a resistência muscular, o *torque* isométrico e isocinético dos extensores do joelho e no consumo máximo de oxigênio.
- Determinar os efeitos de um treinamento concorrente, no qual o exercício aeróbio utilizado foi o cicloergômetro contínuo, sobre a força máxima, a resistência muscular, o *torque* isométrico e isocinético dos extensores do joelho e no consumo máximo de oxigênio.
- Determinar os efeitos de um treinamento de força sobre a força máxima, a resistência muscular, o *torque* isométrico e isocinético dos extensores do joelho e no consumo máximo de oxigênio.

- Comparar os efeitos dos quatro treinamentos supracitados sobre a força máxima, a resistência muscular, o *torque* isométrico e isocinético dos extensores do joelho e no consumo máximo de oxigênio.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Treinamento de Força

O treinamento de força (TF) pode ser utilizado com o intuito de atingir diferentes objetivos, tais como o aumento da massa muscular, da resistência muscular, da força máxima e da potência muscular (Fleck & Kraemer, 2006).

Esse tipo de treinamento representa um extremo da atividade física, e utiliza exercícios de curta duração em intensidades altas ou máximas, aumenta a capacidade de executar exercícios com altas intensidades e altas resistências com poucas repetições, como o levantamento de pesos e alguns eventos do atletismo (Nader, 2006). Esse aumento é acompanhado por um aprendizado neuromuscular, um aumento no recrutamento de fibras musculares sincronizadamente, hipertrofia das células musculares sem mudanças no  $VO_{2máx}$  e na habilidade do músculo esquelético de gerar energia através do metabolismo oxidativo. O treinamento de força leva a um aumento da atividade das enzimas glicolíticas, e, possivelmente, a uma redução da densidade mitocondrial e capilar (Tanaka & Swensen, 1998).

Fatores neurais e morfológicos são apontados como os responsáveis pelo aumento da força a partir da realização do TF (Moritani & DeVries, 1979). No início do treinamento (primeiras 3 a 5 semanas), fatores neurais (aumento da taxa de disparo e recrutamento de fibras, aumento da sincronização das unidades motoras, incremento da ativação dos músculos agonistas, redução da ativação dos antagonistas, entre outros) são apontados como os principais responsáveis pelos aumentos de força nesse período (Moritani & DeVries, 1979). A hipertrofia muscular (fator morfológico), que pode ser definida pelo aumento do tamanho da fibra

muscular, é outra adaptação ao treinamento de força, porém começa a surgir após algumas semanas de treinamento, num período superior a 8 sessões (Fleck & Kraemer, 2006).

O TF é o método mais efetivo para indivíduos que buscam a manutenção e o aumento da massa magra, bem como para o incremento da força e da resistência muscular (Hass et al., 2001). Um programa de TF é composto por diversas variáveis agudas, e a correta manipulação dessas variáveis pode potencializar os resultados procurados (Kraemer & Ratamess, 2004). Dentre essas variáveis, duas merecem uma atenção especial, pois parecem ser as mais importantes e sua manipulação pode influenciar diretamente nos resultados encontrados: o volume (número de séries e de repetições realizadas nessas séries) e a intensidade (carga utilizada nos exercícios).

### 2.1.1 Volume do TF

O volume de treinamento é geralmente estimado pelo número total de séries e repetições realizadas durante uma sessão de treinamento (Kraemer & Ratamess, 2004).

Alguns estudos (Schlumberger et al. 2001; Wolfe et al., 2004; Kelly et al., 2007) avaliaram a influência do número de séries realizadas em uma sessão de treino nos ganhos de força obtidos a partir do TF. Schlumberger et al. (2001) compararam o efeito do número de séries nos ganhos de força de mulheres jovens a partir de um TF de 6 semanas, realizado 2 x por semanas, utilizando diferentes exercícios, um número de repetições variando entre 6 e 9 em cada série, sempre realizadas até a falha concêntrica. Nesse estudo, um grupo realizou o treinamento

utilizando apenas 1 série por exercício, enquanto o outro grupo realizou 3 séries de cada exercício, dando um intervalo de 2 minutos entre cada série. Tanto para o exercício de supino quanto para o de extensão de joelhos, o grupo que realizou 3 séries obteve resultados melhores que o grupo que realizou apenas uma série, indicando que séries múltiplas apresentam resultados superiores a séries simples em mulheres jovens que buscam aumentar sua força máxima.

Kelly et al. (2007) examinaram as diferenças entre séries simples (1 série) e séries múltiplas (3 séries) no desenvolvimento de força em homens e mulheres a partir de um treinamento de 8 semanas em equipamento isocinético. Os ganhos de força (pico de *torque*) foram superiores nos indivíduos que realizaram séries múltiplas ao final do treinamento, sugerindo que para o quadríceps, parece ser mais indicado 3 séries em comparação com apenas 1 para sujeitos que buscam otimizar seus resultados.

### 2.1.2 Intensidade do TF

A determinação da intensidade do TF é geralmente determinada pela carga utilizada nos exercícios do treinamento. Essa carga pode ser obtida através de diferentes formas, entre elas: o método de percentuais de 1 repetição máxima (%1RM), onde a partir do valor de 1RM utilizam-se percentuais desse valor para definir as cargas de treinamento, e a partir de um número específico de repetições máximas (RM's) ou por zona de RM's (ex.: entre 10-12RM's).

O uso de percentuais de 1RM é um método de modulação de carga que necessita que a avaliação da força máxima seja avaliada freqüentemente. Se o teste de 1RM não for avaliado regularmente, o percentual utilizado irá diminuir e,

conseqüentemente a intensidade será reduzida. Outra limitação é que o número de repetições realizadas em um determinado percentual de 1 RM pode variar de acordo com o exercício realizado. Alguns estudos (Hoeger et al., 1987 e 1990; Shimano et al., 2006; Kothe, 2010) verificaram o número de repetições realizadas por homens e mulheres em diferentes percentuais de 1RM. Em dois estudos Hoeger et al. (1987, 1990), estudaram a relação entre o número de repetições realizadas por homens e mulheres, treinados e não treinados. Foi verificado que na intensidade de 80% de 1RM tanto os homens quanto as mulheres treinadas realizaram mais repetições que os respectivos grupos de sujeitos não treinados. Para os homens treinados, uma média de 12RM's foi realizada no exercício de supino, enquanto homens não treinados realizaram uma média de apenas 9RM's. Já nas mulheres treinadas foram realizadas uma média de 14RM's no exercício de supino a 80% de 1RM, enquanto o grupo de mulheres não treinadas realizou uma média de apenas 10RM's, sugerindo que o nível de treinamento dos indivíduos influencia diretamente o número de repetições realizadas.

Em outro estudo (Shimano et al., 2006), semelhante ao realizado por Hoeger et al. (1987 e 1990), resultados diferentes foram encontrados, já que homens treinados e não treinados não apresentaram diferenças no número de repetições realizadas nas intensidades de 60, 80 e 90% de 1RM, nos exercícios de agachamento, supino e rosca bíceps, exceto para o exercício de supino na intensidade de 90% de 1RM, onde indivíduos não treinados realizaram mais repetições que os indivíduos treinados.

Essa diferença nos resultados encontrados nos estudos supracitados pode ser explicada por diversos fatores, entre eles: a quantidade de massa muscular envolvida em um exercício, o tipo de equipamento (máquinas ou pesos livres)

utilizado (Shimano et al., 2006), a velocidade de execução em que as repetições são realizadas (Hatfield et al., 2006; Sakamoto & Sinclair, 2006) e a composição das fibras musculares de cada indivíduo (Douris et al., 2006).

Kothe (2010), em estudo realizado pelo nosso grupo de pesquisa (GPAT), foi a primeira a controlar a velocidade de execução das repetições realizadas ao verificar o número máximo de repetições que homens treinados e não treinados em força são capazes de realizar nas intensidades de 60, 75 e 90% de 1RM nos exercícios de supino, remada serrote, tríceps testa e rosca Scott unilateral, utilizando pesos livres. Para todos os exercícios avaliados, não foram verificadas diferenças significativas no número máximo de repetições realizadas nos percentuais de 60, 75 e 90% de 1RM entre os indivíduos treinados e não treinados, sugerindo que o nível de treinamento não influencia nas repetições realizadas em um mesmo percentual de 1 RM.

Já a utilização de RM's define a carga exata a ser utilizada para que um número específico de repetições sejam realizadas. Segundo Fleck & Kraemer (2006), esse é o método mais fácil para determinar a intensidade do treinamento, já que as repetições máximas relacionam-se aos objetivos decorrentes de seu uso no treinamento. Além disso, esse método não exige que sejam realizados testes constantes de avaliação da força máxima, o que aumenta a sua aplicabilidade. Apenas necessita que os treinadores ajustem as cargas de treinamento, à medida que os níveis de força dos sujeitos aumentam, de forma que o número de repetições continue de acordo com as RM's ou zona de RM's desejadas.

Diferentes estudos (Chestnut & Docherty, 1999; ACSM, 2002; Rhea et al., 2003) procuraram definir o número de RM's ideal para que os ganhos de força sejam potencializados. Segundo recomendações do ACSM (2002), indivíduos iniciantes ou

moderadamente treinados devem realizar séries entre 8 e 12 RM's para potencializarem seus incrementos na força máxima. Ratificando essas recomendações, Rhea et al. (2003) realizou uma meta-análise determinando a dose-resposta dessa variável (intensidade) e concluiu que os maiores incrementos de força em indivíduos não treinados ocorrem quando esses realizam aproximadamente 12 RM's por série, enquanto indivíduos treinados potencializam seus ganhos com séries de 8 RM's. Já Chestnut & Docherty (1999) realizaram um estudo comparando, em sujeitos não treinados, 2 protocolos de TF, um com séries de 4 RM's e outro de 10 RM's. Em resposta a 10 semanas de treino realizado 3 x por semana, os autores encontraram incrementos semelhantes entre esses protocolos na força máxima, demonstrando que ambos foram eficazes nos ganhos obtidos. Ainda, em indivíduos não treinados, sugeriram que o treinamento com cargas mais leves (10 RM's) parece mais indicado já que reduz o risco de lesões e melhora a técnica de execução dos exercícios, sem comprometer os incrementos na força.

## 2.2 Treinamento aeróbio

O treinamento aeróbio (TA) incrementa a capacidade aeróbia através de diferentes adaptações, as quais ocorrem em diferentes sistemas fisiológicos. Alterações nos sistemas muscular, energético, cardiovascular e respiratório podem ocorrer e promover esses incrementos (Wilmore & Costill, 2001).

Esse tipo de treinamento, que representa o outro extremo da atividade física, utiliza exercícios com duração de alguns minutos até algumas horas em diversas intensidades, aumentando a capacidade de sustentar repetitivamente altas

intensidades, através de exercícios de baixa resistência como a corrida, o ciclismo e a natação (Nader, 2006). Esse aumento é acompanhado por um aumento no consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) e por um aumento na habilidade do músculo esquelético de gerar energia através do metabolismo oxidativo, sem gerar aumentos na força muscular. O treinamento aeróbio induz aumentos na densidade mitocondrial e na densidade capilar, mioglobina intramuscular, enzimas oxidativas, volume de ejeção e capacidade oxidativa das fibras do tipo II (Midgley et al., 2006). Além disso, pode levar a uma diminuição no tamanho das fibras musculares (Glowacki et al., 2004).

Uma adaptação muscular incomum a esses dois tipos de treino é a transformação das fibras tipo IIb em IIa. Essa adaptação vem com mudanças opostas no tamanho das fibras musculares, onde o treinamento de força aumenta o tamanho da fibra e o treinamento aeróbio diminui (Tanaka & Swensen, 1998).

No contexto da performance, além dos incrementos no  $VO_{2máx}$ , alterações no limiar de lactato (limiar ventilatório) e na economia de corrida são responsáveis pelos aumentos na performance do exercício aeróbio (Jung, 2003).

A magnitude de incremento no  $VO_{2máx}$  a partir do TA depende do programa de treinamento utilizado (Baquet et al., 2003). Independente de que método de prescrição seja aplicado, duas principais formas de treinamento são utilizadas: o treinamento contínuo e o treinamento intervalado. O treinamento contínuo é realizado em uma determinada intensidade, onde o indivíduo deve sustentá-la por um determinado período de tempo. Já o treinamento intervalado pode ser definido por intervalos de curta e longa duração em diferentes intensidades de exercício (geralmente intensidades acima do limiar anaeróbio) intercalado com períodos de recuperação utilizando exercícios leves ou repouso (Billat, 2001). Cinco

principais variáveis podem ser manipuladas durante o treinamento intervalado: a distância (ou duração) de cada intervalo de trabalho (cada tiro), intensidade, a duração e o tipo de período de recuperação, e o número de repetições realizadas (Karp, 2000).

Assim como no TF, um programa de treinamento objetivando a melhora da aptidão cardiorrespiratória (potência aeróbia máxima ou  $VO_{2max}$ ) é constituído por diferentes variáveis, entre as quais pode-se destacar duas: o volume e a intensidade (Caputo et al., 2005).

### 2.2.1 Volume do TA

O volume total do TA, que inclui o tempo de cada sessão e o número de vezes em que elas são realizadas por semana, pode variar bastante. A duração total do período de exercício aeróbio deve ser de, pelo menos, 20 minutos (principalmente em indivíduos não treinados), mas normalmente as sessões duram entre 30 e 50 minutos, e devem ser realizadas entre 2 e 5 vezes por semana (Knuttgen, 2007). A maioria dos estudos sobre o TC (Volpe et al., 1993; Henessy & Watson, 1994; Kraemer et al., 1995; Bell et al., 1991, 1997 e 2000; Wood et al., 2001; Hakkinen et al., 2003; Balabinis et al., 2003; Glowacki et al., 2004; Chtara et al., 2005; Silva, 2006; Shaw et al., 2009; Cadore et al., 2010) utilizaram volumes para o exercício aeróbio variando entre 2 e 4 vezes por semana, com duração de cada sessão variando entre 30 e 50 minutos, ratificando as recomendações supracitadas.

### 2.2.2 Intensidade do TA

A prescrição da intensidade do treinamento aeróbio pode ser realizada de diferentes formas, entre as quais pode-se destacar a utilização da FC (Baquet et al., 2003) e da velocidade de corrida (Billat et al., 2001).

A frequência cardíaca (FC) e o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) são linearmente relacionados nas diversas intensidades submáximas de exercício (Wilmore e Costill, 2001). Baseado nessa relação, muitos estudos (Volpe et al., 1993; McCarthy et al., 1995; Dolezar & Potteiger, 1998; Gravelle et al., 2000; Valkeinen et al., 2008; Karavirta et al., 2009) envolvendo o TA utilizam a FC para prescrição da intensidade do exercício, nos quais zonas de FC são determinadas, de acordo com o percentual do  $VO_2$  em que se deseja trabalhar.

Uma outra forma de determinar a intensidade do TA, principalmente em indivíduos que utilizam a corrida como modalidade aeróbia, é a utilização de velocidades específicas para o treinamento (Billat et al., 2000 e 2001; Smith et al., 2003; Wakefield et al., 2009), as quais são obtidas nos testes máximos e estão associadas a diferentes marcadores fisiológicos (consumo máximo de oxigênio e aos limiares ventilatórios).

Como exemplo, pode-se citar a utilização de um teste de esforço máximo, através do qual é possível determinar diferentes marcadores fisiológicos (consumo máximo de oxigênio e aos limiares ventilatórios). Isso com o auxílio da ergoespirometria, que possibilita avaliar, de maneira precisa, a capacidade cardiorrespiratória e metabólica, através da medida direta do consumo de oxigênio máximo e da determinação dos limiares ventilatórios (Rondon et al., 1998). Esses limiares fornecem, de forma não invasiva e com grande precisão, as intensidades de

exercício em que predominam o metabolismo aeróbio e anaeróbio, possibilitando uma prescrição adequada e individualizada da intensidade do condicionamento físico. Para cada um desses marcadores fisiológicos, existe uma FC e uma velocidade (quando o teste máximo é realizado em esteira) correspondente que pode ser utilizada para monitoramento da intensidade do exercício.

### 2.3 Treinamento Concorrente

Esportes como futebol, hughby, basquete, entre outros, necessitam uma combinação dos benefícios de diversos treinamentos: velocidade, resistência aeróbia, força e potência muscular, e muitas vezes seus programas de treinamento incluem um treinamento simultâneo desses componentes (Henessy & Watson, 1994). Além disso, o desenvolvimento simultâneo da capacidade aeróbia e da força muscular é apontado como um importante parâmetro relacionado à saúde, importante para a promoção e manutenção da saúde de indivíduos adultos de diferentes níveis de condicionamento (ACMS, 2000; Haskell et al., 2007). É chamado treinamento concorrente a associação do treinamento aeróbio e de força em um mesmo programa de treinamento, e a principal questão que coloca é se o conjunto dessas adaptações, promovidas pelo treinamento aeróbio e pelo treinamento de força, são concorrentes ou podem ser associadas.

#### 2.3.1 Efeitos do treinamento concorrente nas adaptações neuromusculares

Ao longo de três décadas, muitos estudos sobre TC avaliaram os efeitos dessa forma de treinamento sobre parâmetros neuromusculares. Resultados

controversos são encontrados na literatura, uma vez que alguns estudos encontraram interferência no grupo que realizou o treino concorrente (Hickson et al., 1980; Hunter et al., 1987; Kraemer et al., 1995; Bell et al., 2000; Putman et al., 2004; Cadore et al., 2010), enquanto outros não encontraram essa interferência (McCarthy et al., 1995; Balabinis et al., 2003; Izquierdo et al., 2004; Silva, 2006; Shaw et al., 2009).

### 2.3.1.1 Compatibilidade nas Adaptações Neuromusculares

Diversos estudos sobre o TC demonstraram ser compatível a realização dessa forma de treino para se obter os mesmos ganhos nas variáveis neuromusculares que aqueles obtidos com um TF realizado de forma isolada (McCarthy et al., 1995 e 2002; Gravelle et al., 2000; Balabinis et al. 2003; Silva et al., 2006; Shaw et al., 2009).

McCarthy et al. (1995) examinaram os efeitos de um treinamento concorrente na compatibilidade do aumento da força em homens sedentários. O treinamento teve a duração de 10 semanas, foi realizado 3 x semana em dias alternados e contou com 3 grupos: GF (grupo que realizou apenas o TF), GA (grupo que realizou apenas o TA) e o GFA (grupo que realiza o TC = TF + TA). O GFA realizou ambos os treinamentos no mesmo dia, com um intervalo de aproximadamente 20 minutos entre os tipos de treino. Nesse estudo, o exercício aeróbio foi realizado em cicloergômetro. Os resultados indicaram que o treinamento concorrente produziu aumentos semelhantes nos ganhos de força no GFA quando comparado aos ganhos obtidos pelo GF, não encontrando então interferência nos ganhos de força do GFA. Segundo os autores, o treinamento simultâneo de força e

aeróbio com frequência convencional (realizados 3 x semana) pode ser compatível, não tendo interferência nos ganhos de força. O estudo concluiu que o treinamento concorrente de 10 semanas não impediu adaptações na força dos músculos envolvidos.

Balabinis et al. (2003) realizaram um estudo com o objetivo de verificar os efeitos de um treinamento de força, um treinamento aeróbio e de um treinamento concorrente na potência, força muscular e capacidade aeróbia de 26 jogadores universitários de basquete. Os indivíduos realizaram os seguintes testes: 1 RM agachamento, supino, puxada, e *leg press*; Capacidade anaeróbia no teste de Wingate; Capacidade aeróbia por um método indireto a partir do teste de 1 milha (1600 metros de caminhada); e a Potência anaeróbia a partir de um teste de salto vertical executado na plataforma de força. Eles foram divididos em 4 grupos de treinamento: GF (4 vezes por semana); GA (corrida 4 vezes por semana); GFA (que realizou TA + TF 4 vezes por semana, sempre iniciando pelo TF, e 7 horas depois o TA); e GC (grupo controle), que não realizou nenhum treinamento durante o estudo. Os resultados do estudo indicaram que o GFA obteve aumentos na força e potência muscular semelhantes ao GF. Eles concluíram que com um treinamento concorrente bem planejado, respeitando o princípio da especificidade do treinamento, o nível de condicionamento inicial dos sujeitos, e a importância de períodos de descanso adequados, é possível desenvolver força e potência muscular sem comprometer o desenvolvimento dessas capacidades físicas.

