

UNIVERSIDADE SALGADO DE OLIVEIRA  
PROGRAMA DE MESTRADO EM CIÊNCIAS DA ATIVIDADE FÍSICA

ANTONIO GIL CASTINHEIRAS NETO

**INFLUÊNCIA DA MASSA MUSCULAR ENVOLVIDA E DOS INTERVALOS DE  
RECUPERAÇÃO ENTRE SÉRIES SOBRE AS RESPOSTAS  
CARDIORRESPIRATÓRIAS EM EXERCÍCIOS CONTRARESISTÊNCIA**

Niterói

Março/2009

ANTONIO GIL CASTINHEIRAS NETO

**INFLUÊNCIA DA MASSA MUSCULAR ENVOLVIDA E DOS INTERVALOS DE  
RECUPERAÇÃO ENTRE SÉRIES SOBRE AS RESPOSTAS  
CARDIORRESPIRATÓRIAS EM EXERCÍCIOS CONTRARESISTÊNCIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciências da Atividade Física da Universidade Salgado de Oliveira, como requisito à obtenção do grau de Mestre em Ciências da Atividade Física.

Orientador: Prof. Dr. Paulo de Tarso Veras Farinatti

Niterói

Março/2009

ANTONIO GIL CASTINHEIRAS NETO

**INFLUÊNCIA DA MASSA MUSCULAR ENVOLVIDA E DOS INTERVALOS DE  
RECUPERAÇÃO ENTRE SÉRIES SOBRE AS RESPOSTAS  
CARDIORRESPIRATÓRIAS EM EXERCÍCIOS CONTRARESISTÊNCIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Ciências da Atividade Física da Universidade Salgado de Oliveira, como requisito à obtenção do grau de Mestre em Ciências da Atividade Física.

**BANCA EXAMINADORA**

**GRAU**

---

Prof. Dr. Paulo de Tarso Veras Farinatti

---

Prof. Dr. Paulo Sérgio Chagas Gomes

---

Prof. Dr. Pedro Paulo da Silva Soares

Niterói

Março/2009

## DEDICATÓRIA

À minha família, pela compreensão nos momentos de ausência.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Paulo de Tarso Veras Farinatti, por me conceder a oportunidade de realizar um sonho, o de me tornar mestre sob a sua orientação;

Aos Profs. Drs. Paulo Sérgio Chagas Gomes e Pedro Paulo da Silva Soares, pela contribuição efetiva no processo de qualificação do mestrado;

Aos docentes do curso de Mestrado em Ciências da Atividade Física, por proporcionar um aprendizado de excelência;

Aos colegas de turma Bruno Leal Franco, Fábio Olímpio Venturim, Vinícius Meirelles Turco, Darlan Campos e Rafael de Almeida Ronchetti pelos momentos de descontração e aprendizado;

Ao graduando Irineu Rodrigues da Costa Filho, aluno de iniciação científica, pela ajuda no momento derradeiro da coleta de dados e pela amizade sincera conseguida durante as horas em laboratório;

A todos vocês, muito obrigado!

## RESUMO

O exercício contraresistência (ECR) vem sendo utilizado em programas de emagrecimento e prevenção do ganho de peso gordo. O gasto energético da atividade em si e, principalmente, seu efeito sobre a taxa metabólica após o exercício e o aumento da massa muscular em longo prazo são aspectos importantes nesse contexto. Entretanto, ainda não é possível definir qual ou quais variáveis de prescrição do ECR tem maior impacto sobre o gasto energético total de uma sessão, sobretudo no consumo de oxigênio pós-exercício (EPOC). Os objetivos da presente dissertação foram: investigar o efeito de do intervalo de recuperação (1 min vs 3 min) e da massa muscular envolvida no exercício (*leg press* vs voador peitoral) sobre as respostas cardiorrespiratórias (consumo de oxigênio- $\text{VO}_2$ , razão entre trocas respiratórias-RER e frequência cardíaca-FC) durante e após sessão de ECR. Dez voluntários [26±4 anos; 179±6 cm; 77±8 kg] destreinados em ECR foram submetidos às situações experimentais, respeitando o método aleatório. Os resultados mostraram que a massa muscular envolvida no exercício é fator determinante do gasto energético total (sessão+EPOC) ( $p<0,05$ ), sendo maior no *leg-press* independentemente do IR. Por outro lado, se o IR de 3 min associou-se a um maior gasto energético na sessão ( $p<0,05$ ), o EPOC foi maior nas situações com IR de 1 min, especialmente quando a massa muscular era maior ( $p<0,05$ ). O RER durante o exercício também foi afetado pela massa muscular ( $p<0,05$ ), sendo maior no *leg-press* nos dois IR. A oxidação lipídica na fase de recuperação pós-exercício ocorreu em todas as situações, sem diferença estatística entre as situações experimentais ( $p>0,05$ ). O exercício com maior massa muscular e curto IR levou à maior FC de pico ( $p<0,001$ ). A variação do IR não induziu diferença significativa para a FC de pico entre as situações experimentais, seja durante o exercício ou no período de recuperação. Em conclusão, a massa muscular e o intervalo de recuperação influenciam as respostas cardiorrespiratórias durante e após sessões de ECR. Exercícios que envolvem maior massa muscular aumentam o  $\text{VO}_2$  total, enquanto intervalos curtos de recuperação associam-se a menor  $\text{VO}_2$  durante a sessão, mas a um maior EPOC.

Palavras-chave: Exercícios físicos, Aptidão física, Aspectos fisiológicos, Metabolismo energético, Treinamento com pesos, Saúde.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of the rest interval (RI) (1 min vs 3 min) and muscle mass involved in exercise (leg press vs pectoral fly) on the cardiorespiratory responses (oxygen consumption- $\text{VO}_2$ , respiratory exchange ratio-RER and heart rate-HR) during and after a session of resistance exercise (RE) (EPOC). Ten untrained volunteers [26  $\pm$  4 years, 179  $\pm$  6 cm, 77  $\pm$  8 kg] participated of the study, performing the exercises and RI in a crossover counter balanced design. The results showed that the muscle mass is determinant of the total energy expenditure (session+EPOC) ( $p < 0,05$ ), being higher in the leg press regardless of RI. Moreover, while the RI of 3 min associated with increased energy expenditure in the session ( $p < 0,05$ ), the EPOC was higher in situations with RI of 1 min, especially when the muscle mass was larger ( $p < 0,05$ ). The RER during exercise was also affected by muscle mass ( $p < 0,05$ ), being higher in the leg press in both RI. The lipid oxidation during the post-exercise recovery occurred in all cases, without statistical difference between the experimental situations ( $p > 0,05$ ). The exercise with larger muscle mass and short RI has led to greater peak HR ( $p < 0,001$ ), but the IR did not influence the HR responses either during exercise or recovery period. In conclusion, the muscle mass and the RI may influence the cardiorespiratory responses during and after RE. Exercises that engage larger muscle mass, increase the total  $\text{VO}_2$  while short RI associate with lower  $\text{VO}_2$  during the session, but increase the EPOC.

Key-words: Exercise, Physical Fitness, Physiology, Metabolism, Weight training, Health.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	IX
LISTA DE QUADROS.....	X
LISTA DE FIGURAS.....	XI
LISTA DE ANEXOS.....	XII
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1.1 EPOC e variáveis do treinamento contrarresistência.....	2
1.1.2 Objetivos e Organização da Dissertação.....	9
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>11</b>
2.1 INTRODUÇÃO.....	11
2.2 MÉTODOS.....	14
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
2.3.1 Número de Séries.....	16
2.3.2 Intervalo de recuperação.....	21
2.3.3 Intensidade da carga.....	27
2.3.4 Velocidade da contração.....	33
2.3.5 Ordem dos exercícios.....	35
2.4 CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DOS ESTUDOS.....	39
2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
REFERÊNCIAS.....	43
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>47</b>
3.1 INTRODUÇÃO.....	47
3.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	52
3.2.1 Amostragem.....	52
3.2.2 Protocolo Experimental.....	53
3.2.3 Medidas Antropométricas.....	55
3.2.4 Controle da Dieta.....	55
3.2.5 Mensuração da Taxa Metabólica de Repouso (TMR).....	56
3.2.6 Determinação da Força Máxima Voluntária (15 repetições máximas – 15RM).....	59
3.2.7 Medida do Consumo de Oxigênio Durante a Sessão de ECR.....	63
3.2.8 Medida do EPOC.....	64
3.2.9 Estimativa do Consumo de Oxigênio Líquido (VO <sub>2</sub> Net) e do Gasto Energético.....	66
3.2.10. Medida da Frequência Cardíaca durante repouso, exercício e EPOC.....	66
3.3 TRATAMENTO DOS RESULTADOS.....	67
3.4 RESULTADOS.....	68
3.4.1 Comportamento do Consumo de Oxigênio Durante as Sessões de Exercício.....	70
3.4.2 Análise do EPOC nas diferentes sessões de ECR.....	72
3.4.3 VO <sub>2</sub> e Gasto Energético nos diferentes experimentos.....	74
3.4.4 Comportamento da FC nas diferentes sessões de ECR e durante o EPOC.....	76
3.4.5 Quociente respiratório (RER) durante e após as diferentes sessões de ECR.....	78
3.5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	81
3.5.1 Comportamento do Consumo de Oxigênio Durante as Sessões de Exercício.....	84
3.5.2 Análise do EPOC nas diferentes sessões de ECR.....	88
3.5.3 O VO <sub>2</sub> e o Gasto Energético nos diferentes experimentos de ECR e no EPOC.....	95
3.5.4 O Comportamento da FC nas diferentes sessões de ECR e durante o EPOC.....	99
3.5.5 Quociente respiratório (RER) durante e após as diferentes sessões de ECR.....	103
CONCLUSÕES.....	107
REFERÊNCIAS.....	109



## LISTA DE TABELAS

<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>11</b>
Tabela 1. Estudos que investigaram a influência das variáveis de prescrição do ECR sobre o EPOC .....	17
Tabela 2. Estudos que investigaram a influência do número de séries sobre o EPOC.....	19
Tabela 3. Estudos que investigaram a influência do intervalo de recuperação sobre o EPOC.....	21
Tabela 4. Estudos que investigaram a influência da intensidade da carga sobre o EPOC.....	28
Tabela 5. Estudos que investigaram a influência da forma de treinamento sobre o EPOC.....	37
Tabela 6. Verificação da força de evidência dos estudos incluídos na revisão da literatura.....	39
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>47</b>
Tabela 7. Características da Amostra.....	69
Tabela 8. Número de repetições e duração do tempo de execução dos experimentos.....	70
Tabela 9. Comportamento progressivo do consumo de oxigênio nos experimentos, envolvendo as séries e intervalos entre séries.....	71
Tabela 10. EPOC durante o período de observação em minutos.....	73
Tabela 11. Consumo de oxigênio e gasto energético durante os exercícios, ao longo da recuperação (EPOC) e total.....	75
Tabela 12. Comportamento progressivo da frequência cardíaca no decorrer das séries nos experimentos conduzidos.....	77