### 2.3.1.2 Incompatibilidade nas Adaptações Neuromusculares

Contrariamente aos estudos supracitados, outros autores (Hickson et al., 1980; Hunter et al., 1987; Henessy & Watson, 1994; Kraemer et al., 1995; Bell et al., 1997 e 2000; Cadore et al., 2010) têm sugerido uma incompatibilidade nas adaptações neuromusculares a partir do TC, ou seja, não é possível obter-se os mesmos ganhos de um TF isolado quando acrescentamos o TA ao programa de força. Essa associação pode atenuar os ganhos de força máxima, resistência muscular e potência muscular dos indivíduos que utilizam essa estratégia de treinamento.

Nesses diversos estudos (Hickson et al., 1980; Hunter et al., 1987; Henessy & Watson, 1994; Kraemer et al., 1995; Bell et al., 1997 e 2000; Glowacki et al., 2004; Cadore et al., 2010) que encontraram menores ganhos em uma ou mais variáveis neuromusculares no grupo que realizou o TC, diferenças metodológicas, principalmente no que diz respeito ao volume e da intensidade dos treinamentos utilizados nos estudos, bem como quando manipulamos a ordem dos exercícios realizados dentro da sessão de treinamento, podem explicar resultados ainda inconclusivos.

A ordem em que os treinamentos são realizados dentro da sessão, bem como a realização de cada tipo de treinamento no mesmo dia ou dias alternados podem interferir nos resultados obtidos (Sale et al., 1990). Ainda, o alto volume de treinamento, representado pelo número de sessões semanais que cada tipo de treinamento é realizado, e a alta intensidade, representada no TA por valores de FC ou velocidade próximos ao  $VO_{2max}$  e no TF pelo número de RM's realizadas em cada série e sessão de treino, podem induzir menores ganhos em algumas variáveis

neuromusculares quando ambos os tipos de exercício (aeróbio e força) são realizados (Docherty & Sporer, 2000; Souza et al., 2007; Chtara et al., 2008).

#### 2.3.1.2.1 Ordem de execução dos treinamentos

Alguns estudos investigaram se a ordem de execução dos treinamentos dentro do treinamento concorrente (TA + TF ou TF + TA) exerce influência sobre a força muscular (Sale et al., 1990; Leveritt et al., 1999; Gravelle et al., 2000; Chtara et al., 2008).

Leveritt & Abernethy (1999) avaliaram a interferência aguda de diferentes cargas de caráter aeróbio na produção de força máxima, e encontraram uma diminuição significativa no número de repetições máximas ao realizar essa atividade aeróbia anteriormente ao TF. Esses autores concluíram que a queda aguda na produção de força após o exercício aeróbio poderia comprometer o desenvolvimento de força durante o treinamento concorrente, embora não tenham avaliado isso de forma crônica.

Já Sale et al. (1990) avaliaram se existe diferença nas adaptações obtidas no treinamento concorrente se o TF e o TA forem realizados num mesmo dia ou em dias alternados. O estudo durou 20 semanas e participaram do estudo 16 jovens previamente destreinados em força. Esses indivíduos foram divididos em dois grupos que realizaram o treinamento concorrente. Um deles (GFA1) realizou TA e TF na mesma sessão, duas vezes por semana (segunda e quarta, ou terça e quinta), e alternou também a ordem de execução dos treinamentos ao longo das semanas, realizando TA antes de TF em uma sessão, e na sessão seguinte invertia essa ordem (TF antes de TA). O outro grupo (GFA2), também realizou o TA e o TF

duas vezes por semana, mas em dias alternados. O grupo adotou um padrão, realizando na primeira semana o treino aeróbio nas terças e quintas, e o treino de força segundas e quartas, e na segunda semana, treinou força terça e quinta, e aeróbio segundas e quartas, ordem essa que continuou sendo alternada no decorrer das semanas do estudo. O TF foi realizado no exercício *leg-press*, enquanto o TA foi realizado em cicloergômetro. Os resultados desse estudo demonstraram que os grupos GFA1 e GFA2 obtiveram aumentos semelhantes na área de secção transversa e no  $VO_{2max}$  ao final do treinamento. Entretanto, o GFA2 obteve um aumento significativamente maior que o aumento do GFA1 no teste de 1RM no exercício *leg press*. Esses achados sugerem que a força máxima de 1RM pode ser comprometida quando ambos os tipos de treinamento (TF e TA) são realizados no mesmo dia.

Em outro estudo avaliando a influência da ordem de execução dos treinamentos Gravelle et al. (2000) compararam os efeitos de dois tipos de treinamento concorrente (diferentes apenas na ordem de execução dos treinamentos) nas respostas fisiológicas de 19 mulheres ativas após 11 semanas de treinamento, realizados 3 x por semana. Os sujeitos foram divididos em 3 grupos: GF, GFA (grupo que realizou primeiro o TF → TA) e GAF (iniciou com o TA → TF). Os resultados encontrados revelaram incrementos semelhantes na força máxima no exercício *leg press* entre os grupos, indicando que as adaptações nos ganhos de força ocorreram independentemente da ordem de execução dos treinamentos.

Corroborando com os achados de Gravelle et al., (2000), Chtara et al. (2008) compararam a influência da ordem de execução dos treinamentos no treinamento concorrente em homens jovens. Esse estudo que durou 12 semanas,

onde os indivíduos treinavam 2 vezes por semana cada tipo de treinamento, e encontrou um aumento semelhante no desenvolvimento de força nesses dois grupos, sugerindo que a ordem de realização do treinamento de força e do treinamento aeróbio no TC (TF→TA ou TA→TF) não exerce influência nas alterações em força máxima, resistência de força, força explosiva e potência.

Embora a fadiga periférica aguda oriunda do TA quando realizado anteriormente ao TF possa reduzir a capacidade do músculo de produzir tensão (Bentley et al., 2000) e essa diminuição da tensão muscular ser apontada como um fator crítico para ganhos de força (Leveritt et al., 1999), os achados dos estudos (Gravelle et al., 2000; Chtara et al., 2008) que avaliaram cronicamente a influência da ordem de execução dos treinamentos não sustentam essa hipótese.

#### 2.3.1.2.2 Volume dos Treinamentos

Hickson et al. (1980) foram os primeiros a demonstrar que o desenvolvimento da força pode ser comprometido quando um treinamento aeróbio é adicionado a um treinamento de força. Eles verificaram como seriam as adaptações de um treinamento simultâneo de força e aeróbio comparado aos mesmos treinamentos realizados separadamente. Esse estudo foi realizado ao longo de 10 semanas, e contou com 3 grupos: GF (realizou o TF 5 x semana), GA (realizou o TA 6 x semana) e GFA (realizou ambos os treinamentos – TA 6 x semana + TF 5 x semana). Os resultados de força máxima do GFA foram significativamente menores após 10 semanas quando comparados ao GF. Esse estudo demonstrou que o treinamento concorrente pode comprometer os ganhos de força após 10 semanas de treinamento de alto volume.

Hunter et al. (1987) realizaram um estudo com o objetivo de determinar o efeito do treinamento aeróbio (corrida) no desenvolvimento da força durante um programa de força. O estudo contou com homens e mulheres não treinados em força, que foram divididos em 4 grupos: GF, GA e 2 grupos concorrentes (GFA1 e GFA2), que realizavam ambos os treinamentos (TA + TF). A única diferença entre os grupos concorrentes era que GFA2 contava com indivíduos previamente treinados aerobiamente. O treinamento de força foi realizado 4 dias por semana durante 12 semanas, o que aconteceu também com o treinamento aeróbio e os treinamentos concorrentes. Não foram encontradas diferenças na força máxima e no salto vertical entre GF e GFA2. Entretanto, o GFA1 apresentou uma diminuição na força a partir da semana 10, o que poderia indicar um início de interferência nos ganhos de força devido às adaptações causadas pelo treino aeróbio, sendo esse fato apenas especulação. No salto vertical, GFA1 teve um menor aumento quando comparado ao GF, fato que indica interferência no desenvolvimento da força/potência dos membros inferiores nesse grupo. Os autores sugerem que os aumentos na força/potência podem ser atenuados quando o treino aeróbio é adicionado ao de força em indivíduos não treinados aerobicamente e em força.

Corroborando com os achados de Hickson (1980) e Hunter et al. (1987), Henessy & Watson (1994) realizaram um estudo com o objetivo de examinar os efeitos de um treinamento concorrente no desenvolvimento de força, potência, velocidade e resistência aeróbia. A amostra foi composta por 41 indivíduos (atletas) que realizaram o treinamento durante 8 semanas. Esses indivíduos foram divididos em 4 grupos: GF, GA (corrida), GFA e GC (grupo controle). Os treinamentos foram realizados da seguinte forma: GF: 3 vezes por semana, em dois dias eram feitos treinamentos com intensidade acima de 70% do 1RM (semana 2 até semana 8). No

terceiro dia de treino, 3 séries de 10RM. GA: 4 vezes por semana. 2 dias de corrida contínua de baixa intensidade (70%  $FC_{máx}$ ; 20' 1ª semana – 60' 8ª semana). No 3º dia era feita uma corrida intervalada em vários ritmos (15' 1ª semana – 35' 8ª semana). O 4º treino era uma corrida contínua a 85% da  $FC_{máx}$  (20' 1ª semana – 40' a partir da 5ª semana). GFA: 5 dias por semana; segunda-feira: corrida 70%  $FC_{máx}$  e treino de força moderado; terça-feira: corrida intervalada; quarta-feira: treino de força de alta intensidade e corrida leve (70%  $FC_{máx}$ ); quinta-feira: descanso; sexta-feira: corrida alta intensidade (85%  $FC_{máx}$ ); sábado: treino de força pesado. Os resultados apresentaram um comprometimento no desenvolvimento da força nos membros inferiores no GFA. O GF apresentou maiores ganhos em força, velocidade e potência muscular em comparação a todos os outros grupos, e esses resultados sugerem uma possível interferência no desenvolvimento da força a partir do treinamento concorrente.

Esses estudos (Hickson, 1980; Hunter et al., 1987; Henessy & Watson, 1994) utilizaram altos volumes de treinamento nos grupos que realizaram o TC. Esse elevado volume pode não ter permitido a recuperação da musculatura utilizada, fato que pode ter interferido nos ganhos de força do grupo concorrente desses estudos. Segundo Chromiak et al. (1990), o *overtraining* é caracterizado por uma atenuação nos aumentos de performance física, acompanhado por mudanças fisiológicas resultantes de um alto volume de treinamento sem um descanso adequado durante um longo período de treinamento, e essa pode ser uma das causas de interferência nos estudos envolvendo o TC.

### 2.3.1.2.3 Intensidade dos Treinamentos

Em um estudo de revisão de Docherty & Sporer (2000), é sugerido que a interferência do treinamento concorrente nos ganhos de força pode ser potencializada quando ambos os treinamentos ocorrem em intensidades que promovem modificações periféricas, próximas do  $VO_{2max}$  quando refere-se ao TA e em intensidades próximas a 10 RM no treinamento de força. Entretanto, essa hipótese apresentada pelos autores não se aplica a alguns estudos sobre o tema, fato que foi salientado no próprio estudo.

Já Souza et al. (2007) compararam o efeito agudo de dois exercícios aeróbios, um realizado a partir do TA intervalado em intensidade correspondente ao  $VO_{2max}$  e outro realizado a partir do TA em intensidade corresponde ao 90% do 2º limiar ventilatório, ambos realizados a partir do exercício de corrida, nos ganhos de força máxima e resistência muscular de homens fisicamente ativos. Esses autores verificaram que apenas o TA intervalado comprometeu a resistência muscular desses indivíduos, e apresentou uma tendência de comprometimento na força máxima. Eles concluem que a fadiga produzida pelo TA, especialmente quando realizado em alta intensidades (próximas a  $VVO_{2max}$ ), pode comprometer o desenvolvimento da força e da resistência muscular. Além disso, eles sugerem que diferentes modalidades aeróbias (corrida e cicloergômetro) produzem diferentes níveis de ativação muscular, onde o exercício em cicloergômetro parece produzir uma maior ativação muscular quando comparado ao exercício de corrida. Sendo assim, a interferência a partir do exercício aeróbio de baixa intensidade parece ocorrer apenas em modalidades de maior ativação muscular que a corrida. No estudo de Chtara et al. (2008), a interferência nos ganhos de força e potência

muscular de homens que realizaram o TC é justificada pela intensidade do TA utilizado (realizado em alta intensidade - próxima ao  $VO_{2máx}$ ), sugerindo que essa alta intensidade pode ser responsável por essa interferência.

Esses achados sugerem que tanto a intensidade quanto a modalidade aeróbia realizada durante o TC podem influenciar as adaptações obtidas a partir desse tipo de treinamento.

### 2.3.1.3 Mecanismos Fisiológicos Relacionados com a Interferência nas Adaptações Neuromusculares

Considerando que os mecanismos responsáveis pelas adaptações neuromusculares no TF são apenas dois, os neurais e os morfológicos (Moritani & DeVries, 1979), a interferência nas adaptações do TC é, necessariamente, associada a, pelo menos, um desses mecanismos. Alguns estudos (Kraemer et al., 1995; Bell et al., 2000; Hakkinen et al., 2003) sobre o tema investigaram, além dos efeitos do TC nas respostas neuromusculares, esses mecanismos responsáveis pelas alterações neuromusculares decorrentes do TF.

Alguns estudos (Kraemer et al., 1995; Bell et al., 1997 e 2000; Putmann et al., 2004) avaliaram os efeitos do TC na área de secção transversa muscular e em alguns hormônios envolvidos no crescimento muscular (testosterona e cortisol).

Kraemer et al. (1995) examinaram as adaptações fisiológicas de um TC, composto por um TF (alta intensidade) e um TA (corrida – contínua e intervalada) em homens fisicamente ativos (exército americano). O treinamento teve duração de 12 semanas, sendo realizado 4 x semana, e foi composto por 4 grupos de treinamento: GF, GA, GFA e GFA2 (esse grupo realizou o TA de corrida e

exercícios apenas para membros superiores no TF). Foram realizadas avaliações de força (1 RM), potência (Wingate) e para avaliar a hipertrofia muscular (biópsia). Além disso, coletas sanguíneas foram realizadas para dosagem dos níveis dos hormônios testosterona e cortisol. O GF aumentou as áreas das fibras dos tipos I, IIa e IIc, enquanto o GFA aumentou a área apenas das fibras tipo IIa. Mudanças na proporção das fibras IIb para IIa (aumento das fibras IIa) foram encontradas em todos os grupos que treinaram força. GF e GFA aumentaram a força de 1RM em todos os exercícios avaliados (*Leg press*, extensão de joelhos, supino e levantamento militar). Entretanto, no exercício *Leg press*, os incrementos do GF foram significativamente maiores que o GFA. A potência anaeróbia de membros inferiores medida a partir do teste de Wingate aumentou apenas no GF. Os resultados desse estudo indicaram que o treinamento concorrente pode levar a uma atenuação de algumas adaptações fisiológicas típicas do treinamento de força realizado sozinho, como a hipertrofia das fibras musculares (principalmente as do tipo I), força e potência muscular. Também demonstraram que o treinamento concorrente resultou em aumento das concentrações de cortisol após 12 semanas de treinamento. Quanto às concentrações de testosterona, não apresentaram diferenças nas adaptações desse hormônio a partir do treinamento concorrente.

Bell et al. (1997) avaliaram os efeitos de um treinamento concorrente nas concentrações de testosterona total circulante e cortisol urinário. Esse estudo utilizou indivíduos previamente treinados em força (homens e mulheres) num treinamento que durou 16 semanas e avaliou, além das concentrações de testosterona e cortisol, os valores de 1RM nos exercícios *leg-press* e supino. Os homens do GF e do GFA aumentaram de forma semelhante seus valores de 1RM. Já as mulheres do GFA aumentaram seus valores de 1RM com uma menor

magnitude quando comparada ao GF. Foi observado aumento na concentração de cortisol nos homens, tanto do grupo de treinamento de força quanto do grupo de treino concorrente após 8 semanas. Entretanto houve diminuição no cortisol dos indivíduos que treinaram somente força ao final das 16 semanas, fato que não ocorreu no grupo concorrente. Nas mulheres, o treinamento concorrente também apresentou valores mais altos de cortisol após 16 semanas, fato que pode explicar uma possível interferência nos ganhos de força desses indivíduos.

Num outro estudo, Bell et al. (2000) investigaram os efeitos de um treinamento concorrente na força, nas propriedades das fibras musculares e nas concentrações hormonais em homens e mulheres fisicamente ativos. O treinamento foi composto por 4 grupos de treinamento: GF, GA, GFA e GC. O treinamento teve a duração de 12 semanas, sendo realizado 3 x semana em dias alternados por GF e GA e 6 x semana por GFA (3 x aeróbio + 3 x força alternadamente). A força (1RM *leg press* e extensão de joelhos) aumentou após 12 semanas de treino em ambos os grupos (GF e GFA), entretanto os ganhos foram significativamente maiores em GF comparado aos demais grupos. A área das fibras musculares tipos I e II aumentou após 6 e 12 semanas em GF, enquanto em GFA apenas a área das fibras tipo II e apenas após as 12 semanas de treinamento. As concentrações de cortisol nas mulheres do GFA aumentaram ao final do treino, sendo esses valores significativamente maiores que o dos outros grupos. Esses achados demonstraram que o treinamento concorrente pode suprimir algumas adaptações do treinamento de força, como o aumento da força muscular e da área de secção transversa, principalmente das fibras tipo I. Também demonstraram que o treinamento concorrente resultou em aumento das concentrações de cortisol após 12 semanas de treinamento, resultados que podem explicar parcialmente os menores ganhos na

hipertrofia do GFA. Esses autores sugerem que essas menores respostas hipertróficas encontradas com o treinamento concorrente, podem estar ligadas ao estresse oxidativo imposto pelo treinamento aeróbio, fazendo com que adaptações ligadas à cinética de transferência de oxigênio sejam obtidas. Além disso, a ocorrência de modificações na relação entre a produção de testosterona e cortisol, devido ao aumento de cortisol, nem sempre acompanhado de aumento na testosterona, pode levar a uma menor hipertrofia muscular.

Putman et al. (2004) verificaram os efeitos do TC nas transições dos tipos de fibras e na área de secção transversa das fibras do vasto lateral. A metodologia do presente estudo é a mesma do estudo de Bell et al., (2000), sendo estes dados parte do estudo desses autores. Os resultados demonstraram que GFA e GF tiveram aumentos semelhantes nas áreas de secção transversa (CSA) das fibras tipo IIa. Entretanto, o aumento na CSA das fibras tipo I foi significativamente maior em GF comparado a GFA após as 12 semanas. O GF aumentou mais a força dos extensores do joelho que o GFA. Dessa forma, o menor aumento na força em GFA nesse estudo pode ser explicada por uma atenuação na hipertrofia das fibras tipo I.

Baseado nos resultados dos estudos supracitados, os menores ganhos de força no TC podem estar associados a uma menor hipertrofia da musculatura envolvida simultaneamente nos TA e de TF.

Além de alterações na morfologia muscular, essa interferência nas adaptações neuromusculares decorrentes do TC também pode estar relacionada a alterações no *drive neural* (Nader, 2006). É possível avaliar mudanças no padrão da ativação muscular (componente neural) através do sinal eletromiográfico EMG. Entretanto, poucos estudos envolvendo o TC realizaram esse tipo de avaliação.

Em um estudo complementar ao realizado em 1995, McCarthy et al. (2002) analisaram a influência desse TC nas adaptações morfológicas e neurais desses indivíduos. Além da análise da área de secção transversa dos músculos extensores de joelho, foram realizadas análises do sinal eletromiográfico, nas quais os autores encontraram uma mesma ativação neural avaliando o *torque* dos grupos que fizeram apenas o treinamento de força e do grupo concorrente. A partir desses achados, esses autores descartaram a hipótese de que fatores neurais possam ser responsáveis pela diminuição na habilidade de produzir força quando o TA é realizado simultaneamente com o TF.

Em contrapartida, Hakinnen et al. (2003) encontraram interferência nas adaptações neuromusculares a partir de um TC de 21 semanas, realizado 2 x por semana apenas em manifestações rápidas de força. Foram encontrados aumentos semelhantes nos ganhos de força máxima e hipertrofia muscular nos grupos de treinamento de força e treinamento concorrente, fato que sugere não existir interferência nessas adaptações musculares quando o TA é realizado simultaneamente com o TF. Todavia, eles observaram aumentos no iEMG nos primeiros 500 milissegundos (média de força produzida nos primeiros 500 milissegundos) de uma ação isométrica rápida apenas no GF. Eles sugeriram que a interferência na capacidade de gerar força rapidamente pode estar ligada a questões neurais (aumento do número de unidades motoras recrutadas e aumento da frequência de ativação, entre outros).

Outros estudos (Dudley & Djamil, 1985; Glowacki et al., 2004) que encontraram interferência nas adaptações neuromusculares apenas nas manifestações rápidas da força (salto vertical, *torque* isocinético na velocidade de

180<sup>o</sup>/s), especularam que essa interferência na capacidade de gerar força rapidamente pode estar ligada a questões neurais.

Parece importante a realização de mais estudos avaliando questões neurais e morfológicas a fim de esclarecer os fatores que levam ao aparecimento da interferência (quando ela ocorre) no treinamento concorrente.

### 2.3.2 Efeitos do treinamento concorrente nas adaptações cardiorrespiratórias

Em relação às adaptações cardiorrespiratórias ao TC, a maioria dos estudos (Hickson et al. 1980, Gettman et al. 1982, Hunter et al. 1987, Hortobagyi et al. 1991, Marcinik et al. 1991, Kraemer et al. 1995, McCarthy et al. 1995, Ferketich et al, 1998, Bell et al. 2000, Wood et al. 2001, Hakkinen et al. 2003, Izquierdo et al. 2004, Putman et al. 2004) não apresentaram nenhuma interferência nessas variáveis. Esses estudos sugerem que o treinamento concorrente pode ser compatível para ganhos de  $VO_{2máx}$  e melhora do desempenho aeróbio. Além disso, o acréscimo do TF ao TA pode levar a uma melhora na performance aeróbia quando comparado ao TA realizado isoladamente (Yamamoto et al.,2008; Kelly et al., 2008) principalmente pela melhora na economia de corrida (Jonhston et al., 1997; Paavolainen et al., 1999) e do limiar anaeróbio (Marcinik et al., 1991).

Paavolainen et al. (1999) realizaram um estudo que teve como objetivo investigar os efeitos de treinamento simultâneo de força explosiva e de endurance em 5 km de corrida, capacidade aeróbia e capacidade muscular em atletas de endurance bem treinados. O treinamento teve duração de 9 semanas, onde o treinamento de força foi realizado a partir de tiros na pista e de séries de musculação em altas velocidades com cargas baixas (até 40% de 1RM) e o

treinamento aeróbio foi realizado a partir de corridas com duração de até duas horas e intensidades predominantemente aeróbias. Esse estudo constatou em corredores de 5 km, que apesar da medida do VO<sub>2</sub>max dos atletas não aumentar com um incremento do treinamento de força rápida houve uma melhora no tempo de corrida do grupo concorrente quando comparado ao grupo aeróbio isolado, concluindo que treinamento explosivo de força específico para o esporte e o treino aeróbio simultâneos podem aumentar a performance de corrida de 5 km de atletas homens treinados.

Kelly et al. (2008) realizaram um estudo com objetivo de investigar se o treinamento concorrente resulta em ganhos na performance de corrida de 3km, comparado a um treinamento aeróbio isolado. Dezesesseis mulheres, com idades entre 18 e 27 anos, foram divididas em 2 grupos: um que realizou apenas treinamento aeróbio e outro que realizou o treinamento aeróbio e o treinamento de força. Esses treinamentos foram realizados 3 x semana durante 10 semanas. No grupo que realizou ambos os treinamentos, o treinamento de força foi realizado 8 horas antes das sessões do treinamento aeróbio. O estudo demonstrou que quando comparados aos testes de 3km pré-treinamento, o grupo concorrente não melhorou o tempo de corrida significativamente mais que o grupo aeróbio. Houve, porém, uma tendência de melhores ganhos no grupo concorrente (11,2%) em relação ao grupo aeróbio (7,6%), sugerindo que o acréscimo do TF ao TA pode melhorar o desempenho aeróbio.

Apesar desse consenso de que o TC não interfere nas respostas cardiorrespiratórias quando comparado ao TA realizado isoladamente, alguns poucos estudos (Nelson et al., 1990; Glowacki et al., 2004) encontraram interferência nas adaptações cardiorrespiratórias o grupo concorrente. O baixo

número de indivíduos em cada grupo de treinamento (Nelson et al., 1990) e valores distintos entre os grupos no início do treinamento na variável  $VO_{2max}$  (Glowacki et al., 2004) podem explicar esses achados.

A presente revisão sugere ser compatível a realização desses dois tipos de treinamento (TA e TF) simultaneamente, quando o objetivo é o desenvolvimento de parâmetros cardiorrespiratórios e melhora da performance aeróbia.

### 3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

#### 3.1 Amostra

A amostra foi composta por 44 mulheres jovens voluntárias, com idades entre 18 e 28 anos, com experiência prévia no TF e que não estivessem praticando esse tipo de treinamento regularmente (mínimo de 2 x semana) há, pelo menos, 3 meses, mas que praticassem atividades físicas recreacionais. Os dados de caracterização da amostra estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Caracterização da amostra (valores em média  $\pm$  desvio-padrão) a partir da idade, estatura (EST), massa corporal (MC) e percentual de gordura (%G).

	GF (n=12)	GCC (n=10)	GCB (n=11)	GCI (n=11)
Idade (anos)	23,5 $\pm$ 2,5	22,3 $\pm$ 2,1	21,6 $\pm$ 1,8	24,3 $\pm$ 5,0
EST (cm)	165,8 $\pm$ 6,5	162,2 $\pm$ 4,5	164,8 $\pm$ 2,1	166,7 $\pm$ 4,0
MC (kg)	59,2 $\pm$ 8,3	59,8 $\pm$ 6,7	60,8 $\pm$ 6,5	59,0 $\pm$ 5,9
%G (%)	24,7 $\pm$ 4,0	24,1 $\pm$ 4,0	25,2 $\pm$ 2,6	23,9 $\pm$ 4,0

##### 3.1.1 Cálculo do tamanho da amostra

No presente estudo, calculou-se o “n” amostral com base nos estudos de Kraemer et al. (1995), que avaliaram as respostas do consumo máximo de oxigênio pré e pós treinamento concorrente; Glowacki et al. (2004), que avaliaram as respostas do pico de *torque* pré e pós treinamento concorrente e Hunter et al. (1987), que avaliaram as respostas de força no teste de 1RM pré e pós treinamento concorrente. Optou-se por estes estudos para o cálculo amostral, devido à semelhança com as avaliações que serão realizadas no presente estudo. O cálculo

foi realizado para amostras emparelhadas através do programa PEPI versão 4.0, onde foi adotado um nível de significância de 0,05, um poder de 80%, e um coeficiente de correlação de 0,9 para todas as variáveis. Com base nos desvios-padrão e nas diferenças entre as médias obtidas dos estudos anteriormente citados, os cálculos realizados demonstraram a necessidade de um “n” de no mínimo 10 indivíduos para o consumo de oxigênio, 10 indivíduos para o pico de *torque* máximo e 9 indivíduos para a força no teste de 1RM.

### 3.1.2 Critérios de inclusão

Foram participantes desse estudo mulheres aparentemente saudáveis, com idades entre 18 e 28 anos. Essas mulheres estavam isentas de doenças músculo-esqueléticas, ósteo-articulares, cardíacas, pulmonares e não faziam uso de medicação (exceção, métodos contraceptivos). Todas tiveram que completar um protocolo de familiarização nos exercícios que foram realizados no TF, bem como no exercício aeróbio de corrida, em que precisavam correr 20 minutos continuamente em velocidade auto-selecionada.

### 3.1.3 Procedimentos para seleção da amostra

A amostra foi selecionada de forma não aleatória, por voluntariedade. As voluntárias foram convidadas a partir de comunicação oral para participar desta pesquisa.

Cada sujeito, para participar da pesquisa, leu e assinou um termo de consentimento livre esclarecido (ANEXO A), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ANEXO B), no qual constavam todas as informações pertinentes ao estudo.

## 3.2 Variáveis

### 3.2.1 Variáveis Dependentes

- Força Máxima de Membros Superiores, a partir do teste de 1 RM, do exercício Supino;
- Força Máxima de Membros Inferiores, a partir do teste de 1 RM, dos exercícios Extensão de Joelhos e *Leg Press*;
- Resistência Muscular de Membros Inferiores, a partir do número de repetições máximas realizadas a 70% de 1 RM no exercício Extensão de Joelhos;
- *Torque* Isométrico dos extensores do joelho;
- Resistência Muscular de Membros Superiores, a partir do número de repetições máximas realizadas a 70% de 1 RM no exercício Supino;
- *Torque* Isocinético dos extensores do joelho a uma velocidade de 60<sup>o</sup>/s;
- *Torque* Isocinético dos extensores do joelho a uma velocidade de 180<sup>o</sup>/s;
- Consumo Máximo de Oxigênio.

### 3.2.2 Variáveis Independentes

Tipos de treinamento utilizados:

- Treinamento de força;
- Treinamento concorrente 1, composto pelo TF + TA realizado a partir da corrida contínua;
- Treinamento concorrente 2, composto pelo TF + TA realizado a partir da corrida intervalada;
- Treinamento concorrente 3, composto pelo TF + TA realizado a partir do cicloergômetro contínuo.

### 3.2.3 Variáveis de Controle

- Horário dos treinamentos realizados;

### 3.2.4 Variáveis de caracterização da amostra

- Idade;
- Estatura;
- Massa corporal;
- Percentual de gordura corporal.

### 3.3 Tratamento da Variável Independente

#### 3.3.1 Grupos de Treinamento

Após o período de familiarização e testes, os sujeitos foram distribuídos nos quatro grupos, de acordo com os valores de força obtidos nas variáveis neuromusculares e de  $VO_{2max}$  avaliado em esteira. Após, realizou-se um teste ANOVA de um fator (grupo) a fim de comparar esses valores para cada um dos testes utilizados no momento pré treinamento entre os grupos. Os resultados dessa análise ( $P > 0,05$ ) demonstraram que os grupos iniciaram o treinamento com valores semelhantes em relação às variáveis analisadas (ANEXO C).

Abaixo estão apresentados os grupos de treinamentos com seus respectivos números de sujeitos (n):

- 1- Grupo força (GF, n=12) , que realizou apenas o treinamento de força;
- 2- Grupo concorrente 1 (GCC, n=10), que realizou o TA em esteira, a partir da corrida contínua, além do TF;
- 3- Grupo concorrente 2 (GCI, n=11), que realizou o TA em esteira, a partir da corrida intervalada, além do TF;
- 4- Grupo concorrente 3 (GCB, n=11), que realizou o TA contínuo em cicloergômetro, além do TF.

### 3.3.2 Treinamentos

Os treinamentos do presente estudo foram realizados 2 x por semana ao longo de 11 semanas, nos quais os indivíduos de GF, GCC, GCI e GCB realizaram seus treinamentos obrigatoriamente em dias não consecutivos, preferencialmente nas segundas e quintas, nas terças e sextas ou nas segundas e sextas. Os grupos que realizaram os treinamentos concorrentes (GCC, GCI e GCB) sempre iniciaram suas sessões pelo TA, e posteriormente realizaram o TF. Foi dado um intervalo de 2 minutos entre o término do TA e o início do TF.

#### 3.3.2.1 Treinamento de Força

O TF, realizado na sala de musculação da EsEF – UFRGS, incluiu os seguintes exercícios: Extensão de joelho, *Leg press*, Flexão de joelhos, Supino, Remada em pé, Voador invertido e Abdominais.

##### *Leg press*

- grupos musculares envolvidos: músculos extensores do joelho e extensores do quadril;
- articulações envolvidas: joelho e quadril.

##### Extensão de joelhos

- grupo muscular envolvido: músculos extensores do joelho;
- articulação envolvida: joelho.

##### Flexão de joelhos

- grupo muscular envolvido: músculos flexores do joelho;
- articulação envolvida: joelho.

### Supino

- grupos musculares envolvidos: músculos flexores horizontais do ombro e músculos extensores do cotovelo;
- articulações envolvidas: ombro e cotovelo.

### Remada em pé

- grupos musculares envolvidos: músculos abdutores dos ombros e músculos flexores do cotovelo;
- articulações envolvidas: ombro e cotovelo.

### Voador invertido

- grupo muscular envolvido: músculos extensores horizontais do ombro;
- articulação envolvida: ombro.

### Abdominais

- grupo muscular envolvido: músculos flexores da coluna;
- articulação envolvida: coluna.

Os exercícios foram executados alternados por segmento (Fleck & Kraemer, 2006), onde se realizou uma série do exercício A (ex.:segmento coxa), uma série do exercício B (ex.:segmento tronco), a segunda série do A e a segunda do B. Terminando as séries propostas para esses dois exercícios, realizava-se mais dois exercícios dessa mesma forma. Foi dado um intervalo de 2 minutos entre cada série de cada exercício, e mais 2 minutos entre cada grupo de exercícios.

A intensidade dos exercícios foi definida a partir de zonas de RM's, na qual o número de RM's ficou entre 8 – 18 RM's ao longo do estudo. As cargas foram reajustadas sempre que o número RM's proposto não era atingido. Foram realizadas de 2 a 3 séries para cada exercício por sessão de treino ao longo das 11 semanas. Maiores detalhes podem ser visualizados no Quadro 1.

Quadro 1: Periodização do treinamento de força (TF) e do aeróbio (TA) dos grupos GF, GCC, GCI e GCB. Volume/Intensidade do TF referentes ao número de séries e repetições máximas (RM's) realizadas por exercício. Volume do TA referente ao tempo em minutos ( ' ) por sessão e intensidade referente as zonas de FC utilizadas (GCC e GCB) ou velocidades de corrida (GCI).

	GF	GCC			GCI			GCB		
	TF	TF	TA		TF	TA		TF	TA	
	Volume/Intensidade	Volume/Intensidade	Volume	Intensidade	Volume/Intensidade	Volume	Intensidade	Volume/Intensidade	Volume	Intensidade
<b>Semanas 1 e 2</b>	2 x 15/18 RM's	2 x 15/18 RM's	20'		2 x 15/18 RM's	20'	Séries de 1' na $V_{VO2max}$	2 x 15/18 RM's	20'	
<b>Semanas 3, 4 e 5</b>	3 x 12/15 RM's	3 x 12/15 RM's	25'	95-100% da FC $LV_2$	3 x 12/15 RM's	25'	c/ intervalos	3 x 12/15 RM's	25'	95-100% da FC $LV_2$
<b>Semanas 6, 7 e 8</b>	3 x 10/12 RM's	3 x 10/12 RM's	25'		3 x 10/12 RM's	25'	de 1' a 50% da $V_{VO2max}$	3 x 10/12 RM's	25'	
<b>Semanas 9, 10 e 11</b>	3 x 8/10 RM's	3 x 8/10 RM's	30'		3 x 8/10 RM's	30'		3 x 8/10 RM's	30'	

### 3.3.2.2 Treinamentos Aeróbios

Os grupos que realizaram os treinamentos concorrentes diferenciaram seus treinamentos pelo tipo de exercício aeróbio realizado, sendo que GCC e GCI treinaram em esteira, a partir de corrida contínua e intervalada, respectivamente e GCB, que treinou em cicloergômetro. Em todas as sessões de TA foi realizado um aquecimento de 5 minutos no próprio exercício (corrida para GCC e GCI e cicloergômetro para GCB). Essas sessões dos exercícios aeróbios tiveram um mesmo tempo de duração da parte principal, que variou ao longo das semanas.

#### 3.3.2.2.1 Treinamento aeróbio 1 (TA1)

O TA1 foi realizado pelo GCC a partir de um treinamento de corrida contínua em esteira, no qual cada sessão variou entre 20 e 30 minutos ao longo do estudo. A intensidade desse treinamento variou entre 95% e 100% da FC correspondente ao 2º limiar ventilatório (determinada a partir dos resultados dos testes máximos de  $VO_{2máx.}$ ) durante todo o treinamento.

#### 3.3.2.2.2 Treinamento aeróbio 2 (TA2)

O TA2 foi realizado pelo GCI a partir de um treinamento de corrida intervalado em esteira, no qual cada sessão variou entre 20 e 30 minutos ao longo do estudo. A intensidade desse treinamento foi prescrita a partir de séries de 1 minuto em velocidade correspondente ao  $VO_{2máx}$  ( $VVO_{2máx}$ ) alternadas com séries

de 1 minuto em velocidade correspondente a 50% da  $VVO_{2m\acute{a}x}$ . Essas velocidades foram obtidas a partir dos resultados dos testes máximos de  $VO_{2m\acute{a}x}$ .

### 3.3.2.2.3 Treinamento aeróbio 3 (TA3)

O TA3 foi realizado pelo GCB a partir de um treinamento contínuo em cicloergômetro, no qual cada sessão variou entre 20 e 30 minutos ao longo do estudo. A intensidade desse treinamento variou entre 95% e 100% da FC correspondente ao 2º limiar ventilatório (determinada a partir dos resultados dos testes máximos de  $VO_{2m\acute{a}x}$ ) durante todo o treinamento.

## 3.4 Familiarização e Testes

Foi feita uma familiarização dos treinamentos aeróbios e de força com os sujeitos da amostra, na qual eles realizaram 2 séries em cada um dos exercícios de força utilizados durante o treinamento, porém com intensidades subestimadas, além de uma familiarização em esteira, em que deveriam realizar, no mínimo, 20 minutos de corrida em velocidade auto-selecionada. Após a familiarização, os indivíduos aptos a realização do estudo foram avaliados a partir de testes de força máxima e resistência muscular, de *torque* isométrico, *torque* isocinético nas velocidades de 60º e 180º por segundo e um teste para avaliação do  $VO_{2m\acute{a}x}$  em esteira (todos os grupos) e em cicloergômetro (apenas o grupo que realizou esse tipo de exercício aeróbio). Esses testes foram realizados em 2 momentos: antes do início do treinamento (semana 0) e ao final do treinamento (semana 12). Também foi realizado um teste de dobras cutâneas no início do treinamento para caracterização

da amostra. Além dos testes supracitados, foi realizado um outro teste de  $VO_{2máx}$  na 6ª semana de treinamento nos grupos que realizaram os treinamentos concorrentes. A partir dos testes de  $VO_{2máx}$  foram obtidos os dados de  $VVO_{2máx}$  (utilizados no TA do GCI) e FC correspondente ao 2º limiar ventilatório (utilizados no TA de GCC e GCB), que serviram para a prescrição das cargas impostas durante os treinamentos aeróbios.