**LISTA DE QUADROS****CAPÍTULO 3.....47**

Quadro 1. Ordem de entrada dos sujeitos nos quatro tratamentos experimentais definida pelos quadrados latinos.....54

## LISTA DE FIGURAS

<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>47</b>
Figura 1. Apresenta o Fluxograma com o delineamento experimental da dissertação.....	54
Figura 2. Aferição da TMR.....	58
Figura 3. Execução do <i>leg-press</i> .....	60
Figura 4. Execução do Voador Peitoral.....	61
Figura 5. Apresenta os valores médios e resultados da ANOVA para o consumo de oxigênio no repouso, durante os exercícios e ao longo da recuperação.....	72
Figura 6. Apresenta o comportamento do EPOC durante a fase de recuperação.....	74
Figura 7. Apresenta os valores médios e resultado da ANOVA para a FC de pico no decorrer das séries .....	77
Figura 8. Apresenta o comportamento da frequência cardíaca (FC) durante a fase de recuperação.....	78
Figura 9. Apresenta os valores médios e resultado da ANOVA para do RER durante as séries e na fase de recuperação.....	79
Figura 10. Taxa de oxidação de nutrientes pós-exercício.....	81

**LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1 – Termo de consentimento.....	115
Anexo 2 – Mapeamento da ingestão alimentar nas últimas 24 horas.....	117
Anexo 3 - Anamnese.....	118
Anexo 4 – Cálculo do número de amostras, utilizando o <i>software G*POWER 3.0.10</i> .....	120
Anexo 5 – Autorização do Comitê de Ética Institucional.....	121
Anexo 6 – Dados brutos da característica da amostra, além dos valores do teste e reteste para as Variáveis VO <sub>2</sub> , RER e FC.....	122
Anexo 7 – Valores da carga Obtida nos testes de 15RM (Voador Peitoral e <i>Leg press</i> ), além dos valores do reteste.....	123
Anexo 8 – Quantificação da ingestão diária dos participantes e a proporção dos macronutrientes ingeridos.....	124
Anexo 9 – Dados brutos do VO <sub>2</sub> durante as situações experimentais.....	127
Anexo 10 – Dados brutos durante o EPOC.....	129
Anexo 11 – Dados brutos do RER durante as situações experimentais.....	131
Anexo 12 – Dados brutos do RER durante a recuperação pós-exercício.....	132
Anexo 13 – Dados brutos da FC durante as situações experimentais.....	134
Anexo 14 – Dados brutos da FC durante a recuperação pós-exercício.....	135

## CAPÍTULO 1

### O Problema

#### 1.1 Introdução

Sob o ponto de vista epidemiológico, o gasto energético diário é um dos fatores associados à obesidade e outras doenças crônico-degenerativas. Nesse sentido, em posicionamento oficial o *American College of Sports and Medicine* (ACSM, 2009) sugere que o gasto energético para a prevenção ao ganho de peso deveria situar-se entre 1200 e 2000 kcal/semana, alcançados por trabalho físico de moderada intensidade e com duração equivalente a 150 a 250 min/sem. Caso o objetivo seja a perda de peso, a indicação do ACSM (2009) é o trabalho físico moderado acumulado entre 225 e 420 min/sem. O exercício aeróbio, por possibilitar trabalhar grandes grupamentos musculares de forma contínua durante uma sessão de exercício, é indicado por diversas agências da área da saúde para que se atinja tal gasto energético (ACSM, 2009; WHO, 1998; SBC, 2007; SBEM, 2005).

Ao contrário dos exercícios aeróbios, a contribuição do exercício contraresistência (ECR) para a perda de peso é ainda bastante questionável, sobretudo pelo reduzido gasto energético que parece propiciar (Kraemer *et al.*, 1997; Poehlman *et al.*, 2002). Enquanto alguns autores relataram que sua maior contribuição seria derivada do próprio custo da execução dos exercícios (sessão de treinamento) (Phillips e Ziuraitis, 2003), outras evidências sugerem que benefícios poderiam advir de um aumento da taxa metabólica de repouso (TMR), com impacto de longo prazo na composição corporal (Schuenke *et al.*, 2002).

É consenso que, após uma sessão de ECR, a TMR permaneça elevada de forma reativa à quebra da homeostase. Assim, nas últimas décadas alguns estudos buscaram esclarecer a contribuição do ECR para o gasto energético diário em geral e em particular as características do consumo de oxigênio em excesso após o exercício (EPOC). No entanto, o EPOC é uma variável cujo comportamento em programas de ECR necessita ser mais bem investigada, haja vista que muitas dúvidas ainda permanecem sobre o tema, considerando o somatório de sessões de ECR isoladas ou combinadas com exercícios aeróbios (Drummond *et al.*, 2005).

### **1.1.1 EPOC e variáveis do treinamento contraresistência**

Um dos aspectos consensuais sobre o EPOC no ECR refere-se à aceitação de que o mesmo decorre de uma combinação de diversas variáveis do treinamento (tais como número de séries, intervalos de recuperação entre séries e exercícios, intensidade e método de treinamento, velocidade de execução ou ordem dos exercícios). As diferentes combinações dessas variáveis podem influenciar tanto a magnitude quanto a duração do EPOC, em seus componentes rápido, lento e ultra-lento (Matsuura *et al.*, 2006).

Para Gaesser e Brooks (1984), a base metabólica do EPOC pode ser analisada a partir dos fatores que a influenciam, como os níveis de catecolaminas, tiroxinas, glicocorticóides, metabolismo de ácidos graxos e temperatura corporal. No componente rápido, o reabastecimento dos estoques de oxihemoglobina e oximioglobina, a restauração dos fosfagênios e a energia necessária para a reconversão do lactato em glicogênio explicariam até  $\frac{1}{3}$  do EPOC em sua fase rápida (Bangsbo *et al.*, 1990). Fatores como o aumento da temperatura corporal, hiperemia e ventilação elevada também poderiam ter relação com um maior consumo de oxigênio na primeira hora subsequente a uma sessão de treinamento com ECR (Borsheim e Barh, 2003). Além disso, associam-se ao componente lento ou prolongado do EPOC o aumento no metabolismo dos ácidos graxos, maior concentração de

catecolaminas, presença do cortisol e lesão muscular induzida por estratégias de treinamento, dentre outras variáveis que podem justificar um EPOC aumentado por vários dias (Gaesser, Brooks, 1984; Dolezal *et al.*, 2000).

Constata-se, porém, que há mais discordância do que consenso entre os estudos disponíveis. Alguns sustentam que, mesmo após sessões extenuantes de ECR, o EPOC não seria significativo para um gasto energético diário importante (Binzen *et al.*, 2001). Outros indicam que a TMR pode permanecer aumentada em 20% por até 39 horas (Schuenke *et al.*, 2002). A grande disparidade metodológica entre os estudos parece ser a principal razão de resultados tão divergentes, principalmente quanto aos critérios para a quantificação de elementos importantes para a definição do gasto energético. Autores como Murphy e Schwarzkopf (1992), por exemplo, aferiram a taxa metabólica de repouso em cinco minutos, enquanto outros como Ratamess *et al.* (2007) fizeram-no em 30 minutos.

O critério adotado para determinar o dispêndio energético proveniente do ECR também não é padronizado: alguns estudos relatam o gasto energético total da sessão, que inclui a mensuração do consumo de oxigênio durante o exercício somado ao EPOC (Ratamess *et al.*, 2007; Melanson, 2005; Haltom *et al.*, 1999; Hunter *et al.*, 2003; Mazzetti *et al.*, 2007; Elliot *et al.*, 1992; Melby *et al.*, 1993; Haddock *et al.*, 2005; Farinatti *et al.*, 2009), outros estudos apenas mensuram o EPOC (Schuenke *et al.*, 2002; Dolezal *et al.*, 2000; Binzen *et al.*, 2001; Thornton e Potteiger, 2002; Olds e Abernethy, 1993), enquanto outros não mediram o EPOC, não o tendo considerado para o somatório do gasto energético total da sessão (Phillips e Ziuraitis, 2003; Robergs *et al.*, 2007).

Dentre os métodos de prescrição do treinamento, foram testadas as influências de trabalhos em circuito e em séries consecutivas (Murphy e Schwarzkopf, 1992; Haltom *et al.*, 1999; Elliot *et al.*, 1992), manipulando-se o número de séries (Melby *et al.*, 1993; Haddock *et*

*al.*, 2005), a intensidade (Murphy e Schwarzkopf, 1992; Olds e Abenerthy, 1993; Thornton e Potteiger, 2002; Hunter *et al.*, 2003; Ratamess *et al.*, 2007; Kang *et al.*, 2005), o intervalo de recuperação entre séries e exercícios (Haltom *et al.*, 1999; Ratamess *et al.*, 2007), a velocidade da contração muscular (Hunter *et al.*, 2003; Mazzetti *et al.*, 2007; Dolezal *et al.*, 2000) e a ordem dos exercícios (Farinatti *et al.*, 2009).

Em virtude dessas diferenças, também os resultados dos estudos disponíveis apresentam variações para os EPOCs obtidos: a amplitude de variação da magnitude do EPOC em ECR nos estudos localizados oscilou entre  $\approx 5,5$  kcal (Thornton e Potteiger, 2002) e  $\approx 114$  kcal (Melby *et al.*, 1993), com média de 41 kcal; a duração do EPOC variou entre 15 min (Hunter *et al.*, 2003) e 15 hs (Melby *et al.*, 1993). Uma duração acima de 1 h para o EPOC foi verificada em dois estudos (Melby *et al.*, 1993; Haddock e Wilkin, 2006). Outros dois estudos encontraram EPOC significativos em 1 h de análise (Haltom *et al.*, 1999; Olds e Abenerthy, 1993), enquanto outros oito estudos relataram duração inferior a 1 h (Elliot *et al.*, 1992; Murphy e Schwarzkopf, 1992; Thornton e Potteiger, 2002; Hunter *et al.*, 2003; Ratamess *et al.*, 2007; Mazzetti *et al.*, 2007; Farinatti *et al.*, 2009; Kang *et al.*, 2005), sendo 30 min o valor modal. No extremo, alguns estudos que analisaram o impacto de uma única estratégia de ECR sobre o EPOC indicaram que a TMR poderia permanecer elevada por até 48 h (Schuenke *et al.*, 2002; Dolezal *et al.*, 2000) e que a magnitude do EPOC poderia chegar à 775 kcal (Schuenke *et al.*, 2002).