### 3.5 Protocolos

#### 3.5.1 Composição Corporal

Para análise de composição corporal a amostra compareceu no local da coleta de dados com traje de duas peças. Foram mensuradas a estatura e a massa corporal dos indivíduos, a partir de um estadiômetro e de uma balança analógica. A densidade corporal foi estimada a partir do protocolo de dobras cutâneas proposto por Jackson *et al.* (1980), em que foram mensuradas as dobras tricipital, axilar, coxa, subescapular, suprailíaca, abdominal e peitoral. Os resultados encontrados foram inseridos na fórmula de Siri para a estimativa de massa gorda (MG). A MM foi obtida a partir da subtração da MG em relação a MC.

#### 3.5.2 Avaliação da Força Máxima e da Resistência Muscular

Para a avaliação da força máxima e da resistência muscular dinâmica foram utilizados os testes de 1 RM e de repetições máximas a 70% de 1RM, respectivamente, nos exercícios de Supino, Extensão de Joelhos (1 RM e 70% de 1

RM) e *Leg Press* (apenas 1 RM). Primeiramente foram realizados alguns exercícios de flexibilidade para os grupos musculares envolvidos, um aquecimento geral e um aquecimento específico com a metade da carga teste estimada nos exercícios analisados. Para o teste de 1RM, o indivíduo realizou com a carga proposta o número máximo de repetições que conseguiu, alcançando até, no máximo, 10 repetições. A carga foi redimensionada através da tabela de Lombardi (1989) até que o indivíduo realizasse apenas uma repetição de maneira correta. Cada indivíduo realizou, no máximo, 5 tentativas para atingir a carga máxima, e foi dado um intervalo de 3 minutos entre as tentativas (Smith et al., 1998). A velocidade de execução foi controlada através de um metrônomo. Foi adotada uma velocidade de 2 segundos por fase (fase concêntrica e fase excêntrica) durante os testes. Para o teste de resistência muscular a 70% de 1RM, o indivíduo realizou o máximo de repetições possível com a carga correspondente a 70% do seu 1RM. Para esse teste, também foi adotada uma velocidade de 2 segundos por fase (fase concêntrica e fase excêntrica).

### 3.5.3 Avaliação do *Torque* Máximo

Foi avaliado o *torque* máximo isométrico e isocinético dos músculos extensores do joelho a partir de um dinamômetro isocinético da marca *Cybex*, modelo *Cybex Norm*. Os indivíduos foram colocados na posição sentada, com o tronco posicionado a aproximadamente 80 ° de flexão (Zeevi Dvir, 1995). O teste isocinético foi realizado em duas velocidades: 60°/s e 180°/s. Para o teste isocinético, cada indivíduo realizou uma tentativa com 5 repetições máximas, e o maior valor entre essas repetições foi utilizado para representar o pico de *torque* a

60<sup>o</sup>/s e 180<sup>o</sup>/ s. Entre os testes isocinéticos foi dado um intervalo de 300 segundos. Para o *torque* isométrico, foram realizadas 3 contrações voluntárias máximas (CVMs), tendo cada uma, a duração de 5 segundos. A CVM com maior pico de *torque* foi utilizada para estabelecer o *torque* isométrico. Foi utilizado um intervalo de 180 segundos entre cada CVM.

#### 3.5.4 Avaliação do Consumo Máximo de Oxigênio

A avaliação do consumo máximo de oxigênio dos participantes foi feita a partir de dois testes máximos: um realizado em esteira ergométrica e outro teste em cicloergômetro, nos quais foram obtidos o  $VO_{2máx}$ , a FC corresponde ao 2<sup>o</sup> limiar ventilatório e a  $VVO_{2máx}$ . Antes do início do primeiro teste de cada dia de coleta, o equipamento de ergoespirometria foi ligado, com uma hora de antecedência, para aquecimento e estabilização das células de análise de gases. Em seguida, realizou-se a calibração do ergoespirômetro, que incluiu procedimentos de calibração do pneumotacógrafo e do analisador de gases. Os indivíduos foram instruídos a realizar um breve alongamento antes do teste, e, após a colocação do sensor de frequência cardíaca (FC) e máscara de coleta de gases, foi iniciada a coleta em repouso, com os indivíduos sentados por aproximadamente 3 minutos antes do início da teste. Para o início dos testes, o QR deveria estar abaixo de 0,95. O teste de corrida iniciou a uma velocidade de 5 km/h (durante 2 minutos), e foram realizados incrementos de 1 Km/h a cada 60 segundos, com inclinação fixa em 1%. Esse teste foi executado por todos os indivíduos do estudo, incluindo aqueles que realizaram seu treinamento aeróbio em cicloergômetro. Já o teste máximo em cicloergômetro foi realizado apenas pelo GCB, o qual iniciou com os sujeitos

pedalando por 2 minutos a uma carga de 25 watts (W) e a uma cadência entre 70 e 75 RPM (rotações por minuto). A partir do 2º minuto, a carga foi aumentada em 25 W a cada minuto, até a exaustão dos indivíduos. Esses incrementos de carga utilizados nos testes máximos devem ser suficientes para que o teste dure de 8 a 14 minutos. Além da medida de  $VO_{2máx}$ , o protocolo foi destinado para a medida do 2º limiar ventilatório, que foi identificado pela curva de ventilação, sendo confirmado pelo equivalente ventilatório de  $CO_2$ .

Os critérios utilizados para alcançar o  $VO_{2máx}$ , conforme Howley *et al.*, (1995) e Hsi *et al.* (1998), foram:

- Obtenção da FC máxima estimada (220-idade);
- Platô de consumo de oxigênio, ou seja, mesmo com incremento da carga, não se observa aumento do consumo de oxigênio;
- Quociente Respiratório (relação R/Q >1,1) que é a relação entre a quantidade de gás carbônico produzido e o total do consumo de oxigênio.

A avaliação era considerada válida se dois dos critérios citados acima fossem alcançados ao final do teste.

### 3.6 Instrumentos de Medida

Para esta pesquisa foram utilizados os equipamentos do Laboratório de Pesquisa do Exercício da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LAPEX – UFRGS) e a sala de musculação da EsEF – UFRGS).

### 3.6.1 Plicômetro

Para a medida das dobras cutâneas foi utilizado um plicômetro da marca LANGE, com resolução de 1 mm.

### 3.6.2 Balança

Para a determinação da massa corporal, foi utilizada uma balança de alavanca, da marca FILIZOLA, com resolução de 100 gramas.

### 3.6.3 Estadiômetro

Para a determinação da estatura foi utilizado um estadiômetro da marca FILIZOLA que é constituído de uma escala métrica, na qual desliza um cursor que mede a estatura do indivíduo na posição em pé. Esta escala é fixa a uma base apoiada no solo, com resolução de 1 mm.

### 3.6.4 Esteira Rolante e Cicloergômetro

Para a realização do teste máximo em esteira e dos treinamentos aeróbios de corrida foi utilizada a esteira ergométrica modelo 10200 ATL, marca INBRAMED (Porto Alegre, Brasil), com resolução de velocidade e inclinação de 0,1 km.h<sup>-1</sup> e 1%, respectivamente. Para realização dos testes máximos em cicloergômetro foi utilizado um cicloergômetro da marca CYBEX. Já para o treinamento, foram utilizados cicloergômetros da marca MOVEMENT.

### 3.6.5 Analisador de Gases Portátil

Para a avaliação do consumo de oxigênio, utilizou-se um analisador de gases portátil do tipo caixa de mistura, modelo VO2000, da marca MedGraphics (Ann Arbor, USA) (Crouter et al., 2006). Esse foi acoplado a um pneumotacógrafo. A taxa de amostragem dos valores coletados era de 10 segundos.

### 3.6.6 Máscara

Para a coleta dos gases respiratórios foi utilizada uma máscara de neoprene acoplada ao pneumotacógrafo.

### 3.6.7 Sensor de Batimentos Cardíacos

Para a avaliação da frequência cardíaca durante os testes e controle da intensidade durante os treinamentos foram utilizados transmissores T61™ da marca POLAR, com um monitor de pulso S610™.

### 3.6.8 Microcomputador para Transmissão das Variáveis Cardiorrespiratórias

Os dados do analisador de gases foram transmitidos para um *notebook* Acer TravelMate 2201LCi, com processador INTEL CELERON D 330, através do *software* Aerograph.

### 3.6.9 Dinamômetro Isocinético

Foi utilizado um dinamômetro isocinético da marca *Cybex*, modelo *Cybex Norm*.

### 3.6.10 Metrônomo

Para a determinação do ritmo de execução dos testes de 1RM, foi utilizado um metrônomo digital MA-30, da marca KORG, com variação de 40 a 208 bpm.

### 3.6.11 Aparelhos para exercícios de força

Foram usados aparelhos da marca WORLD FITNESS (Mesa Extensora, mesa flexora, *Leg press*, Voador invertido, banco p/ supino), halteres de 1 a 10 kg, anilhas de 1, 2 , 5 , 10 e 15 kg, barras com presilhas e colchonetes (demais exercícios).

### 3.6.12 Ficha de Coleta de Dados

Para as coletas de dados e para os treinamentos aeróbios e de força, foi utilizada uma ficha de dados individuais, que registrava as informações referentes às participantes, coletadas na sessão inicial, tais como, nome, data de nascimento, cargas utilizadas nas sessões de musculação e intensidades utilizadas nas sessões TA durante as 11 semanas de treinamento (ANEXOS D e E).

### 3.7 Análise Estatística

Para analisar os dados coletados foi utilizada estatística descritiva, com os dados apresentados a partir da média e desvio-padrão (DP). Foram utilizados os testes de Shapiro-Wilk e Levene para verificar a normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias, respectivamente. Uma vez que os dados apresentaram distribuição normal e homogênea, utilizou-se estatística paramétrica. As variáveis dependentes foram comparadas entre os momentos pré e pós treinamento e entre os quatro grupos a partir do teste ANOVA para medidas repetidas com um fator grupo, com teste complementar *post-hoc* de Bonferroni. Quando a interação momento\*grupo foi significativa, realizou-se um desdobramento através do teste F. Já para a comparação do  $VO_{2máx}$  no GCB realizado em cicloergômetro, foi utilizado o teste t pareado. O índice de significância adotado neste estudo foi  $p < 0,05$ . Todos os testes estatísticos foram realizados no programa estatístico SPSS versão 13.0.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os resultados serão apresentados divididos em dois grupos de variáveis: variáveis neuromusculares e variáveis cardiorrespiratórias. Em cada tópico, serão apresentados os resultados referentes ao período de treinamento, e a discussão dos resultados se dará especificamente em cada grupo de variáveis. Todas as variáveis analisadas apresentaram distribuição normal e homogênea (ANEXO F), sendo que antes do treinamento os grupos não apresentaram diferenças significativas em nenhuma variável analisada (ANEXO C).

### 4.1 Variáveis Neuromusculares

#### 4.1.1 Força Máxima (1 RM)

Os resultados referentes ao período de treinamento estão expostos nas figuras 1, 2 e 3 e na tabela 3 (ANEXO G). Foram observadas diferenças entre os momentos pré e pós treinamento em todos os exercícios analisados ( $p < 0,001$ ). Não foram observadas diferenças entre os quatro grupos ao final do treinamento, tanto para os exercícios de membros inferiores, representados pelos exercícios de Extensão de Joelhos ( $p = 0,380$ ) e *Leg Press* ( $p = 0,375$ ), quanto para os de membros superiores, representado pelo exercício Supino ( $p = 0,682$ ). Ainda, não foi observado uma interação grupo\*momento nos exercícios Extensão de Joelhos ( $p = 0,212$ ), *Leg Press* ( $p = 0,311$ ) e Supino ( $p = 0,955$ ), demonstrando que o comportamento da força foi semelhante entre os quatro grupos treinados nos exercícios avaliados.

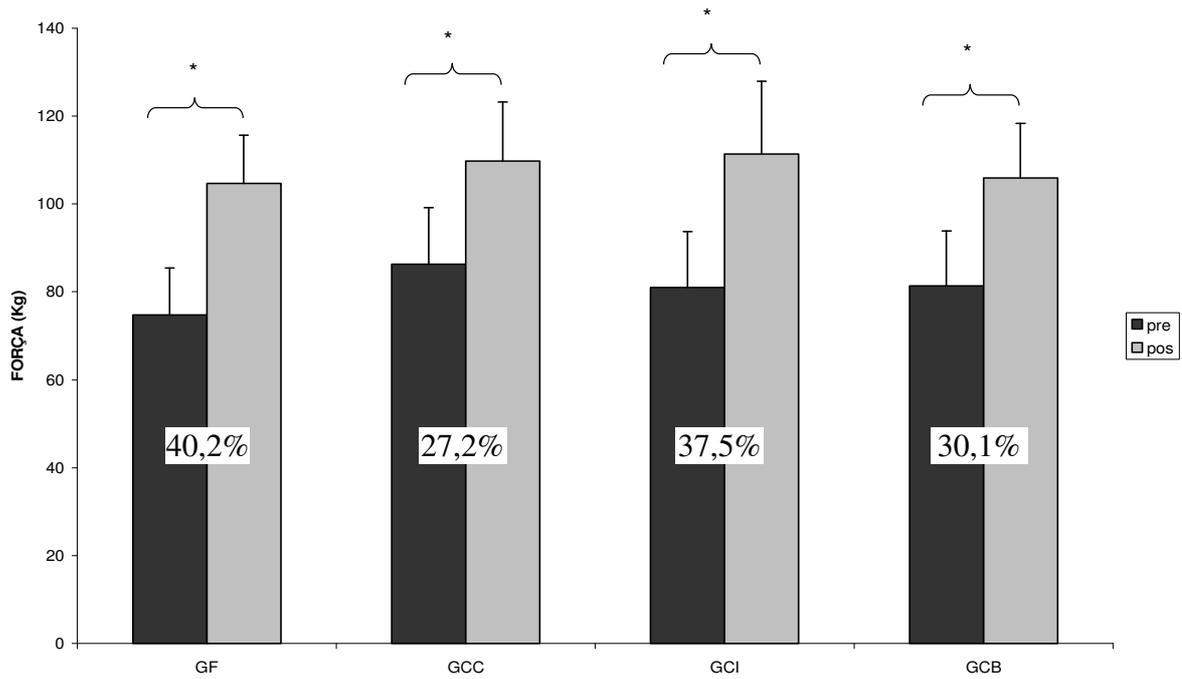


Figura 1: Força máxima (1 RM) do exercício Extensão de Joelhos. \*Indica diferença dos valores pré-treino (p < 0,05).

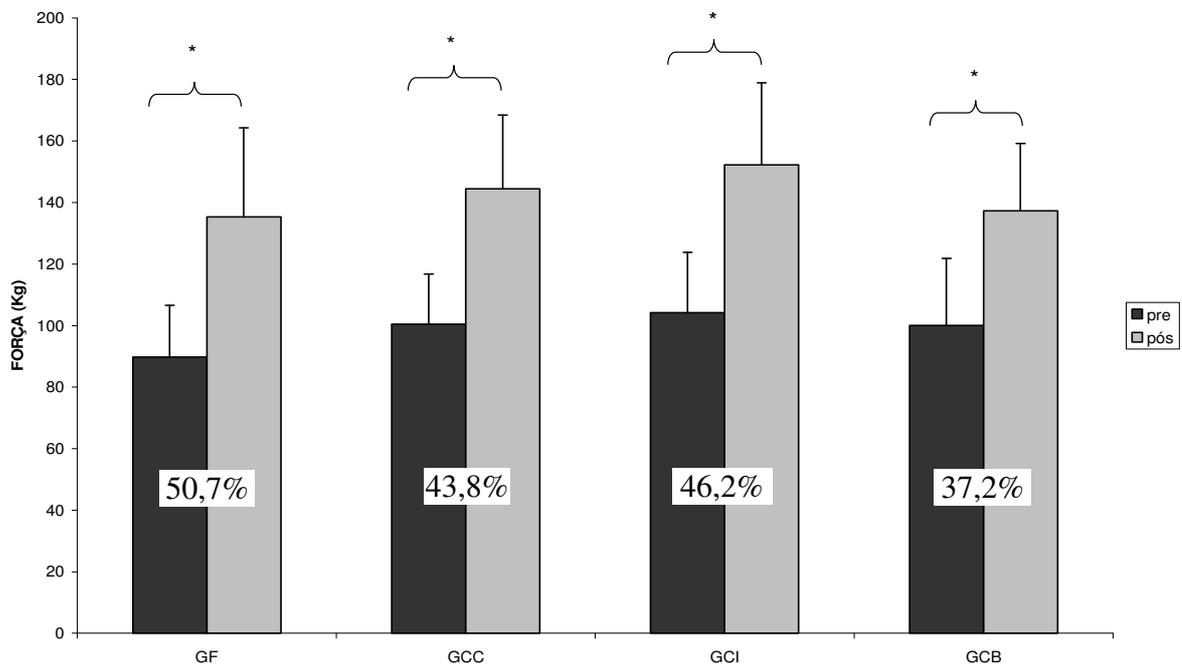


Figura 2: Força máxima (1 RM) do exercício Leg Press. \*Indica diferença dos valores pré-treino (p < 0,05).

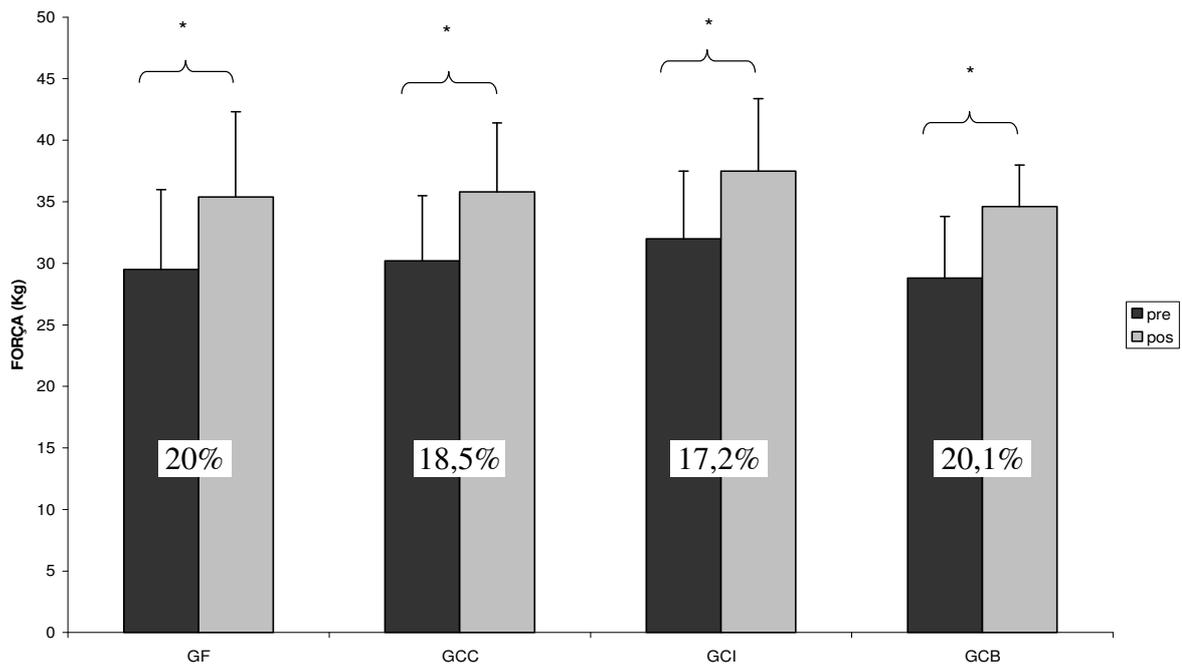


Figura 3: Força máxima (1 RM) do exercício Supino. \*Indica diferença dos valores pré-treinamento ( $p < 0,05$ ).