O período de observação do EPOC, por sua vez, também varia muito, indo de 20min (Murphy e Schwarzkopf, 1992; Farinatti *et al.*, 2009) a 72 h (Dolezal *et al.*, 2000). O intervalo entre as medidas durante o EPOC varia de cinco minutos (Ratamess *et al.*, 2007) a 24 h (Dolezal *et al.*, 2000). Outro ponto a destacar é que, dos 12 estudos que investigaram a



cinética do EPOC após sessão de ECR, seis deles iniciaram a medida imediatamente após o término do exercício.

Os estudos que utilizaram períodos de observação maiores que 24 h (Schuenke *et al.*, 2002; Dolezal *et al.*, 2000) objetivaram investigar o impacto de uma sessão de ECR sobre a duração do EPOC, ou seja, a partir de protocolos de ECR caracterizados pela presença da fadiga muscular e de característica hipertrófica, esperava-se observar o EPOC por um período de tempo importante para que o organismo pudesse se restituir do estresse gerado. Já os estudos que utilizaram períodos de observação menores (corte de 60 min - Elliot *et al.*, 1992; Murphy e Schwarzkopf, 1992; Thornton e Potteiger, 2002; Hunter *et al.*, 2003; Olds e Abenerthy, 1993; Ratamess *et al.*, 2007; Mazzetti *et al.*, 2007; Farinatti *et al.*, 2009; Kang *et al.*, 2005), buscaram comparar duas ou mais estratégias de ECR visando analisar o impacto das sessões propostas na magnitude do EPOC.

Permanecem, portanto, dúvidas sobre a possível influência das variáveis do ECR sobre o EPOC. De fato, ainda não é possível indicar qual estratégia de ECR produziria uma maior magnitude e/ou duração de um gasto energético superior ao do repouso, o que seria evidentemente interessante no contexto de programas de emagrecimento. Por outro lado, há carência de estudos que tenham se proposto a analisar conjuntamente os dados disponíveis no que diz respeito aos fatores determinantes do EPOC decorrente de sessões de ECR.

No ECR, embora o EPOC em si possua validade de construto, a reprodutibilidade dos estudos pode ser questionada, uma vez que fatores intervenientes e a adoção de delineamentos experimentais diversos podem interferir tanto na magnitude quanto na duração do consumo de oxigênio pós-exercício. Nota-se, ainda, que outras variáveis podem repercutir sobre o gasto energético, como por exemplo, idade, sexo, composição corporal, nível de treinamento e a forma de aferição da taxa metabólica (Borsheim e Bahr, 2003). Apenas para ilustrar, a medida

do gasto energético durante uma sessão de treinamento resistido pode ser subestimada quando não se leva em conta a participação do metabolismo anaeróbio, que pode representar até 39% do custo energético no ECR (Scott, 2006). Fatores como os métodos adotados para a mensuração da taxa metabólica de repouso e o período de observação determinado para o EPOC devem ser analisados com cautela, pois também podem estar relacionados às diferenças entre os valores relatados para o EPOC (Borsheim e Bahr, 2003).

Dentre as estratégias de prescrição do ECR, a manipulação do intervalo de recuperação parece repercutir de forma significativa sobre a magnitude do EPOC. De forma específica ou não, os estudos que se valeram de curtos intervalos de recuperação entre séries e exercícios apresentaram maior consumo de oxigênio durante a fase de recuperação (Ratamess et al., 2007; Haltom et al., 1999; Murphy e Schwarzkopf, 1992). Entretanto, os estudos disponíveis apresentam limitações metodológicas que dificultam a compreensão da real influência da manipulação dessa variável sobre o EPOC. Nenhum deles, por exemplo, preocupou-se em testar a confiabilidade dos valores da taxa metabólica de repouso. Apenas Ratamess et al. (2007) verificaram a confiabilidade dos valores da carga utilizada nos protocolos de exercício ou preocuparam-se, ainda que de forma limitada, em orientar os participantes quanto ao controle dietético pré-exercício. Vale ressaltar que os dois estudos específicos sobre as relações EPOC e intervalo de recuperação interromperam a medida antes do retorno da taxa metabólica à linha de base (Ratamess et al., 2007; Haltom et al., 1999). Dessa forma, pode-se afirmar que ainda não se conhece a real repercussão da manipulação dessa variável sobre a magnitude e duração do EPOC. Além disso, Haltom et al. (1999) utilizaram intensidades baixas (75% de 20RM) e não controlaram o volume de trabalho das sessões experimentais, o que também foi negligenciado por Ratamess et al. (2007). Esses aspectos abrem perspectivas para investigações mais robustas sobre a influência da manipulação do intervalo de recuperação sobre o EPOC, principalmente no que toca ao

delineamento metodológico. No caso de haver influência significativa dos intervalos de recuperação sobre o EPOC, isso teria aplicação prática evidente. Uma vez definido que a taxa metabólica pode ser afetada durante e após uma sessão de ECR em virtude da manipulação dos intervalos, programas de treinamento poderiam incorporar períodos de repouso mais curtos ou mais longos para maximizar o dispêndio calórico. Com isso, tornar-se-ia mais fácil obter um balanço energético favorável à perda de peso, ao considerar-se o somatório das sessões de ECR em prazo longo.

Similarmente ao que foi apontado para os intervalos de recuperação, um melhor entendimento de como a taxa metabólica pode ser alterada durante e após uma sessão de ECR em virtude da execução de grupamentos musculares distintos tem repercussão prática clara para os programas de treinamento. Porém, não foi possível localizar na literatura nenhum estudo que tenha investigado a questão, testando exercícios para diferentes grupos musculares sobre a cinética do EPOC. Apenas dois estudos compararam o consumo de oxigênio e gasto energético durante sessão de ECR envolvendo grandes e pequenos grupos musculares, identificando maior reatividade metabólica quando exercícios envolvendo grandes grupos musculares eram aplicados (Kalb et al., 1991; Scala et al., 1987). O que se percebe é que a magnitude da quebra da homeostase decorrente do nível de dificuldade para a realização de um dado exercício ( $VO_2$  pico) parece estar associada diretamente à magnitude do EPOC, principalmente quanto à participação do componente rápido. Assim, analisar o EPOC após ECR envolvendo diferentes massas musculares seria torna importante sob o ponto de vista de identificar o quanto essa variável contribuiria para a elevação do  $VO_2$ , durante as séries e exercícios, assim como na fase de recuperação. A prescrição de uma sessão de treinamento poderá levar em consideração o grau de influência da manipulação desta variável sobre o  $VO_2$  e EPOC.

O ACSM (2002) recomenda que exercícios envolvendo grandes grupamentos musculares sejam realizados antes daqueles que solicitam grupamentos menores para o ganho de força, entretanto, Simão (2004) indica que nem sempre isso é o mais adequado, dependendo do propósito das sessões de treinamento e nível de condicionamento do praticante. Simão (2004) submeteu mulheres jovens a dois protocolos de ECR diferenciados pela ordem de execução dos exercícios. Os exercícios foram o supino reto, desenvolvimento sentado e tríceps no *pulley*, realizados em seqüências que iniciavam do maior para o menor grupamento muscular e vice-versa, sempre com três séries de 10RM e 3 min de intervalo de recuperação. O objetivo do estudo era analisar a influência da ordem dos exercícios sobre o número de repetições, percepção subjetiva de esforço e consumo de oxigênio em mulheres jovens treinadas. Não foi verificada dependência entre a ordem dos exercícios e perda de volume de trabalho de uma sessão, em relação a um menor número de repetições. Da mesma forma, a manipulação da ordem de execução dos exercícios não influenciou na sensação de fadiga final e no gasto calórico associado às sessões. Talvez os resultados de Simão tenham sido influenciados pelos exercícios selecionados, onde o exercício predito para grande grupamento (supino reto) provavelmente não causou um distúrbio metabólico importante, do que se compararmos, por exemplo, ao exercício de agachamento ou *leg press*.

Desta forma, ainda permanecem dúvidas sobre a questão levantada na perspectiva de gasto energético. Considerando a hipótese de que exercícios que envolvam grandes grupos musculares poderão ocasionar maior  $VO_2$  de pico, torna-se interessante investigar o papel da massa muscular sobre o EPOC perspectivando observar o gasto energético total da sessão (sessão + EPOC).

Uma vez confirmada a hipótese de que o EPOC sofre influência importante da massa muscular, programas de treinamento resistido complementares a rotinas de controle ou perda de peso poderão adotar novos métodos de trabalho. Por exemplo, em uma sessão de exercício

que termine com a realização de exercícios envolvendo grandes grupos musculares, o  $VO_2$  de pico após a última série poderá influenciar com maior magnitude o componente rápido do EPOC do que sessões de ECR que terminem com a realização de exercícios para pequenos grupamentos. Assim, o efeito somativo das sessões poderá apresentar impacto positivo no gasto energético diário para um balanço energético favorável a manutenção ou perda de peso, dependendo da ingestão calórica administrada.

### **1.1.2 Objetivos e Organização da Dissertação**

Conforme exposto, são poucos os estudos que buscaram analisar a literatura de forma a traçar um painel quanto aos resultados disponíveis no tocante às relações entre EPOC e ECR, notadamente no que diz respeito ao papel do intervalo de recuperação entre séries e da massa muscular envolvida no exercício.

Assim, o objetivo geral da presente dissertação foi investigar a influência de diferentes estratégias de ECR sobre o consumo de oxigênio total e, em especial o EPOC. Para tanto, alguns objetivos específicos deverão ser alcançados, conforme descrito a seguir.

- 1) Investigar a influência do intervalo de recuperação entre séries sobre o consumo de oxigênio em excesso durante e após sessão de exercícios resistidos;
- 2) Investigar a influência da massa muscular envolvida nos exercícios resistidos sobre o consumo de oxigênio em excesso durante e após sessão de exercícios resistidos.

Cada um dos objetivos específicos foi objeto de um estudo original, com aspectos metodológicos e resultados próprios. No entanto, todos eles guardam relação com o eixo central da dissertação, fornecendo-lhe unidade e coerência. Nesse sentido, a organização da dissertação busca integrar os diversos estudos que a compõem.

No Capítulo 2 foi efetuada uma revisão da literatura dos estudos que, de forma específica, investigaram as relações entre o EPOC e as variáveis do ECR. A perspectiva dessa revisão foi integrar informações provenientes de um conjunto de estudos publicados, analisando-se a possível interação entre tratamentos e resultados, bem como identificar lacunas para ser exploradas como objeto central da presente Dissertação de Mestrado. Dentre as variáveis analisadas, destacam-se o número de séries, a carga de trabalho, os intervalos de recuperação entre séries e exercícios, a velocidade de execução e a ordem dos exercícios.

O Capítulo 3 apresenta estudo de natureza experimental, cujo propósito foi analisar o efeito de duas estratégias de prescrição do ECR sobre o gasto energético total, com ênfase no EPOC. Uma delas envolveu a manipulação do intervalo de recuperação entre séries e a outra a prescrição de dois exercícios envolvendo grandes grupos musculares, um de membro superior e outro de membro inferior. Foram testadas duas hipóteses: a) haveria diferença entre gasto energético total e EPOCs em diferentes intervalos entre séries, uma vez que um menor tempo de recuperação ocasionaria maior fadiga muscular e, portanto, maior resposta metabólica reativa; b) o exercício para membros inferiores, por envolver maior grupamento muscular, estaria associado a uma maior demanda metabólica durante a sessão, portanto acarretando um maior EPOC, e conseqüentemente, maior gasto energético total.

## CAPÍTULO 2

### **Influência das Variáveis do Treinamento Contraresistência sobre o Consumo de Oxigênio em Excesso após o Exercício: Uma Revisão Sistemática<sup>1</sup>**

#### **2.1 Introdução**

O consumo de oxigênio proveniente da realização de atividades físicas é um componente fundamental no combate ao sobrepeso e obesidade (ACSM, 2009) quanto a sua relação ao gasto energético (GE). Aspectos como o tipo do exercício, intensidade, frequência semanal, duração, dentre outros, influenciam a magnitude do GE acumulado em uma semana. Assim, dependendo da dieta habitual, o exercício pode contribuir para o balanço energético favorável à diminuição do peso corporal, com preservação da massa corporal magra (Bryner *et al.*, 1999).

De forma geral, acredita-se que o exercício contraresistência (ECR) pode favorecer a diminuição da gordura corporal e que, uma vez controlada a ingestão calórica, contribuiria com um balanço energético favorável para a manutenção ou perda de peso (Melby *et al.*, 1993; Binzen *et al.*, 2001; Thornton e Potteiger, 2002; Haddock e Wilkin, 2006; Ormsbee *et al.*, 2007; Ratamess *et al.*, 2007)

Por outro lado, alguns estudos têm demonstrado que a demanda energética do ECR seria insuficiente para atingir os níveis mínimos recomendados por agências da área da saúde

---

<sup>1</sup> As informações apresentadas nesse capítulo foram, em sua essência, submetidas sob a forma de artigo de revisão à Revista Brasileira de Medicina do Esporte, sendo aceito e posteriormente publicado [Castinheiras Neto AG, Silva NL, Farinatti PTV. Influência das variáveis do treinamento contraresistência sobre o consumo de oxigênio em excesso após exercício: uma revisão sistemática. Rev Bras Med Esporte 2009; 15(1):70-78]. Vale ressaltar que no decorrer do texto o termo 'revisão sistemática' foi substituído por 'revisão da literatura', respeitando orientações proferidas durante a cerimônia de defesa do Mestrado da presente Dissertação.

(AHA/ACSM, 2007). Philips e Ziuraitis (2003) estimaram o GE de uma sessão de ECR tradicional [preconizada pela ACSM (2002)] em 135 kcal. Considerando a duração da sessão de ECR estipulada pelo ACSM (2002) de 24 min, o exercício aeróbio de intensidade moderada (6 METs) poderia consumir 189 kcal. A característica intervalada do ECR parece estar na origem da diferença do  $VO_2$  médio entre o exercício aeróbio e o ECR.

Entretanto, vale ressaltar que uma sessão de ECR e exercício aeróbio podem apresentar um mesmo GE quando pareadas pelo  $VO_2$  e duração, mas não um mesmo consumo de oxigênio em excesso após exercício (EPOC). Burleson *et al.* (1998), por exemplo, submeteram jovens treinados a protocolo de ECR com duas séries de 8 exercícios em circuito, carga de 60% 1RM, encontrando  $VO_2$  médio equivalente a 44% do  $VO_{2máx}$  em 27 min de treino. Após isso, os autores prescreveram uma sessão de exercício aeróbio com mesma intensidade e duração, com o objetivo de comparar possíveis diferenças entre os EPOCs em 90 min de análise. Verificou-se que a sessão de ECR ocasionou maior magnitude do EPOC do que o exercício aeróbio (65 kcal vs 33 kcal =  $p < 0,05$ ), pelo fato de o treinamento de força envolver grupamentos musculares diversos em ambos os segmentos corporais, necessitando de maior  $VO_2$  para a restauração devida ao estresse gerado.

Nesse sentido, um dos aspectos consensuais sobre o EPOC no ECR refere-se à aceitação de que a reatividade metabólica pós-exercício decorre da combinação de diversas variáveis do treinamento (número de séries, intensidade da carga, intervalos de recuperação, modo de treinamento, velocidade de execução e ordem dos exercícios). As diferentes combinações dessas variáveis podem influenciar tanto a magnitude quanto a duração do EPOC, em seus componentes rápido, lento e ultra-lento (Borsheim e Bahr, 2003; Dolezal *et al.*, 2000).

Para Gaesser e Brooks (1989), a base metabólica do EPOC pode ser analisada a partir dos fatores que a influenciam, como os níveis de catecolaminas, tiroxinas, glicocorticóides,



metabolismo de ácidos graxos e temperatura corporal. No componente rápido, o reabastecimento dos estoques de oxihemoglobina e oximioglobina, a restauração dos fosfagênios e a energia necessária para a reconversão do lactato em glicogênio explicariam até  $\frac{1}{3}$  do EPOC em sua fase rápida (Bangsbo *et al.*, 1990). Fatores como o aumento da temperatura corporal, da hiperemia e da ventilação também poderiam ter relação com um maior EPOC na primeira hora subsequente a uma sessão de treinamento com ECR (Borsheim e Bahr, 2003). Além disso, associam-se ao componente lento ou prolongado do EPOC o aumento no metabolismo dos ácidos graxos, maior concentração de catecolaminas, presença do cortisol e lesão muscular induzida por estratégias de treinamento, dentre outras variáveis que podem justificar um EPOC aumentado por vários dias (Dolezal *et al.*, 2000).

Entretanto, há mais discordância do que consenso entre os estudos disponíveis. Alguns deles sustentam que, mesmo após sessões extenuantes de ECR, o EPOC não seria significativo para um gasto energético diário importante (Binzen *et al.*, 2001). Outros, porém, indicam que a TMR pode permanecer aumentada em 20% por até 39 horas (Schuenke *et al.*, 2002). A grande disparidade metodológica entre os estudos parece ser a principal razão de resultados tão divergentes, principalmente quanto aos critérios para a quantificação de elementos importantes para a definição do GE.

Permanecem, portanto, dúvidas sobre a possível influência das variáveis do ECR sobre o EPOC. De fato, ainda não é possível indicar qual estratégia de ECR produziria uma maior magnitude e/ou duração de um GE superior ao do repouso, o que seria evidentemente interessante no contexto de programas de emagrecimento. Por outro lado, há carência de estudos que tenham se proposto a analisar conjuntamente os dados disponíveis no que diz respeito aos fatores determinantes do EPOC decorrente de sessões de ECR. Assim, o objetivo do presente capítulo foi efetuar uma revisão da literatura dos estudos sobre as relações entre o EPOC e as variáveis do ECR (número de séries, intensidade da carga, intervalos de

recuperação, modo de treinamento, velocidade de execução e ordem dos exercícios) objetivando de identificar lacunas para ser exploradas como objeto central do estudo.

## 2.2 Métodos

A qualidade metodológica dos artigos selecionados foi analisada de maneira independente por dois revisores, um deles com experiência pregressa na redação de revisão da literatura da literatura e meta-análise, e ambos com conhecimentos específicos em prescrição de exercício contrarresistência. Ambos utilizaram as seguintes estratégias para a detecção e inclusão dos estudos:

1) Foram incluídos os estudos que testaram exclusivamente estratégias de ECR, possibilitando a análise dos protocolos de ECR propostos sobre o EPOC. Foram selecionados os artigos com experimentos randomizados e que apresentaram suas respectivas análises estáticas adequadas à explicação dos objetivos propostos. Amostras compostas por indivíduos adultos jovens, de ambos os sexos, aparentemente saudáveis e treinados ou moderadamente treinados em exercício contrarresistência realizados em equipamentos isotônicos. O método considerado para a mensuração do consumo de oxigênio foi a calorimetria indireta.

2) A busca pelos artigos iniciou-se após mapeamento das referências dos artigos de revisão publicados (La Forgia *et al.*, 2006; Matsuura *et al.*, 2006; Borsheim e Bahr, 2003; Meirelles *et al.*, 2004), que fora complementada por busca nas bases de dados *Medline* (1966-2008) e Biblioteca Virtual em Saúde (*Lilacs* [1982-2008], Biblioteca *Cochrane* [1993-2008] e *SciELO* [1997-2008]), usando as seguintes palavras-chave: '*resistance exercise and postexercise oxygen consumption or post-exercise oxygen consumption or postexercise energy expenditure or energy expenditure or resting metabolic rate or metabolic responses or EPOC*'. As mesmas possibilidades foram testadas utilizando outros termos designados ao treinamento de força, quais foram: '*resistance training*' e '*strength training*'. Com base na

obtenção e leitura dos artigos, suas referências bibliográficas foram rastreadas à procura de outros artigos potencialmente úteis.

3) Na tentativa de checar a força de evidência dos estudos a partir de uma avaliação crítica da qualidade dos estudos, alguns tópicos foram considerados: avaliação da força muscular voluntária máxima; avaliação da medida da TMR; análise da cinética do EPOC (início imediato da medida do EPOC) e controle da ingestão alimentar pré-testes (Tabela 6). Para o processo de seleção dos artigos, os avaliadores se reuniram para chegar a um consenso após permanecerem 17 artigos.