#### 4.1.2 Resistência Muscular (nº de repetições realizadas a 70% de 1 RM):

Os resultados referentes ao período de treinamento estão expostos nas figuras 4 e 5 e na tabela 3 (ANEXO G). Foram observadas diferenças entre os momentos pré e pós treinamento em ambos os exercícios analisados ( $p < 0,001$ ). Não foram observadas diferenças entre os quatro grupos ao final do treinamento, tanto no exercício de Extensão de Joelhos ( $p = 0,056$ ) quanto no Supino ( $p = 0,803$ ). Ainda, não foi observada uma interação grupo\*momento nos exercícios de Extensão de Joelhos ( $p = 0,473$ ) e Supino ( $p = 0,793$ ), demonstrando que o comportamento da resistência muscular foi semelhante entre os quatro grupos treinados nos exercícios avaliados.

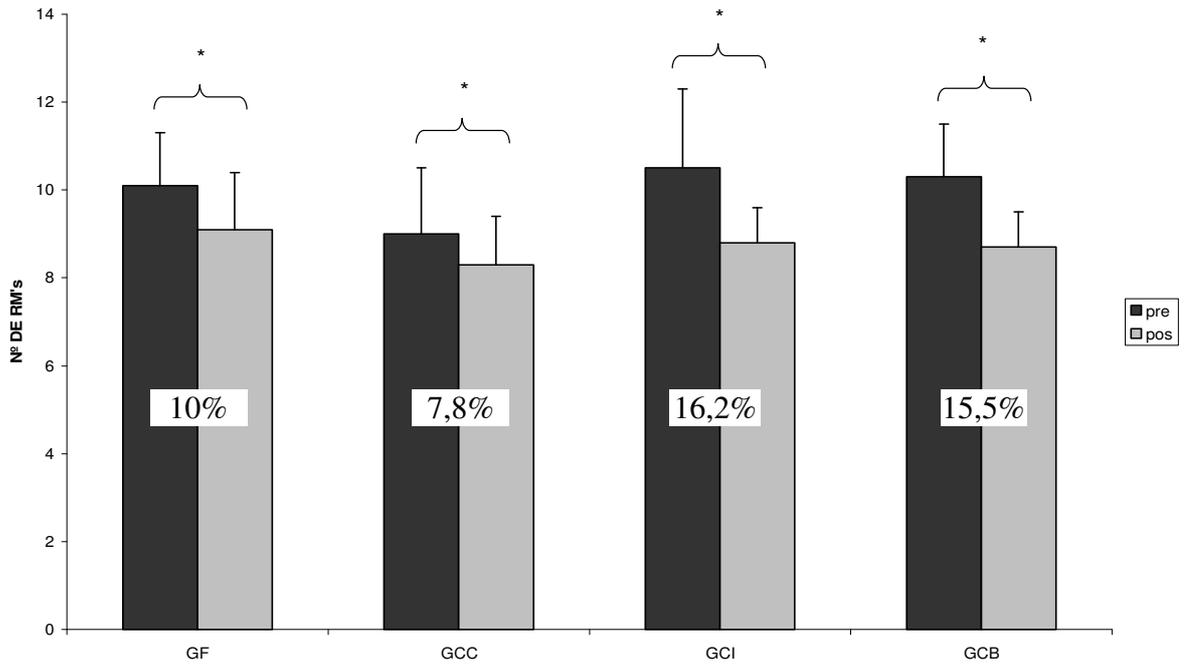


Figura 4: Resistência muscular (nº de rep. a 70 % de 1 RM) do exercício Extensão de Joelhos. \*Indica diferença dos valores pré-treino (p < 0,05).

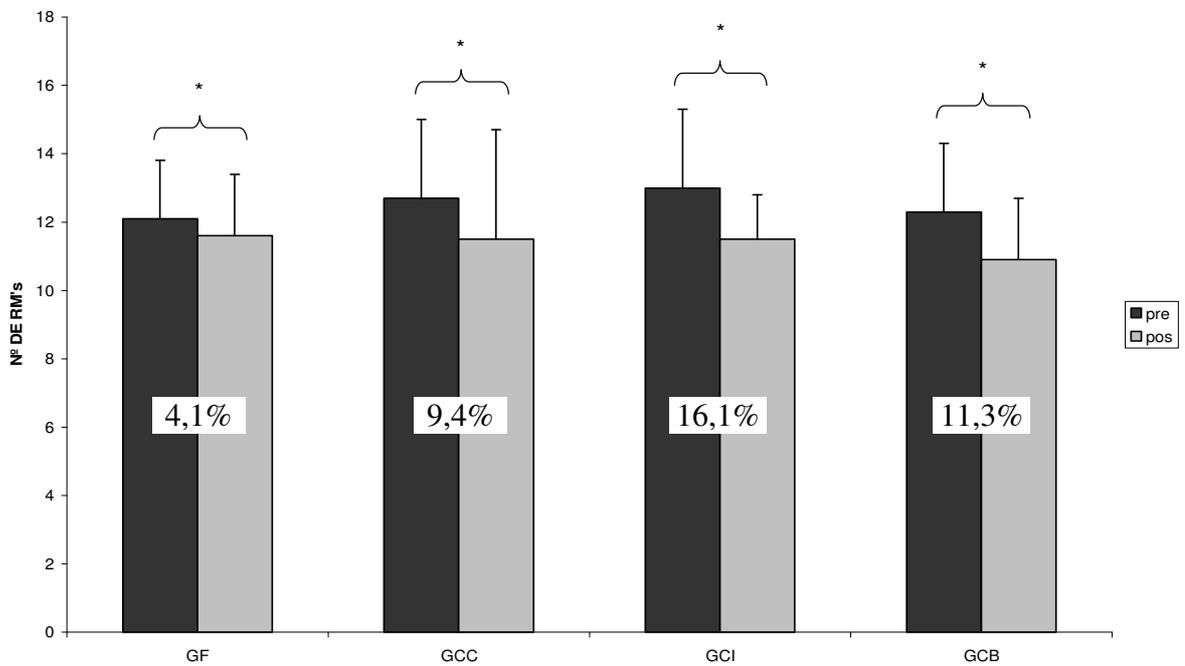


Figura 5: Resistência muscular (nº de rep. a 70 % de 1 RM) do exercício Supino. \*Indica diferença dos valores pré-treino (p < 0,05).

#### 4.1.3 Torque Muscular Isométrico

Os resultados referentes ao período de treinamento estão expostos na figura 6 e na tabela 3 (ANEXO G). Não foram observadas diferenças entre os momentos pré e pós em nenhum dos grupos analisados ( $p=0,055$ ) e entre os quatro grupos ao final do treinamento ( $p=0,828$ ). Ainda, não foi observado uma interação grupo\*momento nessa variável ( $p=0,928$ ), demonstrando que o comportamento do *torque* muscular isométrico foi semelhante entre os grupos de treinamento.

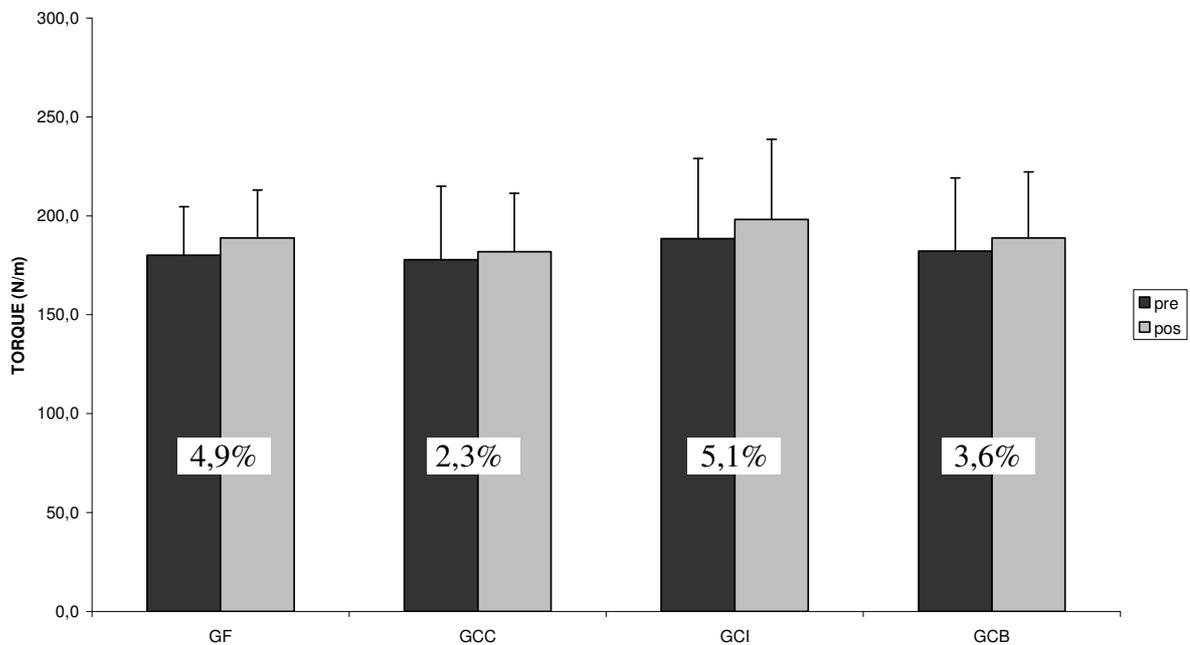


Figura 6: *Torque* muscular isométrico dos extensores do joelho.

#### 4.1.4 Torque Muscular Isocinético

Os resultados referentes ao período de treinamento estão expostos nas figuras 7 e 8 e na tabela 3 (ANEXO G). Foram observadas diferenças entre os momentos pré e pós treinamento nas velocidades de  $60^{\circ}/s$  ( $p=0,007$ ) e  $180^{\circ}/s$  ( $p=0,001$ ). Não foram observadas diferenças entre os quatro grupos ao final do

treinamento, tanto na velocidade de 60º/s ( $p=0,408$ ), quanto em 180º/s ( $p=0,189$ ). Ainda, não foi observado uma interação grupo\*momento nessa variável nas velocidades de 60º/s ( $p=0,516$ ) e 180º/s ( $p=0,951$ ), demonstrando que o comportamento do *torque* isocinético foi semelhante, tanto em velocidade lenta (60º/s) quanto em velocidade rápida (180º/s).

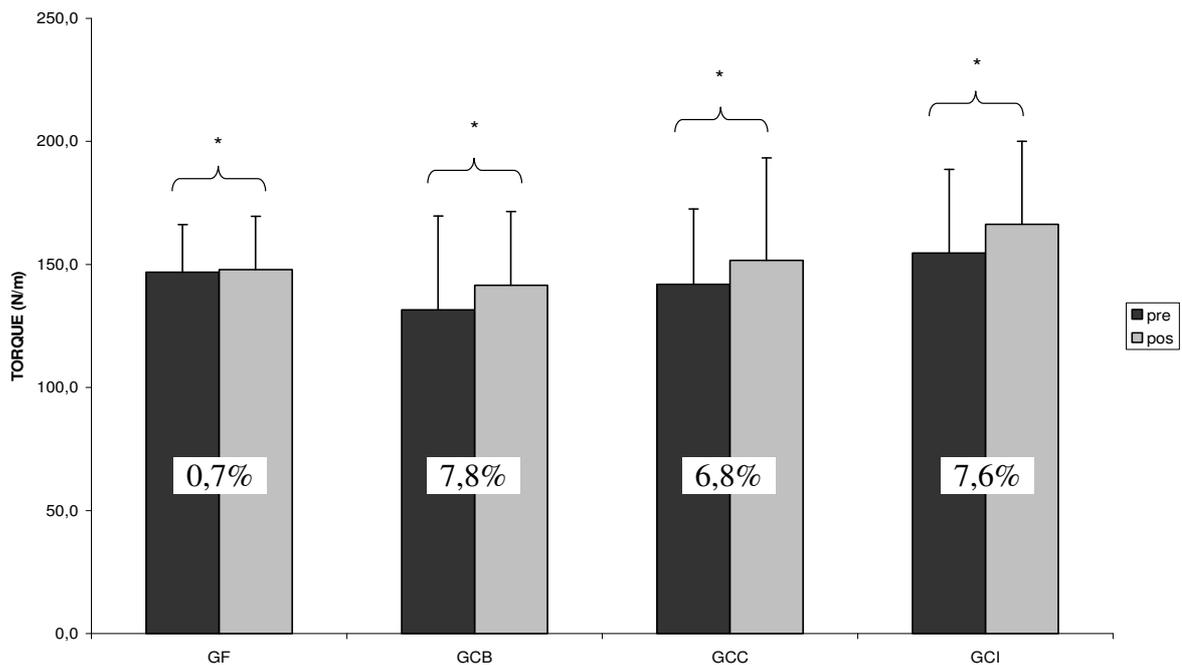


Figura 7: *Torque* muscular isocinético na velocidade de 60º/s dos extensores do joelho. \*Indica diferença dos valores pré-treinamento ( $p < 0,05$ ).

Os principais resultados do presente estudo, referentes às variáveis neuromusculares analisadas, demonstraram que houve diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) em todos os grupos de treinamento nas variáveis de força máxima (1 RM, *torque* isométrico e *torque* isocinético na velocidade de 60º/s.), resistência muscular (nº rep. 70% de 1 RM) e potência muscular (*torque* isocinético na velocidade de 180º/s). Entretanto, não houve diferenças nessas adaptações entre os grupos de treinamento, sugerindo ser compatível a realização simultânea dos treinamentos

aeróbio e de força, independente da intensidade e da modalidade em que o exercício aeróbio é realizado.

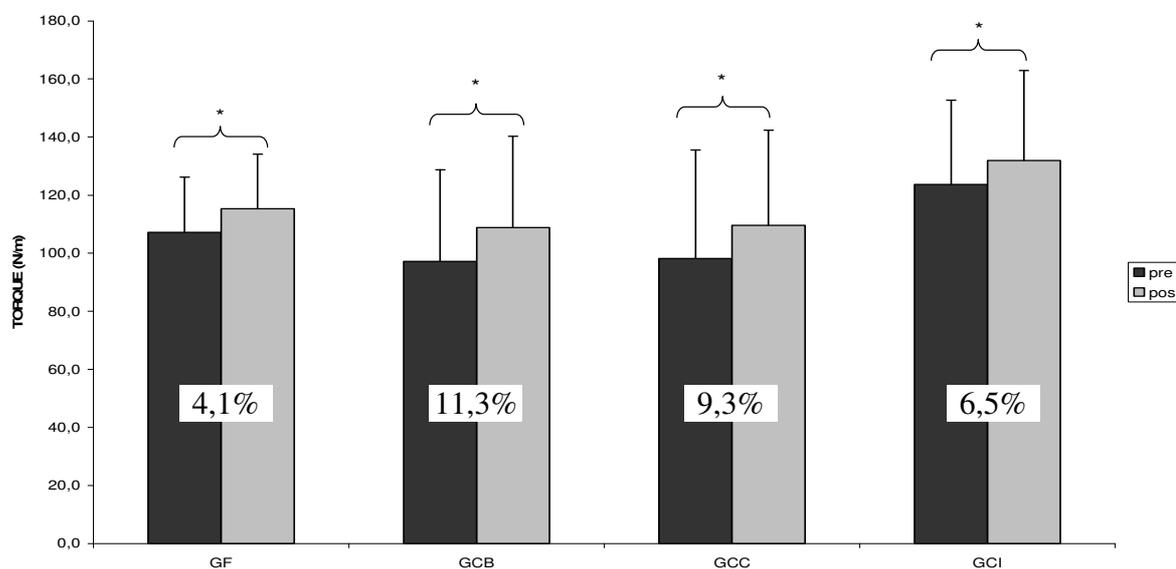


Figura 8: *Torque* muscular isocinético na velocidade de 180°/s dos extensores do joelho. \*Indica diferença dos valores pré-treinamento ( $p < 0,05$ ).

Nas últimas três décadas, diversos estudos avaliaram os efeitos do TC sobre diferentes parâmetros neuromusculares. Nesses estudos, resultados controversos foram encontrados, uma vez que alguns encontraram interferência no grupo que realizou o TC (Hickson et al., 1980; Kraemer et al., 1995; Bell et al., 2000; Chtara et al., 2008; Cadore et al., 2010), enquanto outros não encontraram essa interferência (McCarthy et al., 1995; Glowacki et al., 2004; Izquierdo et al., 2004; Shaw et al., 2009).

Diversos estudos (Volpe et al., 1993; McCarthy et al., 1995; Gravelle et al., 2000; Silva, 2006; Shaw et al., 2009) têm demonstrado ser compatível a realização do TC quando o objetivo é o incremento de diferentes parâmetros neuromusculares simultaneamente a parâmetros cardiorrespiratórios. Nossos achados corroboram

com esses estudos, já que não foi encontrada interferência em nenhuma variável neuromuscular analisada.

Alguns autores (Leveritt et al., 1999; Docherty & Sporer, 2000; Glowacky et al., 2004) justificam o aparecimento da interferência em alguns estudos principalmente pela diferença nas metodologias utilizadas, em que diversos protocolos foram utilizados para o treinamento de força e para o treinamento aeróbio, principalmente no que diz respeito à manipulação do volume e da intensidade dos treinamentos, à utilização de indivíduos em diferentes níveis de treinamento e esses fatos podem explicar resultados ainda inconclusivos. O presente estudo utilizou indivíduos fisicamente ativos, mas que não estavam engajados em nenhum tipo de TF, que realizaram os treinamentos 2 x semana, com a duração do TF e do TA de aproximadamente 30 minutos. Essa metodologia utilizada demonstrou ser efetiva para essa população, não apresentando nenhum tipo de interferência nas adaptações obtidas a partir dos treinamentos concorrentes utilizados.

É sugerido que diferentes modalidades aeróbias (corrida e cicloergômetro) apresentam diferentes padrões de recrutamento das unidades motoras quando os indivíduos se exercitam em uma mesma intensidade fisiológica, em que o exercício em cicloergômetro apresenta um recrutamento de unidades motoras de maior limiar de excitação (responsáveis pela maior produção de força) quando comparado ao exercício de corrida, principalmente em intensidades mais próximas ao 2º limiar ventilatório (Lepers et al., 2001; Souza et al., 2007). Esse fato levaria a um recrutamento concorrente de unidades motoras que foram utilizadas em ambos os tipos de treinamento, gerando uma fadiga localizada nessas unidades motoras e resultando em prejuízo no desenvolvimento de força muscular (Cadore et al., 2010),

especialmente nos indivíduos que realizam o exercício aeróbio em cicloergômetro. Para responder essa questão, o presente estudo utilizou em dois grupos (GCC e GCB) um exercício aeróbio de mesma intensidade fisiológica, porém em diferentes modalidades: corrida e cicloergômetro. Esses diferentes padrões de recrutamento de unidades motoras apresentados na corrida e no cicloergômetro não foram suficientes para interferir nas adaptações neuromusculares a partir do TC.

Estudos recentes encontraram interferência em diferentes parâmetros neuromusculares (Souza et al., 2007; Chtara et al., 2008) e sugeriram que a intensidade do treinamento aeróbio é determinante para o aparecimento dessa interferência. Chtara et al. (2008) encontraram interferência nos ganhos de força e potência muscular em homens que realizaram um treinamento concorrente de 2 x semana, em que o exercício aeróbio foi realizado em alta intensidade (próxima ao  $VO_{2max}$ ) a partir de um treinamento intervalado. Esses autores sugeriram que essa alta intensidade pode ser responsável pelos resultados encontrados, e que a fadiga da musculatura envolvida em ambos os treinamentos foi determinante para o prejuízo nessas adaptações. Para responder essa questão, o presente estudo utilizou diferentes intensidades (uma correspondente a 95% FC do LV2 e outra a  $VVO_{2max}$ ) nos grupos GCC e GCI. Os achados do presente estudo não sustentam essa justificativa dos autores supracitados, já que diferentes intensidades de corrida foram utilizadas no exercício aeróbio, incluindo um grupo (GCI), que realizou um treinamento intervalado de alta intensidade ( $VVO_{2max}$ ) e nenhuma interferência foi encontrada.