Entretanto, apenas 12 estudos foram incluídos por atenderem aos critérios para inclusão. A partir de então foram analisados separadamente os resultados obtidos, bem como suas possíveis relações com as seguintes variáveis: número de séries, intensidade da carga, intervalos de recuperação, velocidade de execução e ordem dos exercícios. A maioria dos estudos sobre o EPOC em ECR testou dois ou mais métodos de prescrição objetivando comparações intergrupos. Os resultados encontrados foram agrupados por similaridade de tratamento e respectivo efeito sobre o EPOC (magnitude e duração).

Em alguns casos, foi necessário converter os dados absolutos relatados (de *kilojoule* para quilocaloria) ou subtrair os dados brutos do  $VO_2$  da sessão e do EPOC pelo gasto energético em repouso, em uma mesma duração, a fim de obter o gasto energético líquido da sessão ou o *Net Caloric Cost*. Ainda, quando a magnitude do EPOC não era relatada, a fim de estimá-la multiplicaram-se os valores de  $VO_2$  pós-exercício que excediam a TMR pelo tempo de duração do EPOC.

Utilizou-se a estatística descritiva para analisar possíveis interações entre os tratamentos. A aplicação da mediana como medida de tendência central foi justificada por ser menos sensível a valores extremos do que a média aritmética, já que resultados díspares foram

visualizados durante a tabulação dos resultados dos estudos. As diferenças dessas respostas foram analisadas qualitativamente.

## **2.3 Resultados e Discussão**

A Tabela 1 apresenta as características gerais dos 12 estudos selecionados para a análise, no tocante à amostra observada, às características dos protocolos de treinamento e aos resultados obtidos para a magnitude e duração do EPOC. As próximas sessões analisarão, de forma separada, os prováveis efeitos de cada uma das variáveis de treinamento (número de séries, intervalo de recuperação, intensidade da carga, velocidade de execução e ordem dos exercícios).

### **2.3.1 Número de Séries**

Apenas dois estudos procuraram investigar especificamente o impacto do número de séries sobre o EPOC (Tabela 2). Porém, um deles combinou dois métodos de ECR [série única contra trabalho em circuito] (Haddock e Wilkin, 2006) e outro manipulou, além do número de séries, a duração do intervalo de recuperação, com o intuito de manter o mesmo volume da sessão de exercícios (Melby *et al.*, 1993).

Haddock e Wilkin (2006) administraram dois protocolos de ECR a mulheres jovens e treinadas, quais sejam: a) série única de oito repetições máximas (RM), com intervalo de recuperação entre séries e exercícios de 90 s, em nove exercícios e duração de 21 min; b) três séries em circuito, mesma intensidade, intervalo de recuperação e número de exercícios, mas com duração de 63 min. Os autores não encontraram diferença significativa para o EPOC nas duas situações, em que pese a duração da sessão no trabalho em circuito ter sido três vezes maior (22,3 *contra* 22,5 kcal em 60 min de duração). Com isso, concluiu-se que essa variável não influenciaria na magnitude do EPOC.

**Tabela 1.** Estudos que investigaram a influência das variáveis de prescrição do ECR sobre o EPOC.

<i>Estudo</i>	<i>Amostra</i>	<i>Sessão de ECR</i>	<i>Variáveis Observadas</i>	<i>Tempo de medida EPOC</i>	<i>Duração do EPOC</i>	<i>Magnitude do EPOC</i>	<i>Observações</i>	<i>Justificativa para o tempo de medida proposto para o EPOC</i>
Elliott et al. (1992)	4H-T e 5M-T (25,5)	4 séries (C) de 15 rep a 50% 1RM, int. 30 seg e 3 séries (S) 5 rep a 85% 1RM, int. 90 seg (8 exercícios)	TMR e EPOC	90 min	30 min	49±2 Kcal e 51±3 Kcal	Nenhuma	ND
Murphy e Schwarzkopf (1992)	10M-T (22±2)	3 séries (C) 50% de 1RM, int. 30 seg e 3 séries(S) 80% de 1RM, int. 2 min (6 exercícios)	TMR e EPOC	20 min	20 min e 15 min	25 Kcal e 13,5 kcal	TMR medida por 5 min	ND
Melby et al.(1993)	7H-T (30±8)	6 séries (S) 70% 1RM, int. 3 min e 5 séries (S) 70% 1RM, int. 4 min (10 exercícios)	TMR, RER e EPOC	15 h	15 h	15 h= 113kcal e 114kcal	Só iniciou a medida do EPOC após o 5ºmin	Investigar oxidação lipídica após ECR extenuante.
Olds e Abenethy (1993)	7H-T (34±14)	2 séries (S) 75% 1RM, int. 3,5 min e 2 séries (S) 60% 1RM, int. 3,5 min (7 exercícios)	TMR, FC, temperatura corp, RER e EPOC	5 h	60 min	41,1±4 kcal e 32,5±3 kcal	-Durante o EPOC não houve repouso total entre as medidas; -Amostra heterogênea	ND
Haltom et al.(1999)	7H-T (27±1)	2 séries (C) de 20 rep a 75% de 20RM, int. 20seg e 2 séries (C) de 20 rep a 75% de 20RM, int. 60 seg (8 exercícios)	TMR, VO2 e EPOC	60 min	60 min	51±2 Kcal e 37± 2 Kcal	Tempo de trabalho muito discrepante entre os experimentos	Em estudo piloto foi determinado o período de análise do EPOC
Thornton e Potteiger (2002)	14M-T (27±5)	2 séries (S) de 8 rep a 85% 1RM, int. 1 min e 2 séries (S) de 15 rep a 45% 1RM, int. 1 min (9 exercícios)	TMR, VE, FC, RER, La e EPOC	120 min	20 min	11,0±1,9 Kcal e 5,5±1,3	-ND duração do EPOC; -O valor apresentado trata-se de estimativa visual gráfica ND	ND

H: homens; M: mulheres; T: treinados; NT: não-treinado; MT: moderadamente treinado; (Idade): média±desvpad; 1RM: uma repetição máxima; RM: repetições máximas; int.: intervalo de recuperação; C: séries em circuito; S: séries consecutivas; conc.: fase concêntrica; exc.: fase excêntrica; ND: valores não declarados.

**Tabela 1 (cont).** Amostra, sessão de treinamento, resultados de estudos que investigaram o EPOC em ECR e observações.

Hunter et al. (2003)	7H-T (24±3)	2 séries (S) de 8 rep a 65% 1RM, 1 seg conc./1 seg exc., int. 1 min e 2 séries (S) de 8 rep a 25% 1 RM, 10 seg conc./5 seg exc., int. 1 min (10 exercícios)	TMR, La, FC e EPOC	22 h	15 min	41 kcal e 33,5 kcal	- Não utilizou repetições máximas	ND
Kang et al. (2005)	11H-MT (21±2)	4 séries (S) à 60% de 1RM, int. 3 min 4 séries (S) à 75% de 1RM, int. 3 min 4 séries (S) à 90% de 1RM, int. 3 min (1 exercício)	TMR, La, FC e EPOC	40 min	10 min, 10 min e 5 min	24 kcal 27 kcal e 14 kcal	- Não revelou forma de medir TMR	ND
Haddock e Wilkin (2006)	15M-T (24,2)	3 séries (S) 8RM, int. 1,5 min e 1 série (S) 8RM, int. 1,5 min (9 exercícios)	TMR, VO2, RER, La e EPOC	120 min	120 min	22,5 ±8 kcal e 22,3±5 kcal	- Durante o EPOC não houve repouso total entre as medidas	ND
Ratamess et al. (2007)	8H-T (21±2)	5 séries (S) 75% 1RM (10 rep), int. 0,5 a 5 min e 5 séries 85% 1RM (5 rep), int. 0,5 a 5 min (1 exercício)	TMR, VO2, RER, VE, La, FC e EPOC	30 min	30 min	51,8 a 44,5kcal e 55,9 a 46,4kcal	Apenas 1 exercício	ND
Mazzetti et al. (2007)	9H-T (20±2)	4séries (S) 60% 1RM, int 90 seg, 2 seg conc e exc; 4séries (S) 60% 1RM, int 90 seg, 2 seg conc e 1 seg exc e 6 séries (S) 80% 1 RM, int 90 seg, 2 seg conc e 1 seg exc (1 exercício)	TMR, VO2, La e EPOC	60 min	45 min	33,7 kcal, 35,4 kcal e 33,1 kcal	Apenas 1 exercício	ND
Farinatti et al. (2009)	10M-T (22±2)	3 séries (S) de 10RM, int. 3 min (exercícios= supino, desenvolvimento e triceps) e 3 séries (S) de 10RM, int. 3 min (exercícios= triceps, desenvolvimento e supino)	VO2 e EPOC	20 min	20 min	60±3 kcal e 57±1 kcal	- Estimou a TMR, assumindo 3,5 ml O2.kg-1.min-1	Apoiou-se em Mazetti et al. (2007) para determinar o período de observação para o EPOC.

H: homens; M: mulheres; T: treinados; NT: não-treinado; MT: moderadamente treinado; (Idade): média±desvpad; IRM: uma repetição máxima; RM: repetições máximas; int.: intervalo de recuperação; C: séries em circuito; S: séries consecutivas; conc.: fase concêntrica; exc.: fase excêntrica; ND: valores não declarados.

Os resultados de Melby *et al.* (1993) tenderam a ratificar a opinião de que o número de séries parece não influenciar o EPOC. Observando homens jovens e treinados em dois experimentos com séries múltiplas [seis séries de 10 exercícios com 70% de 1RM, com intervalo de recuperação de três minutos e duração de 90 min *contra* cinco séries de 10 exercícios com 70% 1RM, com intervalo de recuperação de quatro minutos e duração total de 90 min], os autores verificaram que o EPOC permaneceu aumentado até o final da coleta (15 horas) em aproximadamente 8%, em ambas as estratégias. A magnitude do EPOC após duas horas de coleta foi de  $35 \pm 1$  kcal *contra*  $36 \pm 5$  kcal ou 113 kcal/15 h *contra* 114 kcal/15 h. Esses resultados sugerem que a alteração do número de séries combinada à manipulação do intervalo de recuperação, sem aumento na duração ou intensidade do treino, parece não influenciar significativamente o EPOC.

**Tabela 2.** Estudos que investigaram a influência do número de séries sobre o EPOC

<i>Estudo</i>	<i>Amostra</i>	<i>Protocolo</i>	<i>Duração/ EPOC</i>	<i>Magnitude/EPOC</i>	<i>Diferença para a duração do EPOC</i>	<i>Diferença para a Magnitude do EPOC</i>
Melby et al. (1993)	7H-T (30±8)	1) 6 séries a 70% 1RM 2) 5 séries a 70% 1RM (10 exercícios)	15 h	1) 113 Kcal/15 h 2) 114 Kcal/15 h	NS	NS
Haddock e Wilkin (2006)	15M-T (24,2)	1) 1 série de 8 RM 2) 3 séries de 8 RM (9 exercícios)	120 min	1) 22,3 ±5,0 Kcal 2) 22,5 ±8,0 Kcal	NS	NS

H: homens; M: mulheres; T:treinados; (Idade): média±desvpad; 1RM: uma repetição máxima; RM: repetições máximas; NS: sem diferença significativa entre grupos.

A interpretação da influência do número de séries a partir de estudos que não a examinaram de forma específica torna-se difícil, uma vez que é preciso considerar a interação das demais variáveis que compõe um programa de exercício. De qualquer forma houve variação importante de estratégias [cinco estudos trabalharam com 3

séries, quatro com 2 séries, dois com 6 séries e os demais com 4 e 5 séries]. Além disso, as intervenções foram bastante variadas em termos de intensidade e volume de treinamento.

Analisando-se apenas os resultados finais com base em seus valores medianos e levando-se em conta as limitações dessa abordagem, nota-se que os estudos que aplicaram três séries encontraram magnitude do EPOC de aproximadamente 25 kcal, para uma duração de 20 minutos. Nos estudos que utilizaram duas séries, a magnitude do EPOC foi de 35 kcal em 40 minutos de duração. Os estudos com 4, 5 e 6 séries apresentaram valores mais elevados, tanto para magnitude, quanto para a duração do EPOC. Entretanto os valores médios foram comprometidos pelo fato de haver pouca similaridade de tratamentos. Desta forma, os estudos que utilizaram quatro séries obtiveram 38 kcal em 20 min, cinco séries 56 kcal em 30 min e seis séries 76 kcal em 7,8 horas de duração.

Com base nesses valores, pode-se aventar que protocolos de ECR que envolvem maior número de séries produziram EPOCs com maior magnitude e duração. Todavia, vale ressaltar que um dos dois estudos que prescreveram números de séries elevadas (> 5 séries), utilizou longo um período para a mensuração do EPOC (15 horas), o que pode ter influenciado nos valores relatados, não os subestimando. Somado a isso, a influência de outras variáveis podem dificultar o entendimento desses dados, pois, no estudo de Ratamess *et al.*(2007), os autores utilizaram curto intervalo de recuperação (30 s) e mediram o VO<sub>2</sub> ininterruptamente desde o término dos exercícios até o final do EPOC. Além de disso, é difícil mensurar o quão os sujeitos podem ser influenciados por variáveis estranhas durante períodos de observação prolongados, como no estudo de Melby *et al.* (1993).



### 2.3.2 Intervalo de recuperação

O intervalo de recuperação tem sido alvo de muitas pesquisas com o objetivo de analisar a influência dessa variável sobre a fadiga muscular (Willardson, 2006). Quanto ao efeito da manipulação do intervalo de recuperação sobre o EPOC, poucos estudos foram conduzidos para testá-lo.

Na verdade, foram localizados apenas dois estudos que buscaram investigar o impacto da manipulação do intervalo de recuperação entre séries e exercícios sobre o EPOC (Tabela 3). Haltom *et al.*(1999) analisaram o efeito do intervalo de recuperação (20 *contra* 60 s) em dois protocolos envolvendo duas séries de oito exercícios realizados a 75% de 20RM. Os resultados revelaram que a magnitude do EPOC foi significativamente maior no protocolo com menor intervalo de recuperação (51 *contra* 37 kcal), mas a duração em ambos os casos ficou em torno de 60 min. Vale destacar que o autor limitou-se em medir o EPOC por tempo determinado em 60 min. Assim, pode-se cogitar que, se houvesse continuidade da medida, a magnitude e duração do EPOC poderiam ter sido maiores

**Tabela 3.** Estudos que investigaram a influência do intervalo de recuperação sobre o EPOC

<i>Estudo</i>	<i>Amostra</i>	<i>Protocolo</i>	<i>Duração/EPOC</i>	<i>Magnitude/EPOC</i>	<i>Diferença para a duração do EPOC</i>	<i>Diferença para a magnitude do EPOC</i>
Haltom et al. (1999)	7H-T (27±1)	2 séries, 75% de 20RM, intervalos de 20 seg e 60 seg (8 exercícios)	60 min	1) 51±2kcal* 2) 37± 2kcal	NS	42% maior para menor intervalo
Ratamess et al. (2007)	8H-T (21±2)	5 séries a 85% ou 75% 1RM, intervalos: 30 seg, 1, 2, 3, 4 e 5 min (1 exercício)	30 min	1) 30 seg (55,9)*; 1 min (55,8); 2 min (41,3)*; 3 min (47,3) e 5 min (46,4kcal)* 2) 30 seg (51,8)*; 1 min (49,1); 2 min (49,9); 3 min (45,8)* e 5 min (44,5kcal)*	NS	1) intragupo: 12,5% maior para menor intervalo; 2) intragupo: 11% maior para menor intervalo;

H: homens; T:treinados; (Idade): média±desvpad; 1RM: uma repetição máxima; RM: repetições máximas; \* diferença significativa entre grupos; NS: sem diferença significativa entre grupos.

Ratamess *et al.*(2007) testaram diferentes intervalos de recuperação sobre o gasto energético após o ECR em duas intensidades de treinamento (10 rep à 75% de 1RM e 5 rep à 85% de 1RM). Os intervalos de recuperação testados foram: 30 s, 1 min, 2 min, 3 min e 5 min para cada intensidade, no exercício supino reto. A combinação de 85% de 1RM e intervalo de 30 s produziu a maior magnitude do EPOC (55,9 kcal), em comparação com os intervalos de recuperação maiores (2 min: 41,3 kcal; 5 min: 46,7 kcal;  $p<0,05$ ). A mesma tendência foi observada para o exercício realizado com 75% de 1RM (30 s: 51,8 kcal; 3 min: 45,8 kcal; 5 min: 44,5 kcal;  $p<0,05$ ). Ratamess *et al.* (2007) também utilizaram tempo fixo para observar o EPOC (30 min), interrompendo a medida antes que seus valores retornassem à linha de base.

Assim, pouco se sabe a respeito da influência do intervalo de recuperação sobre a duração do EPOC. Os dois únicos estudos que investigaram a influência dessa variável de prescrição acompanharam-na por tempo fixo e determinado, provavelmente insuficiente para analisar o retorno do consumo de oxigênio à linha de base. Períodos muito breves de observação tendem a subestimar o EPOC, ao passo que longos períodos podem superestimar a medida em razão de fatores extrínsecos ao treinamento. Porém, essa informação deve ser mais bem explorada, uma vez que dos 12 estudos que determinaram um período de observação para o EPOC, seis aferiram-no por um período de tempo equivalente à sua duração relatada. Ou seja, em 50% dos estudos o EPOC foi interrompido sem que os seus valores retornassem à linha de base. Nos demais o EPOC retornou à linha de base antes do término do período determinado para a coleta.

Para analisar a influência de uma variável de prescrição sobre a duração do EPOC deve-se considerar que a curva de recuperação do  $VO_2$  se dá de acordo com componentes diversos relacionados a vários fatores. Esse é o caso dos substratos

recompostos, como o reabastecimento dos estoques de oxihemoglobina e oximioglobina, a restauração dos fosfagênios e a energia necessária para a reconversão do lactato em glicogênio que estão relacionadas ao componente rápido do EPOC (Gaesser e Brooks, 1984). Já fatores como o aumento da temperatura corporal, da hiperemia e da ventilação, estariam na origem de um EPOC elevado desde o término do exercício até a primeira hora posterior (Borsheim e Barh, 2003). Além disso, associam-se ao componente lento ou ultra-lento do EPOC o aumento no metabolismo dos ácidos graxos, maior concentração de catecolamina, presença do cortisol e lesão muscular, dentre outras variáveis (Matsuura *et al.*, 2006; Dolezal *et al.*, 2000).

Considerando a cinética do EPOC, 10 dos 12 estudos encontraram EPOC com duração menor ou igual a uma hora (Elliot *et al.*, 1992; Murphy e Schwarzkopf, 1992; Olds e Abenerthy, 1993; Haltom *et al.*, 1999; Thornton e Potteiger, 2002; Hunter *et al.*, 2003; Ratamess *et al.*, 2007; Kang *et al.*, 2005; Farinatti *et al.*, 2009; Mazzetti *et al.*, 2007) e apenas quatro aferiram-no durante o mesmo período de tempo para o qual relataram sua duração total (Murphy e Schwarzkopf, 1992; Haltom *et al.*, 1999; Ratamess *et al.*, 2007; Farinatti *et al.*, 2009). Ou seja, cerca de  $\frac{1}{3}$  das pesquisas apresentaram a limitação metodológica de interromper a medida do EPOC antes que os seus valores retornassem à linha de base. Pode-se contestar a duração do EPOC nesses estudos, uma vez que, se houvesse continuidade da medida, uma maior magnitude e duração poderiam ser visualizadas.

Quando o EPOC perdura por várias horas após o término de uma sessão, é aceito que esse período possa ser denominado de componente lento do EPOC (Bangsbo *et al.*, 1990; Meirelles *et al.*, 2004) ou ultra-lento, quando a TMR permanece elevada por vários dias (Schuenke *et al.*, 2002; Matsuura *et al.*, 2006; Dolezal *et al.*, 2000). Dentre

os estudos localizados, quatro observaram o EPOC por períodos superiores a uma hora (Schuenke *et al.*, 2002; Dolezal *et al.*, 2000; Melby *et al.*, 1993; Haddock e Wilkin, 2006). Destes, Schuenke *et al.* (2002) e Dolezal *et al.* (2000) não foram incluídos no presente estudo por não atenderem aos critérios de inclusão. Dos estudos que identificaram influência do programa de ECR proposto sobre o componente lento do EPOC, dois interromperam a medida do EPOC antes que os seus valores retornassem à linha de base (Melby *et al.*, 1993; Haddock e Wilkin, 2006), enquanto Melanson *et al.* (2005) e Melby *et al.* (1993) não lidaram com períodos de inferência padronizados. Isso dificulta o entendimento dos valores apresentados, pois os sujeitos ficam expostos à influência de variáveis estranhas durante o período de observação. Os resultados desses estudos basearam seus achados no valor do somatório total do gasto energético medido durante e/ou em alguns momentos do dia, não acompanhando a cinética do EPOC.