Alguns estudos (Leveritt et al., 1999; Souza et al., 2007) demonstraram que, de forma aguda, a força pode ser comprometida quando iniciamos a sessão do treinamento concorrente com o exercício aeróbio. Essa interferência é justificada

pela existência de uma fadiga residual decorrente da 1ª atividade (exercício aeróbio), resultando na redução da performance durante a 2ª atividade (exercício de força). Esses autores sugeriram que essa queda aguda na produção de força após o exercício aeróbio poderia comprometer o desenvolvimento de força de forma crônica. No presente estudo optou-se por iniciar as sessões sempre pelo exercício aeróbio, para potencializar uma possível interferência baseada nessa hipótese aguda sugerida pelos autores supracitados. Entretanto, nenhuma interferência foi encontrada nos grupos que realizaram o TC, fato que descarta essa hipótese relacionada à ordem dos treinamentos para justificar os menores ganhos nas variáveis neuromusculares a partir do TC.

Os primeiros estudos envolvendo treinamento concorrente (Hickson et al., 1980; Dudley & Djamil, 1985) que encontraram interferência na performance neuromuscular utilizaram altos volumes de treinamento. Nesses estudos, o excesso de treinamento é sugerido como principal causa dessa interferência, pois pode ter levado esses sujeitos a desenvolver a síndrome do *overtraining*, caracterizada por uma atenuação nos aumentos de performance física, acompanhado por mudanças fisiológicas resultantes de um alto volume de treinamento sem um descanso adequado durante um longo período de treinamento (Chromiak et al., 1990). No presente estudo, cada tipo de treinamento foi realizado 2 vezes por semana, sendo esse volume insuficiente para induzir diferenças na magnitude de incremento das variáveis neuromusculares analisadas.

A interferência a partir do TC pode ocorrer apenas em manifestações rápidas da força (Dudley & Djamil, 1985; Glowacki et al., 2004) estando essa associada a interferência nos mecanismos neurais de produção de força (Hakkinen et al., 2003). Dudley & Djamil (1985) e Glowacki et al. (2004) encontraram menores

incrementos no *torque* isocinético apenas em alta velocidade (180º/s), resposta essa que não ocorreu na velocidade mais baixa (60º/s). No presente estudo, foi avaliado o *torque* isocinético em diferentes velocidades, justamente para verificar se esse comportamento no estudo referido se repetiria. Entretanto, não foi verificada nenhuma interferência nessa variável, independente da velocidade. Essa discrepância entre os resultados do presente estudo e os encontrados por Dudley & Djamil (1985) e Glowacki et al. (2004) pode ter ocorrido pelas diferenças metodológicas entre os estudos. Esses achados sugerem que, mesmo em manifestações rápidas da força (*torque* a 180º/s), a metodologia adotada no nosso estudo nos grupos que realizaram o TC foi adequada para a obtenção de resultados semelhantes aos encontrados quando o TF é realizado de forma isolada.

A queda em todos os grupos do número de repetições realizadas a 70% de 1 RM nos exercícios extensão de joelhos e supino foi inesperada, já que um recente estudo (Kothe, 2010), comparando o número de repetições realizadas em diferentes % de 1 RM, demonstrou que o nível de treinamento parece não interferir no número de repetições realizadas. Shimano et al. (2006) também sugerem que o número de repetições realizadas nesse percentual não varia com o nível de treinamento. Mesmo que esses resultados tenham apresentado uma resposta diferente da encontrada na literatura, é importante salientar que esse comportamento foi semelhante em todos os grupos de treinamento, descartando uma possível interferência nas respostas da resistência muscular a partir do TC.

A única variável neuromuscular que não apresentou diferenças significativas ao final do treinamento foi o *torque* isométrico, embora o valor de *p* encontrado para essa variável ( $p=0,055$ ) tenha sido muito próximo do valor adotado no presente estudo ( $p<0,05$ ). Esses achados podem ser justificados pelo princípio da

especificidade da ação muscular, que indica que os ganhos de força são, em parte, específicos ao tipo de ação muscular utilizada o treinamento (Fleck & Kraemer, 2006). O presente estudo realizou o TF a partir de contrações dinâmicas, não utilizando em nenhum momento contrações isométricas, e esse fato pode explicar os resultados encontrados.

#### 4.2 Variáveis Cardiorrespiratórias

Os resultados referentes ao período de treinamento estão expostos nas figuras 9 e 10 e na tabela 3 (ANEXO G). Para a variável  $VO_{2max}$  avaliada em esteira, foi observado uma interação significativa grupo\*momento ( $p=0,009$ ), demonstrando que o comportamento dessa variável foi dependente do tipo de treinamento realizado. Para tanto, realizou-se um desdobramento dos efeitos principais momento e grupo. A partir dessa análise, foram observadas diferenças entre os momentos pré e pós treinamento no  $VO_{2max}$  avaliado em esteira para os grupos GCC ( $p=0,032$ ) e GCI ( $p=0,001$ ). Ao comparar os grupos, todos apresentaram valores de  $VO_{2max}$  semelhantes no momento pré treinamento ( $p=0,263$ ). Ao contrário das variáveis neuromusculares, os valores de  $VO_{2max}$  ao final do treinamento apresentaram diferenças significativas entre os grupos ( $p=0,004$ ). Analisando essas diferenças, observou-se que os valores de  $VO_{2max}$  no pós treinamento foram significativamente maiores para o GCI em comparação a GF e GCB, que não apresentaram diferenças entre si. No entanto, quando o  $VO_{2max}$  foi avaliado em cicloergômetro, foram observadas diferenças entre os momentos pré e pós treinamento no GCB ( $p=0,025$ ).

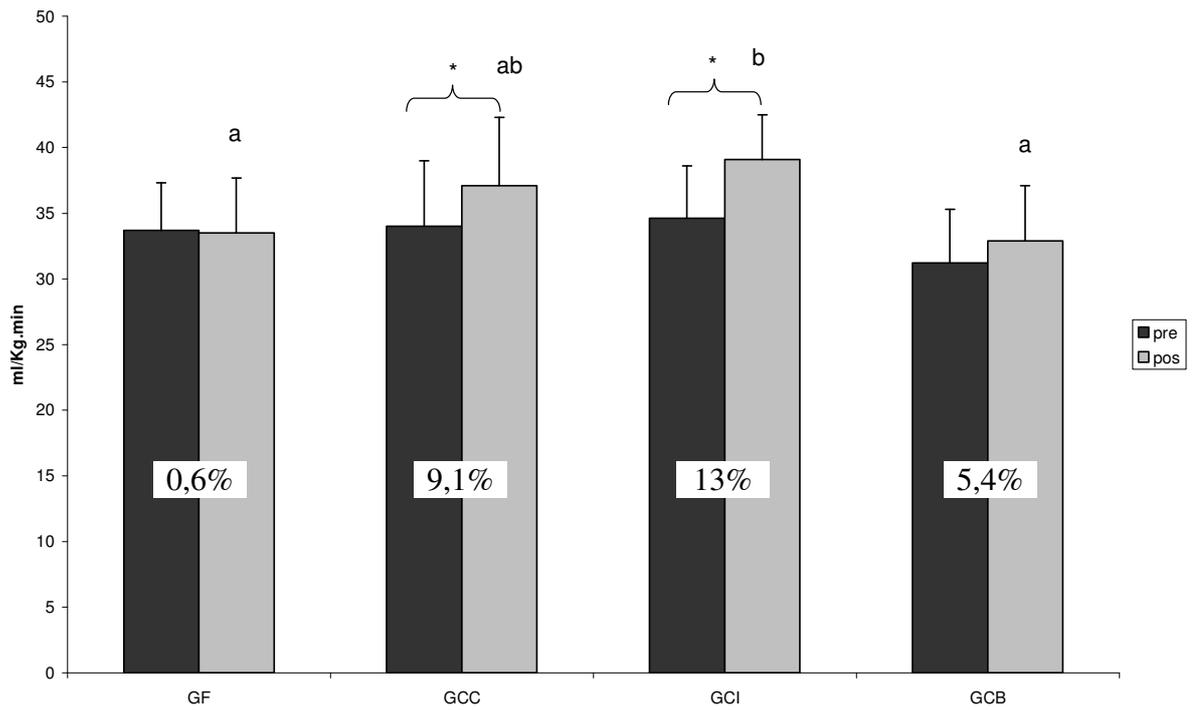


Figura 9: Consumo máximo de oxigênio (ml/kg.min) avaliado em esteira. \*Indica diferença dos valores pré-treinamento e letras diferentes indicam diferença entre os grupos ao final do treinamento ( $p < 0,05$ ).

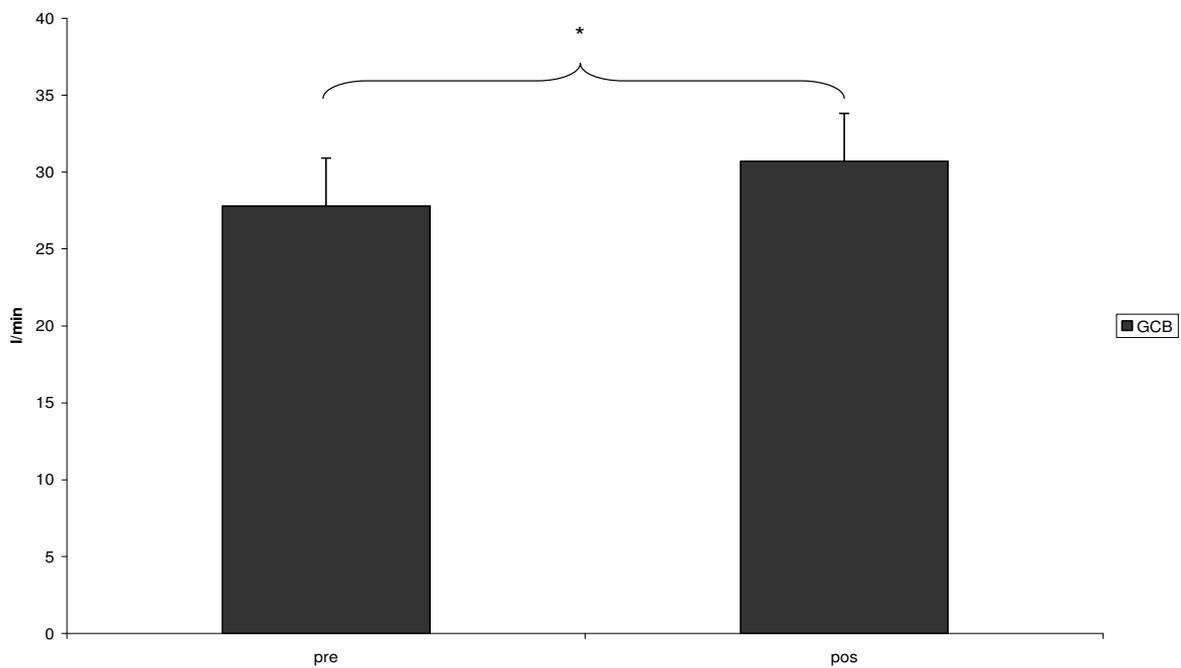


Figura 10: Consumo máximo de oxigênio (l/min) do GCB avaliado em cicloergômetro. \*Indica diferença dos valores pré-treinamento ( $p < 0,05$ ).

Os principais resultados do presente estudo, referente às variáveis cardiorrespiratórias, demonstraram que todos os grupos que realizaram algum tipo de TA alcançaram ganhos significativos do ponto de vista cardiorrespiratório, fato que não ocorreu no grupo que não realizou o TA (GF). Além disso, o treinamento intervalado realizado pelo GCI parece ser o mais efetivo para incrementos no  $VO_{2max}$ , já que foi o único que apresentou diferença em relação aos grupos que não realizaram o TA em esteira (GF e GCB). Outro resultado importante é o encontrado no GCB, que aumentou seu  $VO_{2max}$  apenas quando avaliado em cicloergômetro, sugerindo que as adaptações nessa variável são específicas ao tipo de modalidade aeróbia realizada.

Convém salientar que o objetivo principal do presente estudo não foi verificar se existe interferência nas adaptações cardiorrespiratórias a partir do TC, já que parece existir um consenso na literatura (Hickson et al., 1980; Gettman et al., 1982; Hunter et al., 1987; Hortobagyi et al., 1991; Marcinik et al., 1991; Kraemer et al., 1995; McCarthy et al., 1995; Ferketich et al., 1998; Bell et al., 2000; Hakkinen et al., 2003; Izquierdo et al., 2004; Yamamoto et al., 2008; Kelly et al., 2008; Cadore et al., 2010) que é possível obter-se os mesmos ganhos em um TA realizado isoladamente e um TA associado a um TF. Este estudo apenas avaliou se os treinamentos aplicados promoveram adaptações no  $VO_{2max}$  e comparou quais tipos de treinamento obtiveram os maiores incrementos.

É sugerido (Knuttgen, 2007) que o TA seja realizado, no mínimo, 2 x por semana durante 20 minutos para se obter alterações nos sistemas cardiorrespiratório e muscular, e a partir delas obter aumentos no  $VO_{2max}$ . No presente estudo, todos os grupos que realizaram algum tipo de TA obtiveram incrementos significativos no  $VO_{2max}$ . Esses grupos executaram seus treinamentos

respeitando esses volumes mínimos, fato que pode justificar tais resultados. Os incrementos percentuais dessa variável nos grupos que realizaram algum tipo de TA foram de 9% no GCC, 10% no GCB (quando avaliado em cicloergômetro) e 13% no GCI. Esses valores são semelhantes aos encontrados no estudo de Chtara et al. (2005), que também realizou seus treinamentos 2 x por semana e apresentou incrementos entre 10% e 13% nos grupos que realizaram o TC. Kelly et al. (2008) também encontraram incrementos no  $VO_{2max}$  de 13 % a partir de um TC ao final de 10 semanas de intervenção em mulheres jovens, assim como o presente estudo. Convém mencionar que nesse estudo o TA foi realizado 3 x por semana durante aproximadamente 60 minutos em cada sessão, fato que salienta a eficiência do TA realizado no nosso estudo, que precisou de apenas 2 sessões semanais de aproximadamente 30 minutos para alcançar ganhos semelhantes.

Entre os grupos que realizaram o TC, os maiores ganhos no  $VO_{2max}$  foram obtidos pelo GCI (13% de aumento ao final do treino). Esses resultados vão ao encontro de outros estudos (Billat, 2001; Midgley et al., 2006) que sugerem que intensidades de treinamento na  $VVO_{2max}$  otimizam os incrementos dessa variável. Billat (2001) classifica esse tipo de treinamento utilizado no presente estudo pelo GCI como aeróbio intervalado, no qual aproximadamente 95% da energia vem do sistema oxidativo, e salienta a importância desse tipo de treinamento em indivíduos que busquem incrementos no  $VO_{2max}$ .

Outro interessante resultado do presente estudo foi o encontrado o GCB, que aumentou seu  $VO_{2max}$  apenas quando esse foi avaliado em cicloergômetro, local no qual o grupo realizou seu TA. Embora tenha apresentado incrementos (5% de aumento) no  $VO_{2max}$  avaliado em esteira ao final do treino, esses valores não foram significativos. Tais resultados salientam a importância da especificidade do

treinamento e de uma avaliação específica ao tipo de exercício realizado (corrida ou cicloergômetro), visto que incrementos significativos só foram identificados quando uma avaliação específica ao exercício aeróbio realizado (cicloergômetro) no treinamento foi utilizada.

## 5 CONCLUSÕES E APLICAÇÕES PRÁTICAS

Em conclusão, os resultados do presente estudo sugerem que, em mulheres jovens fisicamente ativas, o treinamento concorrente realizado 2 x semana parece não comprometer as adaptações na função neuromuscular ocorridas em resposta a 11 semanas de treinamento, independente da intensidade e da modalidade em que o TA é realizado. Sendo assim, parece viável a utilização desse tipo de treinamento para se obter os mesmos benefícios de aumento da força, resistência e potência muscular alcançados quando o TF é realizado sozinho, e associá-los às adaptações cardiorrespiratórias obtidas a partir do TA.

Esses resultados têm uma grande aplicabilidade prática, já que demonstram ser possível alcançar ganhos significativos, tanto do ponto de vista neuromuscular quanto cardiorrespiratório, treinando apenas 2 x por semana durante aproximadamente uma hora, podendo inclusive escolher o tipo de exercício aeróbio a ser realizado sem que isso interfira nos resultados encontrados.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERNETHY, P. and QUIGLEY, B. Concurrent strength and endurance training of the elbow extensors. *J. Strength Cond. Res.* 7(4):234-240. 1993.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Guidelines for exercise testing and prescription (6<sup>th</sup> Ed.). Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2000.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand on Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34(2): 364–380, 2002.

BAKER, D. The effects of an in-season of concurrent training on the maintenance of maximal strength and power in professional and college-aged rugby league football players. *J. Strength Cond. Res.* 15(2):172–177, 2001.

BALABINIS, C.P., C.H. PSARAKIS, M. MOUKAS, M.P. VASSILIOU, and P.K. BEHRAKIS. Early phase changes by concurrent endurance and strength training. *J. Strength Cond. Res.* 17(2):393–401. 2003.

BAQUET, G., PRAAGH, E.V., BERTHOIN, S. Endurance training and aerobic fitness in young people. *Sports Med.* 33 (15):1127-1143, 2003.

BASSETT, D. R. JR. & E. T. HOWLEY. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32(1): 70-84, 2000.

BELL, G. J., S. PETERSON, J. WASSEL, K. BAGNALL, and H. A. QUINNEY. Physiological adaptations to concurrent endurance and low velocity resistance training. *Int. J. Sports Med.* 4:384-390. 1991.

BELL, G. J., D. SYROTUIK, T. SOSHA, I. MACLEAN, and H. A. QUINNEY. Effect of strength training and concurrent strength and endurance training on strength, testosterone, and cortisol. *J. Strength Cond. Res.* 11(1):57-64. 1997.

BELL, G. J., D. SYROTUIK, T.P. MARTIN, R. BURNHAM, and H. A. QUINNEY. Effects of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. *Eur. J. Appl. Physiol.* 81:418-427, 2000.

BENTLEY, D.J., P.A. SMITH, A.J. DAVIE, and S. ZHOU. Muscle activation of the knee extensors following high intensity endurance exercise in cyclist. *Eur. J. Appl. Physiol.* 81:297–302. 2000.

BILLAT, V. L., J. SLAWINSKI, BOCQUET, V., DEMARLE, A., LAFITTE, L. and J. P. KORALSZTEIN. Intermittent runs at velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but submaximal runs. *Eur. J. Appl. Physiol.* 81: 188-196, 2000.

BILLAT, V. L., J. SLAWINSKI, M. DANIEL, and J. P. KORALSZTEIN. Effect of free versus constant pace on performance and oxygen kinetics in running. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33(12): 2082-2088, 2001.

BILLAT, V. L. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Part 1: aerobic interval training. *Sports Med.* 31 (1):13-31, 2001.

BISHOP, D., D. G. JENKINS, L. T. MACKNON, M. McENIERY, and M. F. CAREY. The effects of strength training on endurance performance and muscle characteristics. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31 (6): 886-891, 1999.

CADORE, E.L. Efeitos do treinamento concorrente na força e ativação muscular, capacidade aeróbica e em hormônios esteróides em homens idosos. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

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.* *In press*, 2010.

CAPUTO, F.; GRECCO, C. e DENADAI, B. Efeitos do estado e especificidade do treinamento aeróbio na relação  $\%VO_{2max}$  versus  $\%FC_{max}$  durante o ciclismo. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 84 (1), 2005.

CHESTNUT, J.L., AND D. DOCHERTY. The effects of 4 and 10 repetition maximum weight-training protocols on neuromuscular adaptations in untrained men. *J. Strength Cond. Res.* 13(4):353–359, 1999.