Quanto ao teórico componente ultra-lento, apenas dois estudos referem EPOC com duração superior a 24 horas (Dolezal *et al.*, 2000; Schuenke *et al.*, 2002). Dolezal *et al.* (2000) investigaram a influência do ECR com ênfase no componente excêntrico da contração muscular (quatro segundos de duração) em oito séries de seis repetições máxima em três minutos de intervalo de recuperação no exercício de *leg press*, partindo do pressuposto que esse tipo de exercício poderia causar lesão tecidual a músculo, e que este, por sua vez, necessitaria de um período importante para a sua restauração. Assim, os autores observaram por 72 horas o impacto da sessão de ECR sobre a TMR, medindo-a em associação a dosagens enzimáticas de creatinofosfoquinase (CPK). Foi verificado que tanto a TMR quanto a CPK permaneceram elevados por até 48 horas como consequência do desequilíbrio metabólico desencadeado pelo exercício. Já Schuenke *et al.* (2002), partindo da hipótese de grande quebra da homeostase, reativa à sessão de ECR desgastante e de característica hipertrófica (supercompensação) [quatro

séries de 10 RM em três exercícios], optaram por medir o EPOC por 48 horas. Foi encontrado EPOC elevado por até 39 horas, com magnitude de 20% da TMR após 24 h e de 19% após 39h.

Ambos os estudos detectaram retorno à linha de base antes do tempo pré-estabelecido de observação da variável. Uma vez que estes foram os únicos trabalhos envolvendo um possível componente ultra-lento do EPOC em ECR, pode-se entender que o prazo máximo que se poderia esperar para a duração do EPOC estaria em torno de 48 horas.

Entretanto, conforme exposto anteriormente, nota-se que os estudos que utilizaram longos períodos de observação do EPOC (> 24 h) não buscaram investigar o impacto da manipulação de variáveis de prescrição do ECR, mas sim o impacto de uma sessão completa de ECR sobre a fadiga muscular e a taxa metabólica. Dessa forma, esses estudos foram excluídos da presente revisão por não atenderem ao critério de inclusão (vide pág. 20, item 1) e por apresentarem resultados extremamente diferentes dos demais, influenciados possivelmente pelo longo período de observação adotado.

É válido lembrar que, apesar de minoria, alguns autores (Melby *et al.*, 1993; Haltom *et al.*, 1999; Dolezal *et al.*, 2000; Binzen *et al.*, 2001; Schuenke *et al.*, 2002; Melanson *et al.*, 2005) propuseram justificativa teórica para o tempo proposto para a observação do EPOC. Em relação ao componente lento, a justificativa teórica, esteve associada à investigação da taxa de oxidação lipídica, ou seja, os objetivos dos estudos foram investigar o impacto do ECR sobre o RER (*respiratory exchange ratio-RER* ou razão entre trocas respiratórias-R) levando em consideração o ciclo triacilglicerol ácidos-graxos mediado por catelolaminas como um dos fatores determinantes do componente lento do EPOC (Melby *et al.*, 1993). Dolezal *et al.*(2000), por exemplo,

sugeriram que a lesão muscular induzida pelo ECR com ênfase na contração excêntrica justificaria a aferição do o EPOC por longos períodos (72 horas), enquanto Schuenke *et al.* (2002) remeteram a medida prolongada (48 horas) à supercompensação advinda de protocolo de ECR com característica hipertrófica.

Percebe-se que, de certa forma, a duração e, conseqüentemente, a magnitude do EPOC podem ser fortemente influenciadas pelo desenho experimental (forma de medir a TMR e o EPOC, inclusive períodos de observação), mais do que pela manipulação de uma ou mais variáveis de prescrição do ECR. Logo, a falta de informação sobre a cinética do EPOC consiste em lacuna a ser explorada, a fim de se identificar o real impacto do ECR sobre os seus componentes.

Em que pesem as limitações aqui referidas e, a fim de analisar em conjunto todos os estudos, a exemplo do que foi feito para as demais variáveis, subdividiu-se o intervalo de recuperação em três categorias: intervalo curto (20-59 seg) (Mazzetti *et al.*, 2007; Elliot *et al.*, 1992; Murphy e Schwarzkopf, 1992; Haltom *et al.*, 1999; Thornton e Potteiger, 2002; Hunter *et al.*, 2003; Haddock e Wilkin, 2006; Ratamess *et al.*, 2007), intervalo médio (60-120 seg) (Kang *et al.*, 2005; Haddock e Wilkin, 2006; Olds e Abenerthy, 1993; Murphy e Schwarzkopf, 1992; Ratamess *et al.*, 2007) e longo (121-300 seg) (Melby *et al.*, 1993; Farinatti *et al.*, 2009; Kang *et al.*, 2005; Mazzetti *et al.*, 2007; Olds e Abenerthy, 1993).

Os valores médios dos resultados encontrados nos estudos que utilizaram um intervalo curto de recuperação foram equivalentes a 51 kcal para a magnitude e 30 min para a duração do EPOC. A magnitude para a categoria de intervalo médio foi inferior tanto para a magnitude do EPOC (37 kcal) quanto para sua duração (20 min). Os estudos que adotaram intervalos de recuperação longos encontraram EPOC de

magnitude inferior (46 kcal) aos que propuseram intervalos de recuperação curtos (51 kcal), mas maior do que o observado por estudos com intervalos médios (12% maior). A mediana da duração dos estudos envolvendo longo intervalo de recuperação foi surpreendentemente maior (82,5 min). Como dito, implicações metodológicas podem estar na origem de tal disparidade de resultados.

Pode-se afirmar, então, que curtos intervalos de recuperação podem estar associados a uma repercussão importante no EPOC, principalmente em sua magnitude. Já a repercussão dessa variável sobre a duração do EPOC necessita ser mais bem investigada.

### **2.3.3 Intensidade da carga**

A intensidade da carga no treinamento de força, representada pelo percentual da força voluntária máxima (%1RM) ou pelo número de repetições máximas que o indivíduo executa em cada série, é a variável que mais se destaca no cenário dos estudos sobre o EPOC, quando comparada às demais variáveis. A Tabela 4 exhibe os resultados dos seis estudos localizados que se propuseram a investigar a influência específica da manipulação da intensidade do ECR sobre o EPOC.

Murphy e Schwarzkopf (1992) compararam dois diferentes protocolos de ECR com o objetivo de verificar a influência da carga mobilizada sobre o EPOC [três séries consecutivas com 80% de 1RM, intervalo de recuperação de dois minutos em seis exercícios *contra* três séries em circuito com 50% de 1RM, intervalo de recuperação de 30 s em seis exercícios]. É válido ressaltar que a duração total da sessão diferiu, sendo menor no trabalho em circuito. A estratégia de ECR com menor intensidade relativa e duração promoveu maior magnitude do EPOC (4,9L O<sub>2</sub> *contra* 2,7L O<sub>2</sub>), enquanto sua

duração foi de apenas 20 min para o protocolo de menor intensidade e de 15 min para o mais intenso.

**Tabela 4.** Estudos que investigaram a influência da intensidade da carga sobre o EPOC

<i>Estudo</i>	<i>Amostra</i>	<i>Protocolo</i>	<i>Duração EPOC</i>	<i>Magnitude EPOC</i>	<i>Diferença para a duração do EPOC</i>	<i>Diferença para a magnitude do EPOC</i>
Murphy e Schwarzkopf (1992)	10M-T (22±2)	3 séries circuito <b>50% de 1RM</b> e 3 séries seguidas <b>80% de 1RM</b> (6 exercícios) 2 séries a <b>75% de 1RM</b> e	20 min	25 Kcal e 13,5 Kcal*	20 min 15 min	96% maior para menor intensidade relativa
Olds e Abenerthy (1993)	7H-T (34±14)	2 séries a <b>60% 1RM</b> (7 exercícios)	60 min	41,1±4,0 Kkcal e 32,5±3,0 Kcal	NS	NS
Thornton e Potteiger (2002)	14M-T (27±5)	2 séries de 15 rep a <b>45% de 1RM</b> 2 séries de 8 rep a <b>85% de 1RM</b> (9 exercícios)	20 min	1) 5,5±1,3 Kcal 2) 11,0±1,9 kcal*	NS	97,5% maior para maior intensidade
Hunter et al (2003)	7H-T (24±3)	2 séries de 8 rep a <b>65% de 1RM</b> e 2 séries de 8 rep a <b>25% de 1RM</b> (10 exercícios)	15 min	41 Kcal 33,5 Kcal *	NS	13,7% maior para maior intensidade
Kang et al. (2005)	11H-T (21±2)	4 séries (S) à <b>60% de 1RM</b> 4 séries (S) à <b>75% de 1RM</b> e 4 séries (S) à <b>90% de 1RM</b> (1 exercício)	TMR, La, FC e EPOC	24 kcal 27 kcal e 14 kcal*	10 min (60 e 75% de 1RM) e 5 min (90% de 1RM)	90% maior (60 vs 90% de 1RM) e 98% maior (75 vs 90% de 1RM)
Ratamess et al. (2007)	8H-T (21±2)	5 séries de 5 rep a <b>85% 1RM</b> e 5 séries de 5 rep a <b>75% 1RM</b> (1 exercício)	30 min	55,9 Kcal <sup>1</sup> 51,8 Kcal <sup>1</sup>	NS	NS

H: homens; M: mulheres; T:treinados; NT: não-treinado; (Idade): média±desvpad; 1RM: uma repetição máxima; RM: repetições máximas; diferença significativa entre grupos; NS: sem diferença significativa entre grupos. <sup>1</sup>maior magnitude para a carga analisada (intervalo de recuperação entre séries e exercícios de 30 seg).