CHILIBECK, P., SYROTUIK, D. and BELL, G. The effect of strength training on estimates of mitochondrial density and distribution throughout muscle fibres. *Eur. J. Appl. Physiol.* 80: 604-609, 1999.

CHROMIAK, J. and MULVANEY, D. A Review: The effects of combined strength and endurance training on strength development. *J. Appl. Sport Sci. Res.* 4 (2): 55-60, 1990.

CHTARA, M, CHAMARI, K, CHAOUASHI, A, CHAOUASHI, M, KOUBAA, D, FEKI, Y, MILLET, GP, and 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, CHAOUASHI, A, LEVIN, GT, CHAOUASHI, M, CHAMARI, K, AMRI, M, LAURSEN, PB. Effect of concurrent endurance and circuit resistance-training sequence on muscular strength and power development. *J Strength Cond Res* 22: 1037–1045, 2008

CROUTER, S.E.; ANTCZAK, A.; HUDAK, J.R.; DELLAVALLE, D.M.; HAAS, J.D. Accuracy and reliability of the ParvoMedics TrueOne 2400 and MedGraphics VO2000 metabolic systems. *Eur. J. Appl. Physiol.* 98(2):139-151, 2006.

DAVIS, W.J., WOOD, D.T., ANDREWS, R.G., ELKIND, L.M., and DAVIS, W.B. Concurrent training enhances athletes strength, muscle endurance, and other measures. *J. Strength Cond. Res.* 22(5): 1487-1502, 2008.

DOCHERTY, D., AND B.A. SPORER. Proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. *Sports Med.* 30:385–394, 2000.

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

DOURIS, P.C, B.P. WHITE, R.R. CULLEN, W.E. KELTZ, J. MELI, D.M. MONDIELLO AND D. WENGER. The relationship between maximal repetition performance and muscle fiber type as estimated by noninvasive technique in the quadriceps of untrained women. *J. Strength Cond. Res.* 20(3):699-703. 2006.

DUDLEY, G.A., and R. DJAMIL. Incompatibility of endurance and strength training modes of exercise. *J Appl Physiol* , 59: 1446 – 1451, 1985.

FERKETICH A. K., T. E. KIRBY, and S. E. ALWAYS. Cardiovascular and muscular adaptations to combined endurance and strength training in elderly women. *Acta Physiol. Scand.* 164:259-267, 1998.

FLECK S.J., KRAEMER W.J., *Fundamentos do treinamento de Força Muscular.* 3ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2006.

GETTMAN L.R., P. WARD, AND R.D. HAGAN. A comparison of combined running and weight training with circuit weight training. *Med. Sci. Sports Exerc.* 14 (3): 229-234, 1982.

GLOWACKI S. P., S. E. MARTIN, A. MAURER, W. BAEK, J. S. GREEN, and S. F. CROUSE. Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. *Med. Sci. Sports Exerc.* 36(12): 2119-2127, 2004.

GRAVELLE, B.L., and D.L. BLESSING. Physiological adaptation in women concurrently training for strength and endurance. *J. Strength Cond. Res.* 14(1): 5–13. 2000.

HÄKKINEN, K.; ALEN, M.; KRAEMER, W.J.; GOROSTIAGA, E.; 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.* 89:42-52, 2003.

HANSEN, D.; DENDALE, P.; BERGER, J.; MEEUSEN R. Low agreement of ventilatory threshold between training modes in cardiac patients. *Eur. J. Appl. Physiol.* 101:547-554, 2007.

HASKELL, W. L., I.-M. LEE, R. R. PATE, K. E. POWELL, S. N. BLAIR, B. A. FRANKLIN, C. A. MACERA, G. W. HEATH, P. D. THOMPSON, and A. BAUMAN. Physical Activity and Public Health: Updated Recommendation for Adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 39, No. 8, pp. 1423–1434, 2007.

HASS, C., FEINGENBAUM M. AND KRANKLIN B. Prescription of resistance training for healthy populations. *Sports Med.* 31(14):953-964, 2001.

HATFIELD, D., KRAEMER, W., SPIERING, B., HÄKKINEN, K., VOLEK, J., SHIMANO, T., et al. (2006). The impact of velocity movement on performance factors in resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research* , 20 (4), 760-766.

HENNESSY, L.C., and A.W.S. WATSON. The interference effects of training for strength and endurance simultaneously. *J. Strength Cond. Res.* 8:12–19. 1994.

HEYWARD V. H., STOLARCZYK, L. M., Avaliação da composição corporal aplicada. São Paulo: Manole, 2001.

HICKSON, R. C. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *Eur. J. Appl. Physiol.* 45:255-263, 1980.

HOWLEY, E. T., BASSETT, D. R., JR. e WELCH, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.27, p.1292-301. 1995.

HOEGER, W.W.K., BARETTE, S.L., HALE, D.F., HOPKINGS, D.R. Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum. *J. Appl. Sport Sci. Res.* 1(1):11-13. 1987.

HOEGER, W.W.K., HOPKINGS, D.R., BARETTE, S.L., HALE, D.F. Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum: a comparison between untrained and trained males and females. *J. Appl. Sport Sci. Res.* 4(2):47-54. 1990.

HORTOBAGYI T., KATCH F. I., and LACHANCE P. F. Effects of simultaneous training for strength and endurance on upper and lower body strength and running performance. *J. Sports Med.* 31: 20-30, 1991.

HSI, W. L., LAN, C. e LAI, J. S. Normal standards for cardiopulmonary responses to exercise using a cycle ergometer test. *Journal of the Formosan Medical Association*, v.97, p.315-22. 1998.

HUNTER G., R. DEMENT, and D. MILLER. Development of strength and maximum oxygen uptake during simultaneous training for strength and endurance. *J. Sports Med.* 27:269-275, 1987.

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

IZQUIERDO M., IBANES J., HAKKINEN K., KRAEMER W. L., LARRION J., and GOROSTIAGA E. 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.* 94:70-75, 2005.

JACKSON A. S., POLLOCK M. L. & WARD, A. Generalized equations for predicting body density of women. *Medicine Science Sports Exercise*, 12: 175 - 182, 1980.

JOHNSTON, R., QUINN, T., KERTZER, R., AND VROMAN, N. Strength training in female distance runners: impact on running economy. *J. Strength Cond. Res.* 11(4):224-229. 1997.

JUNG, A. The impact of resistance training on distance running performance. *Sports Medicine* 33 (7): 539-552, 2003.

KARAVIRTA, L., M. P. TULPPO, D. E. LAAKSONEN, K. NYMAN, R. T. LAUKKANEN, H. KINNUNEN, A. HAKKINEN, and K. HAKKINEN. Heart Rate Dynamics after Combined Endurance and Strength Training in Older Men. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 41, No. 7, pp. 1436-1443, 2009.

KARP, J. Interval training for the fitness professional. *Strength and Conditioning Journal* 22 (4):64-69, 2000.

KELLY S., BROWN L., COBURN J., ZINDER S., GARDNER L. AND NGUYEN D. The effect of single versus multiple sets on strength. *J. Strength Cond. Res.* 21(4): 1003-1006, 2007.

KELLY C., BURNETT A. AND NEWTON J. The effect of strength training on three-kilometer performance in recreacional women endurance runners. *J. Strength Cond. Res.* 22(2): 396-403, 2008.

KNUTTGEN, H.G. Strength training and aerobic exercise: comparison and contrast. *J. Strength Cond. Res.* 21(3): 973–978. 2007.

KOTHE, G. Relação entre o percentual de 1RM e o número de repetições máximas em exercícios de musculação em indivíduos treinados e não treinados. Trabalho de conclusão de curso, UFRGS, 2010.

KRAEMER, W.J.; PATTON, J.F.; GORDON, S.E.; HARMAN, E.A.; DESCHENES, M.R.; REYNOLDS, K.; NEWTON, R.U.; TRIPPLET, 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. Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. *Medicine Science Sports Exercise* 36 (4): 674-688, 2004.

LEPERS, R.; MILLET, G.Y.; MAFFIULETTI, N.A Effect of cycling cadence on contractile and neural properties of knee extensors. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33(11):1882–1888, 2001.

LEVERITT, M., J. ABERNETHY, et al. Concurrent strength and endurance training. A review. *Sports Medicine* 28 (6): 413-427, 1999.

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

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

LOMBARDI V. P., *Beggining weight training: the safe and effective way.* Dubuqye, 1989.

MARCINIK, E. J., J. POTTS, G. SCHLABACH, S. WILL, P.DAWSON, and B. F. HURLEY. Effects of Strength Training on Lactate Threshold and Endurance Performance. *Med. Sci. Sports Exerc*, 23 (6): 739-743, 1991.

MARX, J.O., RATAMESS, N.A., NINDL, B.C., GOTSHALK, L.A., VOLEK., J.S., DOHI, K., BUSH, J.A., GOMEZ, A.L., MAZZETTI, S.A., FLECK, S.J., HAKKINEN, K., NEWTON, R.U., KRAEMER, W.J. Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33(4):635 – 643, 2001.

McCARTHY J. P., J. C. AGRE, B. K. GRAF, M. A. POZNIAK, and A.C. VAILAS. Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. *Med. Sci. Sports Exerc*, 27 (3): 429-436, 1995.

McCARTHY J. P., J. C. AGRE, M. A. POZNIAK. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 34(3):511-519, 2002.

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

MILLET, G. P., B. JAOUEN, F. BORRANI, and R. CANDAU. Effects of concurrent endurance and strength training on running economy and VO<sub>2</sub> kinetics. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 34, No. 8, pp. 1351–1359, 2002.

MILLET, G. P., S. LIBICZ, F. BORRANI, FATTORI, P. and R. CANDAU. Effects of increased intensity of intermittent training in runners with differing VO<sub>2</sub> kinetics. *Eur. J. Appl. Physiol.* 90:50-57, 2003.

MORITANI, T. & DEVRIES, H.A. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Amer. J. Phys. Med.*, 58 (3): 115-130, 1979.

NADER G. A. Concurrent Strength and Endurance Training: From Molecules to Man. *Medicine Science Sports Exercise*, 38 (11): 1965-1970, 2006.

NELSON, A.G.; ARNALL, D.A.; LOY, S.F.; SILVESTER, L.S.; CONLEE, R.K. Consequences of combining strength and endurance training regimens. *Physical Therapy*, 70(5): 287-294, 1990.

PAAVOLAINEN, L.; HAKKINEN, K.; HAMALAINEN, I.; NUMMELA, A.; RUSKO, H. Explosive-strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *J. Appl. Physiol.* 86(5): 1527-1533, 1999.

PINTO, R.S. Adaptações metabólicas, cardio-respiratórias, neuromusculares e na composição corporal de mulheres pré-menopáusicas e com excesso de peso em resposta ao treino físico sistemático. Tese de doutorado. Faculdade Técnica de Lisboa, Faculdade de Motricidade Humana, Julho, 2007.

PLOUTZ-SNYDER L.L., GIAMIS E.L., Orientation and familiarization to 1RM strength testing in old and young women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(4):519-23, 2001.

PUTMAN C. T., XU X., GILLIES E., MACLEAN I. E., and BELL G. J. Effects of strength, endurance and combined training on myosin heavy chain content and fiber-type distribution in humans. *Eur. J. Appl. Physiol.* 92:376-384, 2004.

RHEA M. R., B. A. ALVAR, L. N. BURKETT, and S. D. BALL. A Meta-Analysis to Determine the Dose Response for Strength Development. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 35 (3): 456-464, 2003.

ROSENBERGER, F., T. MEYER, and W. KINDERMANN. Running 8000 m Fast or Slow: Are There Differences in Energy Cost and Fat Metabolism? *Med. Sci. Sports Exerc.*, 37(10): 1789-1793, 2005.

SAKAMOTO, A., & SINCLAIR, P. (2006). Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions on bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research* , 20 (3), 523-527.

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

SALE, D.G., J.D. MACDOUGAL, I. JACOBS, AND S. GARNER. Interaction between concurrent strength and endurance training. *J. Appl. Physiol.* 68 (1):260-270, 1990.

SCHLUMBERGER, A., J. STEC, AND D. SCHMIDTBLEICHER. Single- vs. multiple-set strength training in women. *J. Strength Cond. Res.* 15(3):284–289. 2001.

SHAW, B.S., SHAW, I., AND 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.

SHIMANO, T., W.J. KRAEMER, B.A. SPIERING, J.S. VOLEK, D.L. HATFIELD, R. SILVESTRE, J.L. VINGREN, M.S. FRAGALA, CM. MARESH, S.J. FLECK, R.U. NEWTON, L.P.B. SPREUWENBERG, AND K. HAKKINEN. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. *J. Strength Cond. Res.* 20(4):819-823. 2006.

SILVA, R. F. Os efeitos de um treinamento concorrente de musculação e natação na força de mulheres jovens. Trabalho de conclusão de curso, UFRGS, 2006.

SMITH, S.; MONTAIN, S.; MATLORR, R.; ZIENTARA, G. JOLEZS, F.; FIELDING, R. Creatine supplementation and age influence muscle metabolism during exercise. *J Appl Physiol* , 85: 1349 – 1356, 1998.

SMITH, T.; COOMBES, J.; GERAGHTY, D. Optimising high-intensity treadmill training using the running speed at maximal O<sub>2</sub> uptake and the time for which this can be maintained. *Eur J Appl Physiol* 89: 337-343, 2003.

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

TAKESHIMA, N.; ROGERS, E.; ISLAM, M. ; YAMAUSHI, T.; EIJI W. and OKADA, A. Effect of concurrent aerobic and resistance circuit exercise training on fitness in older adults. *Eur J Appl Physiol* 93: 173–182, 2004.

TANAKA H., SWENSEN T. Impact of resistance training on endurance performance. *Sports Medicine*, 25 (3): 191-200, 1998.

VALKEINEN H, ALÉN M, HÄKKINEN A, HANNONEN P, KUKKONEN-HARJULA K, HÄKKINEN K. Effects of concurrent strength and endurance training on physical fitness and symptoms in postmenopausal women with fibromyalgia: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 89(9): 1660-1666,2008.

VOLPE, S.L., J. WALBERG-RANKIN, K. RODMAN AND SEBOLT, D.R. The effect of endurance running on training adaptations in women participating in a weight lifting program. *J. Strength Cond. Res.* 7(2): 101-107, 1993.

WAKEFIELD, BR AND GLAISTER, M. Influence of work-interval intensity and duration on time spent at a high percentage of VO<sub>2</sub>max during intermittent supramaximal exercise. *J Strength Cond Res* 23(9): 2548–2554, 2009.

WILMORE J. H., COSTILL D. L. *Fisiologia do Esporte e do Exercício*. Editora Manole: 1ª edição, 2001.

WOLFE, B.L., L.M. LEMURA, AND P.J. COLE. Quantitative analysis of single- vs. multiple-set programs in resistance training. *J. Strength Cond. Res.* 18(1):35-47. 2004.

WONG, P-L, CHAOUACHI, A, CHAMARI, K, DELLAL, A, AND WISLOFF, U. Effect of preseason concurrent muscular strength and highintensity interval training in professional soccer players. *J Strength Cond Res* 24(3): 653–660, 2010.

WOOD, R. D., R. REYES, M.A. WELSCH, JENNIFER FAVALORO-SABATIER, M.SABATIER, C.M. LEE, L.G.JOHNSON and P.F. HOOPER. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 33(10):1751-1758, 2001.

YAMAMOTO, LM, LOPEZ, RM, KLAU, JF, CASA, DJ, KRAEMER, WJ, and MARESH, CM. The effects of resistance training on endurance distance running performance among highly trained runners: a systematic review. *J Strength Cond Res* 22(6): 2036–2044, 2008

ZEEVI DVIR. *Isokinetics – Muscle Testing, Interpretation and Clinical Applications*. 1995

## ANEXO A

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO**

Eu entendo que participarei como sujeito do estudo intitulado “OS EFEITOS DE TRÊS TREINAMENTOS CONCORRENTES NAS ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES E CARDIORRESPIRATÓRIAS DE MULHERES JOVENS”, que envolverá a avaliação da composição corporal, da força máxima dinâmica em diferentes exercícios de musculação, do *torque* muscular isométrico e isocinético, consumo máximo de oxigênio avaliado através de um teste máximo em esteira e cicloergômetro. Eu entendo que todos esses testes serão realizados antes e após um treinamento físico de 11 semanas, envolvendo exercícios de musculação, em esteira e bike ou em ambos, e que serei submetido 2 vezes por semana a esses treinamentos durante esse período. Entendo que os testes que realizarei farão parte desse estudo e terão a finalidade de investigar comparativamente as adaptações a três treinamentos concorrentes em indivíduos jovens.

Eu, por meio desta, autorizo Luiz Fernando Martins Krueel, Rodrigo Ferrari da Silva, bolsistas ou profissionais selecionados para realizar os seguintes procedimentos:

- a. Aplicar-me um treinamento de musculação, aeróbico em esteira ou cicloergômetro ou em ambos durante 11 semanas, 2 vezes por semana.
- b. Aplicar-me testes de força dinâmica máxima, envolvendo grupos musculares de membros inferiores e superiores antes e após o período de treinamento físico.
- c. Aplicar-me testes de *torque* isométrico e isocinético, antes e após 12 semanas de treinamento.
- d. Aplicar-me testes de consumo máximo de oxigênio, que serão realizados em esteira e cicloergômetro, com intensidade aumentada de minuto em minuto, até que ocorra minha exaustão voluntária.

Eu entendo que:

Nos testes de força dinâmica:

Estão envolvidos os seguintes riscos e desconfortos: dor e cansaço muscular temporário.

Nos testes de esforço máximo (teste de esteira e cicloergômetro):

1. Eu estarei respirando através de uma máscara, na qual estará anexado um analisador de gases.
2. 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 eletrocardiógrafo, e que eu posso terminar o teste em qualquer momento sob meu critério.
3. Estará presente um médico responsável, além de estar disponível, no laboratório, uma linha telefônica para a Assistência Médica de Emergência.

Nos testes de força isométrica e isocinética e de ativação muscular:

Estão envolvidos os seguintes riscos e desconfortos: dor e cansaço muscular temporário.

Os procedimentos expostos acima têm sido explicados para mim por Luiz Fernando Martins Krueel e/ou seus orientandos, Rodrigo Ferrari da Silva e bolsistas selecionados;

Eu entendo que:

- Luiz Fernando Martins Krueel e/ou seus orientandos, Rodrigo Ferrari da Silva e bolsistas e professores, irão responder qualquer dúvida que eu tenha em qualquer momento relativo a esses procedimentos;
- 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;
- Não há compensação financeira pela minha participação neste estudo;
- Posso fazer contato com o orientador do estudo Professor Doutor Luiz Fernando Martins Krueel, e seu orientando Rodrigo Ferrari da Silva, para quaisquer problemas referentes a minha participação no estudo ou se eu sentir que há uma violação dos meus direitos, através do telefone (051) 3308-5820. Além disso, posso entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo telefone (051) 3308-3629.
- A qualquer instante durante o testes, eu tenho o direito de me recusar a prosseguir com os mesmos.
- Todos os procedimentos a que serei submetido serão conduzidos por profissionais, professores ou bolsistas com experiência prévia em todos os procedimentos.

Porto Alegre \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2009.

**Pesquisador: Luiz Fernando Martins Kruehl****Dados do Projeto de Pesquisa****Projeto Nº:** 15406**Título:** Os efeitos de dois treinamentos concorrentes nas adaptações neuromusculares e cardiorrespiratórias de mulheres jovens**Área do Conhecimento:** Educação Física**Início:** 01/08/2008**Previsão de conclusão:** 01/06/2010**Situação:** projeto em andamento**Origem:** Escola de Educação Física  
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano  
Projeto da linha de pesquisa ATIVIDADE FÍSICA E PERFORMANCE**Local de Realização:** Escola De Educação Física  
**Projeto envolve aspectos éticos da categoria:** Projeto Em Seres Humanos**Objetivo:** Comparar os efeitos de dois treinamentos concorrentes, diferentes na intensidade do treinamento aeróbio, nas adaptações neuromusculares e cardiorrespiratórias de mulheres jovens.**Palavras-Chave**Adaptações Cardiorrespiratórias  
Adaptações Neuromusculares  
Treinamento Concorrente**Equipe UFRGS****Nome:** Luiz Fernando Martins Kruehl**Participação:** Coordenador**Início:** 01/08/2008**Nome:** Eduardo Lusa Cadore**Participação:** Aluno de Doutorado**Início:** 01/08/2008**Nome:** Cristine Lima Alberton**Participação:** Aluno de Doutorado**Início:** 01/08/2008**Nome:** Rodrigo Ferrari Da Silva**Participação:** Aluno de Mestrado**Início:** 01/08/2008**Nome:** Matheus Giacobbo Guedes**Participação:** Aluno de Graduação**Início:** 01/08/2008**Nome:** Gabriela Bartholomay Kothe**Participação:** Aluno de Graduação**Início:** 01/08/2008**Nome:** Guilherme Treis Trindade**Participação:** Aluno de Graduação**Início:** 01/08/2008**Anexos**[Projeto Completo](#)**Data de Envio:** 25/05/2009**Avaliações**

Comissão de Pesquisa de Educação Física - Aprovado

**Fechar**

Aprovado pela COMPESQ-EFI e encaminhado ao CEP em 30/06/09.

Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS - Aprovado

**Fechar**

Aprovado.

## ANEXO C

Tabela 2: Valores em média  $\pm$  desvio padrão das variáveis analisadas pré treino: Força máxima (1 RM) nos exercícios extensão de joelhos (EXT), *leg press* (LEG), supino (SUP), número de repetições à 70% de 1 RM nos exercícios EXT e SUP, *Torque* isométrico e isocinético a 60°/s e 180°/s, e  $VO_{2máx}$  avaliado em esteira.

Variável	GF	GCB	GCC	GCI	valor p
1RM EXT (kg)	74,7 $\pm$ 10,8	81,4 $\pm$ 12,5	86,3 $\pm$ 12,9	81,0 $\pm$ 12,7	0,178
1RM LEG (kg)	89,8 $\pm$ 16,8	100,1 $\pm$ 21,7	100,5 $\pm$ 16,3	104,2 $\pm$ 19,6	0,298
1RM SUP (kg)	29,5 $\pm$ 6,5	28,8 $\pm$ 5,0	30,2 $\pm$ 5,3	32,0 $\pm$ 5,5	0,644
70%1RM EXT (n° rep.)	10,1 $\pm$ 1,2	10,3 $\pm$ 1,2	9,0 $\pm$ 1,5	10,5 $\pm$ 1,8	0,091
70%1RM SUP (n° rep.)	12,1 $\pm$ 1,7	12,3 $\pm$ 2,0	12,7 $\pm$ 2,3	13,0 $\pm$ 2,3	0,731
<i>Torque</i> isométrico (N/m)	180,0 $\pm$ 24,7	182,2 $\pm$ 37,0	177,8 $\pm$ 37,1	188,4 $\pm$ 40,7	0,913
<i>Torque</i> 60°/s (N/m)	146,8 $\pm$ 19,3	131,6 $\pm$ 38,0	141,9 $\pm$ 30,7	154,6 $\pm$ 34,0	0,455
<i>Torque</i> 180°/s (N/m)	107,2 $\pm$ 18,9	97,2 $\pm$ 31,3	98,3 $\pm$ 37,3	123,8 $\pm$ 29,3	0,185
$VO_{2máx}$ esteira (ml/kg.min)	33,7 $\pm$ 3,6	31,2 $\pm$ 4,1	34,0 $\pm$ 5,0	34,6 $\pm$ 4,0	0,263

## ANEXO D

## FICHAS DE COLETA DE DADOS

## FICHA DE DADOS INDIVIDUAIS E CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

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

Data de Nascimento: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Massa Corporal: \_\_\_\_\_ Estatura: \_\_\_\_\_

Dobras cutâneas	1	2	3	Final
Tricipital				
Subescapular				
Peitoral				
Axilar-média				
Supra-ilíaca				
Abdominal				
Coxa				

% Massa Corporal Magra: \_\_\_\_\_

% Gordura Corporal: \_\_\_\_\_

Somatório das Dobras: \_\_\_\_\_

## Teste de Esforço Máximo

Data:  
 Nome:  
 Massa Corporal:

Idade:  
 Estatura:

Tempo	Velocidade	FC	Tempo	Velocidade	FC
10"	5 km.h <sup>-1</sup>		8'30"	12 km.h <sup>-1</sup>	
20"	5 km.h <sup>-1</sup>		8'40"	12 km.h <sup>-1</sup>	
30"	5 km.h <sup>-1</sup>		8'50"	12 km.h <sup>-1</sup>	
40"	5 km.h <sup>-1</sup>		9'	13 km.h <sup>-1</sup>	
50"	5 km.h <sup>-1</sup>		9'10"	13 km.h <sup>-1</sup>	
1'	5 km.h <sup>-1</sup>		9'20"	13 km.h <sup>-1</sup>	
1'10"	5 km.h <sup>-1</sup>		9'30"	13 km.h <sup>-1</sup>	
1'20"	5 km.h <sup>-1</sup>		9'40"	13 km.h <sup>-1</sup>	
1'30"	5 km.h <sup>-1</sup>		9'50"	13 km.h <sup>-1</sup>	
1'40"	5 km.h <sup>-1</sup>		10'	14 km.h <sup>-1</sup>	
1'50"	5 km.h <sup>-1</sup>		10'10"	14 km.h <sup>-1</sup>	
2'	6 km.h <sup>-1</sup>		10'20"	14 km.h <sup>-1</sup>	
2'10"	6 km.h <sup>-1</sup>		10'30"	14 km.h <sup>-1</sup>	
2'20"	6 km.h <sup>-1</sup>		10'40"	14 km.h <sup>-1</sup>	
2'30"	6 km.h <sup>-1</sup>		10'50"	14 km.h <sup>-1</sup>	
2'40"	6 km.h <sup>-1</sup>		11'	15 km.h <sup>-1</sup>	
2'50"	6 km.h <sup>-1</sup>		11'10"	15 km.h <sup>-1</sup>	
3'	7 km.h <sup>-1</sup>		11'20"	15 km.h <sup>-1</sup>	
3'10"	7 km.h <sup>-1</sup>		11'30"	15 km.h <sup>-1</sup>	
3'20"	7 km.h <sup>-1</sup>		11'40"	15 km.h <sup>-1</sup>	
3'30"	7 km.h <sup>-1</sup>		11'50"	15 km.h <sup>-1</sup>	
3'40"	7 km.h <sup>-1</sup>		12'	16 km.h <sup>-1</sup>	
3'50"	7 km.h <sup>-1</sup>		12'10"	16 km.h <sup>-1</sup>	
4'	8 km.h <sup>-1</sup>		12'20"	16 km.h <sup>-1</sup>	
4'10"	8 km.h <sup>-1</sup>		12'30"	16 km.h <sup>-1</sup>	
4'20"	8 km.h <sup>-1</sup>		12'40"	16 km.h <sup>-1</sup>	
4'30"	8 km.h <sup>-1</sup>		12'50"	16 km.h <sup>-1</sup>	
4'40"	8 km.h <sup>-1</sup>		13'	17 km.h <sup>-1</sup>	
4'50"	8 km.h <sup>-1</sup>		13'10"	17 km.h <sup>-1</sup>	
5'	9 km.h <sup>-1</sup>		13'20"	17 km.h <sup>-1</sup>	
5'10"	9 km.h <sup>-1</sup>		13'30"	17 km.h <sup>-1</sup>	
5'20"	9 km.h <sup>-1</sup>		13'40"	17 km.h <sup>-1</sup>	
5'30"	9 km.h <sup>-1</sup>		13'50"	17 km.h <sup>-1</sup>	
5'40"	9 km.h <sup>-1</sup>		14'	18 km.h <sup>-1</sup>	
5'50"	9 km.h <sup>-1</sup>		14'10"	18 km.h <sup>-1</sup>	
6'	10 km.h <sup>-1</sup>		14'20"	18 km.h <sup>-1</sup>	
6'10"	10 km.h <sup>-1</sup>		14'30"	18 km.h <sup>-1</sup>	
6'20"	10 km.h <sup>-1</sup>		14'40"	18 km.h <sup>-1</sup>	
6'30"	10 km.h <sup>-1</sup>		14'50"	18 km.h <sup>-1</sup>	
6'40"	10 km.h <sup>-1</sup>				
6'50"	10 km.h <sup>-1</sup>				
7'	11 km.h <sup>-1</sup>				
7'10"	11 km.h <sup>-1</sup>				
7'20"	11 km.h <sup>-1</sup>				
7'30"	11 km.h <sup>-1</sup>				
7'40"	11 km.h <sup>-1</sup>				
7'50"	11 km.h <sup>-1</sup>				
8'	12 km.h <sup>-1</sup>				
8'10"	12 km.h <sup>-1</sup>				
8'20"	12 km.h <sup>-1</sup>				

## ANEXO E

## FICHA INDIVIDUALIZADA DOS TREINAMENTOS

Nome:

Telefone:

E-mail:

Grupo de treinamento:

Mesociclo 1			
Exercícios	Carga 1	Carga 2	Ajustes equipamentos
<i>Leg press</i>			
Voador invertido			
Extensão de joelhos			
Remada em pé			
Flexão de joelhos			
Supino			
Zona de FC ou velocidade do treino aeróbio:			

Mesociclo 2			
Exercícios	Carga 1	Carga 2	Ajustes equipamentos
<i>Leg press</i>			
Voador invertido			
Extensão de joelhos			
Remada em pé			
Flexão de joelhos			
Supino			
Zona de FC ou velocidade do treino aeróbio:			

Mesociclo 3			
Exercícios	Carga 1	Carga 2	Ajustes equipamentos
<i>Leg press</i>			
Voador invertido			
Extensão de joelhos			
Remada em pé			
Flexão de joelhos			
Supino			
Zona de FC ou velocidade do treino aeróbio:			

Mesociclo 4			
Exercícios	Carga 1	Carga 2	Ajustes equipamentos
<i>Leg press</i>			
Voador invertido			
Extensão de joelhos			
Remada em pé			
Flexão de joelhos			
Supino			
Zona de FC ou velocidade do treino aeróbio:			

## ANEXO F

## Testes de Normalidade (Shapiro-Wilk)

	<i>grupo</i>	<i>Sig.</i>		<i>grupo</i>	<i>Sig.</i>		<i>grupo</i>	<i>Sig.</i>
sup_pre	<b>GF</b>	<b>0,540</b>	t60_pre	<b>GF</b>	<b>0,864</b>	rep_ext_pre	<b>GF</b>	<b>0,080</b>
	<b>GCB</b>	<b>0,350</b>		<b>GCB</b>	<b>0,796</b>		<b>GCB</b>	<b>0,063</b>
	<b>GCC</b>	<b>0,114</b>		<b>GCC</b>	<b>0,374</b>		<b>GCC</b>	<b>0,481</b>
	<b>GCI</b>	<b>0,465</b>		<b>GCI</b>	<b>0,673</b>		<b>GCI</b>	<b>0,005</b>
sup_pos	<b>GF</b>	<b>0,797</b>	t60_pos	<b>GF</b>	<b>0,437</b>	rep_ext_pos	<b>GF</b>	<b>0,113</b>
	<b>GCB</b>	<b>0,137</b>		<b>GCB</b>	<b>0,534</b>		<b>GCB</b>	<b>0,013</b>
	<b>GCC</b>	<b>0,051</b>		<b>GCC</b>	<b>0,024</b>		<b>GCC</b>	<b>0,106</b>
	<b>GCI</b>	<b>0,290</b>		<b>GCI</b>	<b>0,092</b>		<b>GCI</b>	<b>0,001</b>
ext_pre	<b>GF</b>	<b>0,414</b>	t180_pre	<b>GF</b>	<b>0,110</b>	rep_sup_pre	<b>GF</b>	<b>0,080</b>
	<b>GCB</b>	<b>0,773</b>		<b>GCB</b>	<b>0,970</b>		<b>GCB</b>	<b>0,344</b>
	<b>GCC</b>	<b>0,051</b>		<b>GCC</b>	<b>0,571</b>		<b>GCC</b>	<b>0,170</b>
	<b>GCI</b>	<b>0,517</b>		<b>GCI</b>	<b>0,111</b>		<b>GCI</b>	<b>0,278</b>
ext_pos	<b>GF</b>	<b>0,259</b>	t180_pos	<b>GF</b>	<b>0,215</b>	rep_sup_pos	<b>GF</b>	<b>0,006</b>
	<b>GCB</b>	<b>0,369</b>		<b>GCB</b>	<b>0,739</b>		<b>GCB</b>	<b>0,340</b>
	<b>GCC</b>	<b>0,558</b>		<b>GCC</b>	<b>0,180</b>		<b>GCC</b>	<b>0,192</b>
	<b>GCI</b>	<b>0,211</b>		<b>GCI</b>	<b>0,929</b>		<b>GCI</b>	<b>0,095</b>
leg_pre	<b>GF</b>	<b>0,874</b>	iso_pre	<b>GF</b>	<b>0,757</b>	vo2_pre	<b>GF</b>	<b>0,148</b>
	<b>GCB</b>	<b>0,368</b>		<b>GCB</b>	<b>0,307</b>		<b>GCB</b>	<b>0,987</b>
	<b>GCC</b>	<b>0,468</b>		<b>GCC</b>	<b>0,215</b>		<b>GCC</b>	<b>0,377</b>
	<b>GCI</b>	<b>0,487</b>		<b>GCI</b>	<b>0,174</b>		<b>GCI</b>	<b>0,644</b>
leg_pos	<b>GF</b>	<b>0,067</b>	iso_pos	<b>GF</b>	<b>0,554</b>	vo2_pos	<b>GF</b>	<b>0,918</b>
	<b>GCB</b>	<b>0,973</b>		<b>GCB</b>	<b>0,737</b>		<b>GCB</b>	<b>0,051</b>
	<b>GCC</b>	<b>0,616</b>		<b>GCC</b>	<b>0,814</b>		<b>GCC</b>	<b>0,735</b>
	<b>GCI</b>	<b>0,279</b>		<b>GCI</b>	<b>0,871</b>		<b>GCI</b>	<b>0,831</b>

## Teste de Homogeneidade (Levene)

	<b>Sig.</b>
ext_pre	<b>0,979</b>
ext_pos	<b>0,059</b>
rep_ext_pre	<b>0,167</b>
rep_ext_pos	<b>0,252</b>
leg_pre	<b>0,542</b>
leg_pos	<b>0,721</b>
sup_pre	<b>0,846</b>
sup_pos	<b>0,161</b>
rep_sup_pre	<b>0,307</b>
rep_sup_pos	<b>0,054</b>
t60_pre	<b>0,165</b>
t60_pos	<b>0,368</b>
t180_pre	<b>0,158</b>
t180_pos	<b>0,364</b>
iso_pre	<b>0,248</b>
iso_pos	<b>0,395</b>
vo2_pre	<b>0,645</b>
vo2_pos	<b>0,444</b>

Tabela 3: Análise de variância dos efeitos principais Grupo e Momento (Mom) e do fator de interação (Grupo\*Mom): médias  $\pm$  desvios-padrão nos momentos pré e pós treinamento e deltas percentuais ( $\Delta$  %) das variáveis Força máxima em Kg (1 RM) nos exercícios extensão de joelhos (EXT), leg press (LEG), supino (SUP), número de repetições à 70% de 1 RM nos exercícios EXT e SUP, Torque (N/m) isométrico e isocinético nas velocidades de 60°/s e 180°/s, e  $VO_{2m\acute{a}x}$  (ml/kg.min) avaliado em esteira dos grupos GF, GCB, GCC e GCI.

Variável	GF			GCB			GCC			GCI			Grupo	Mom	Grupo*Mom
	pré	pós	$\Delta$ %	pré	pós	$\Delta$ %	pré	pós	$\Delta$ %	pré	pós	$\Delta$ %	p	p	p
1RM EXT (kg)	74,7 $\pm$ 10,8	104,7 $\pm$ 10,9	40,2	81,4 $\pm$ 12,5	105,9 $\pm$ 12,4	30,1	86,3 $\pm$ 12,9	109,8 $\pm$ 13,4	27,2	81,0 $\pm$ 12,7	111,4 $\pm$ 16,5	37,5	0,38	<0,001	0,212
1RM LEG (kg)	89,8 $\pm$ 16,8	135,3 $\pm$ 29,0	50,7	100,1 $\pm$ 21,7	137,3 $\pm$ 21,9	37,2	100,5 $\pm$ 16,3	144,5 $\pm$ 23,9	43,8	104,2 $\pm$ 19,6	152,3 $\pm$ 26,3	46,2	0,375	<0,001	0,311
1RM SUP (kg)	29,5 $\pm$ 6,5	35,4 $\pm$ 6,9	20,0	28,8 $\pm$ 5,0	34,6 $\pm$ 3,4	20,1	30,2 $\pm$ 5,3	35,8 $\pm$ 5,6	18,5	32,0 $\pm$ 5,5	37,5 $\pm$ 5,9	17,2	0,682	<0,001	0,955
70%1RM EXT (n° rep.)	10,1 $\pm$ 1,2	9,1 $\pm$ 1,3	-10	10,3 $\pm$ 1,2	8,7 $\pm$ 0,8	-15,5	9,0 $\pm$ 1,5	8,3 $\pm$ 1,1	-7,8	10,5 $\pm$ 1,8	8,8 $\pm$ 0,8	-16,2	0,056	<0,001	0,473
70%1RM SUP (n° rep.)	12,1 $\pm$ 1,7	11,6 $\pm$ 1,8	-4,1	12,3 $\pm$ 2,0	10,9 $\pm$ 1,8	-11,3	12,7 $\pm$ 2,3	11,5 $\pm$ 3,2	-9,4	13,0 $\pm$ 2,3	10,9 $\pm$ 1,8	-16,1	0,803	0,005	0,793
Torque isométrico (N/m)	180,0 $\pm$ 24,7	188,8 $\pm$ 24,3	4,9	182,2 $\pm$ 37,0	188,8 $\pm$ 33,4	3,6	177,8 $\pm$ 37,1	181,9 $\pm$ 29,5	2,3	188,4 $\pm$ 40,7	198,1 $\pm$ 40,6	5,1	0,828	0,055	0,928
Torque 60°/s (N/m)	146,8 $\pm$ 19,3	147,9 $\pm$ 21,6	0,7	131,6 $\pm$ 38,0	141,5 $\pm$ 30,0	7,8	141,9 $\pm$ 30,7	151,6 $\pm$ 41,6	6,8	154,6 $\pm$ 34,0	166,4 $\pm$ 33,4	7,6	0,408	0,007	0,516
Torque 180°/s (N/m)	107,2 $\pm$ 18,9	111,6 $\pm$ 21,6	4,1	97,2 $\pm$ 31,3	108,2 $\pm$ 26,8	11,3	98,3 $\pm$ 37,3	107,4 $\pm$ 31,7	9,3	123,8 $\pm$ 29,3	131,9 $\pm$ 31,0	6,5	0,189	0,001	0,951
$VO_{2m\acute{a}x}$ esteira (ml/kg.min)	33,7 $\pm$ 3,6	33,5 $\pm$ 4,2 <sup>a</sup>	-0,6	31,2 $\pm$ 4,1	32,9 $\pm$ 4,2 <sup>a</sup>	5,4	34,0 $\pm$ 5,0	37,1 $\pm$ 5,2 <sup>ab</sup>	9,1	34,6 $\pm$ 4,0	39,1 $\pm$ 3,4 <sup>b</sup>	13,0	0,035	<0,001	0,009

Letras diferentes indicam diferenças entre os grupos ao final do treinamento ( $P < 0,05$ ).