Hunter *et al.*(2003) também trabalharam com dois protocolos [duas séries de oito repetições a 65% de 1RM, controlando a velocidade de execução em um segundo para ambas as fases de contração, intervalo de recuperação de um minuto em 10 exercícios *contra* duas séries de oito repetições a 25% de 1RM, com velocidade de execução de dez segundos para a fase concêntrica e cinco segundos para a fase excêntrica, com mesmo intervalo entre séries e número de exercícios]. Contrariamente



aos resultados de Murphy e Swartzkopf (1992), contudo, identificou-se uma magnitude e duração do EPOC significativamente maior para o protocolo de maior intensidade (41 kcal em 20 min *contra* 33,5 kcal em 15 min). Esses resultados foram similares aos relatados por Thornton e Potteiger (2002), os quais encontraram EPOC de maior magnitude do EPOC para protocolo de exercício mais intenso (11 *contra* 5,5 kcal), mas sem diferenças para sua duração (20 min) [duas séries de oito repetições a 85% ou 45% de 1RM, em nove exercícios e intervalo de 1 min].

Olds e Abenerthy (1993) também compararam protocolos que diferiam apenas em relação à intensidade do ECR [duas séries de sete exercícios com 75% ou 60% de 1RM, intervalo de recuperação de 120 s]. No entanto, não foi possível constatar diferença estatisticamente significativa na magnitude (41 kcal *contra* 32 Kcal) e duração (60 min) do EPOC. Da mesma forma, Ratamess *et al.* (2007) não encontraram diferença significativa para o EPOC decorrente da manipulação da intensidade do ECR [cinco séries de um único exercício (10 rep à 75% de 1RM ou 5 rep à 85% de 1RM) e 30 s de intervalo entre séries]. Os resultados para magnitude do EPOC foram de 55,9 kcal *vs* 51,8 Kcal, respectivamente, com duração de 30 min.

Kang *et al.* (2005), testaram três intensidades distintas (60,75 e 90% de 1RM), com intervalo fixo em três minutos no exercício de agachamento, encontrando EPOC com maior magnitude para o protocolo de moderada intensidade (75% de 1RM= 27 kcal), seguido por baixa intensidade (60% de 1RM= 24 kcal) e alta intensidade (90% de 1RM= 14 kcal). Vale ressaltar que apenas Kang *et al.* (2005) e Murphy e Swartzkopf (1992) foram os únicos autores a encontrar diferença para a duração do EPOC. No estudo de Kang *et al.* (2005), quando testou-se a intensidade de 90% de 1RM, a diferença entre a magnitude do EPOC em relação à linha de base só pôde ser

visualizada quando, imediatamente ao término do exercício, o  $VO_2$  foi medido, desaparecendo a diferença já no décimo minuto. Já as sessões de intensidades mais baixas parecem afetar mais a duração do EPOC, o que é corroborado pelo retorno à linha de base nas duas sessões (60 e 75% de 1RM) ter ocorrido aparentemente entre o décimo e o vigésimo minuto. Os autores referiram que o impacto das estratégias de ECR sobre o EPOC é consequência do volume da sessão de ECR e que a intensidade de 75% foi considerada ótima para um maior EPOC. Entretanto essa informação deve ser analisada com cautela, já que diversos estudos preconizam uma maior intensidade para um maior EPOC (Binzen *et al.*, 2001; Thornton e Potteiger, 2002; Hunter *et al.*, 2003; Ratamess *et al.*, 2007; Haltom *et al.*, 1999). Pode-se cogitar que em um maior número de exercícios o comportamento da cinética do EPOC poderia ser diferente, pois, com um volume de trabalho muito baixo (90% de 1RM) o tempo de tensão muscular talvez não tenha sido suficiente para causar reatividade cardiorrespiratória significativa ao exercício, o que pode ser corroborado pela maior concentração sanguínea de lactato nas sessões de baixa e moderada intensidades em relação a alta intensidade (15,3 e 13,9 *contra* 9,7 milimol).

Percebe-se, assim, que os resultados acerca da influência da intensidade do ECR sobre o EPOC são dissonantes. Dos seis estudos que se dedicaram especificamente a essa questão, dois encontraram diferença significativa para a magnitude do EPOC em sessões de maior intensidade (Hunter *et al.*, 2003; Thornton e Potteiger, 2002), dois obtiveram resultado inverso (Murphy e Schwarzkopf, 1992; Kang *et al.*, 2005) e outros dois não constataram diferenças entre os protocolos (Olds e Abenerthy, 1993; Ratamess *et al.*, 2007). Por outro lado, apenas um estudo indicou haver relação entre a intensidade do ECR e a duração do EPOC, mesmo que de forma limitada, pois, o período de observação do EPOC não permitiu analisar de maneira clara a cinética do EPOC.

Certamente, disparidades metodológicas entre os estudos podem estar na origem desses resultados dissonantes. Nesse contexto, algumas considerações sobre a medida do EPOC merecem destaque. No estudo de Thornton e Potteiger (2002), a medida do EPOC iniciou-se após 20 min do final do exercício, o que pode ter subestimado os valores do gasto energético. A medida da TMR controle com duração inferior a 30 min também pode acarretar viés, uma vez que a TMR superestimada, quando confrontada com os valores pós-exercício, pode interferir, principalmente, nos resultados referentes à duração do EPOC. Isso poderia explicar os resultados do estudo de Murphy e Schwarzkopf (1992) que mediu a TMR por apenas cinco minutos e de Kang *et al.* (2005), os quais não descreveram de forma clara os critérios para aferição da TMR. Outro problema para a comparação entre os estudos advém da ausência de padronização para a descrição dos resultados, já que nem sempre há uma estimativa do gasto energético líquido da sessão.

Na tentativa de encontrar uma tendência geral entre todos os estudos localizados, independentemente do propósito específico de testar a influência da intensidade do ECR sobre o EPOC, os resultados disponíveis foram classificados em duas categorias: intensidade inferior ou igual a 70% de 1RM e intensidade superior a 70% de 1RM (Tabela 1). Para os estudos agrupados na categoria inferior, os valores médios da magnitude e duração do EPOC foi, respectivamente, de 37 kcal e 25 min. Para o grupo que trabalhou com maior intensidade a magnitude do EPOC foi menor (22,5 kcal), porém, observou-se uma maior duração (30 min).

Na verdade, não é possível afirmar uma intensidade ótima para um maior EPOC, nem que intensidades baixas e moderadas podem se sobrepor a altas intensidades ou vice-versa, para a obtenção de um maior EPOC. Dessa forma, não foi possível encontrar

justificativa fisiológica para o contraste entre a maior magnitude do EPOC em consequência de trabalhos com intensidades inferiores a 70% de 1RM. Essa informação vai a contra-senso do que corroboram alguns artigos de revisão, como os de Borsheim e Barh (2003) e Meirelles *et al.* (2004), que sugerem uma maior intensidade de trabalho para um maior impacto sobre o EPOC.

Nota-se, ainda, que dois dos seis estudos que compararam especificamente a manipulação de diferentes intensidades, detectaram diferenças estatísticas significativa quando uma diferença de sobrecarga de 40% foi aplicada entre os experimentos (Thornton e Potteiger, 2002; Hunter *et al.*, 2003). Em outros três estudos (Olds e Abenerthy, 1993; Ratamess *et al.*, 2007; Kang *et al.*, 2005), quando a diferença de sobrecarga entre os experimentos foi inferior (15%), apenas Kang *et al.* (2005) encontraram diferença significativa para a magnitude do EPOC. Enfim, o estudo de Murphy e Schwarzkopf (1992) aplicou diferença de 30% para a sobrecarga dos grupos, tendo manipulado conjuntamente o intervalo de recuperação, não sendo possível estabelecer a influência de uma ou outra variável sobre o EPOC.

Hunter *et al.* (2003) aplicaram sessões com 25% e 65% de 1RM, encontrando EPOC com magnitude 97,5% maior para a segunda estratégia. Thornton e Potteiger (2002) testaram protocolos de ECR com 85% e 45% de 1RM, também encontrando magnitude 13,7% maior para a sessão de maior intensidade. Isso poderia sugerir, de certa forma, que para a intensidade ter impacto diferenciado sobre o EPOC as diferenças de sobrecarga nos protocolos experimentais deveriam ser de pelo menos 30% da força máxima voluntária. No entanto, evidentemente, essa possibilidade necessita de confirmação futura.

#### 2.3.4 Velocidade da contração

A manipulação da velocidade de execução ou velocidade de contração muscular no ECR é uma das estratégias aplicadas para modificar a intensidade no treinamento da força (Fleck e Kraemer, 1997). Porém, poucos são os trabalhos que estudaram a influência dessa variável no EPOC. Somente um estudo (Hunter *et al.*, 2003) comparou a interferência da aplicação dessa variável sobre o EPOC, enquanto apenas outros dois dos 12 estudos divulgaram a velocidade de execução do movimento em seu tratamento. Isso dificulta inferências sobre a influência dessa variável no EPOC.

Hunter *et al.* (2003) compararam a resposta metabólica do ECR realizado em velocidade de contração tradicional [duas séries de oito repetições de 10 exercícios com 65% de 1RM, velocidade de execução de um segundo para a fase concêntrica e excêntrica, além de um minuto de intervalo de recuperação] e *super slow* [duas séries de oito repetições com 25% de 1RM, velocidade de execução de 10 s para a fase concêntrica e 5 s para a fase excêntrica, com mesmo intervalo e número de exercícios]. Verificou-se que o EPOC foi significativamente maior para a sessão envolvendo velocidade tradicional (41 kcal *contra* 33,5 kcal em 15 minutos de duração). Esses valores podem ter sido motivados pela baixa intensidade no ECR feito em *super slow* (25% de 1RM), o que corroboraria o fato de a intensidade ser fator prevalente para um maior EPOC.

Entretanto, alguns autores analisaram a manipulação da velocidade de execução de forma combinada à outras variáveis de prescrição. Mazzetti *et al.* (2007), prescreveram três protocolos de ECR caracterizados pela interação entre diferentes intensidades e velocidades de execução, nas seqüências: lento, explosivo e ultra-explosivo. Nas duas primeiras estratégias (lento e explosivo), a intensidade foi

equivalente a 60% de 1RM, em quatro séries e 90 s de intervalo de recuperação, sendo no protocolo lento padronizada a velocidade de execução em dois segundos para as fases concêntrica e excêntrica e no protocolo explosivo a velocidade programada foi de dois segundos para a fase excêntrica e um segundo para a fase concêntrica. No protocolo ultra- explosivo, a intensidade foi de 80% de 1 RM, em seis séries e 90 s de intervalo de recuperação e a velocidade preconizada foi de dois segundos para a fase excêntrica e um segundo para a fase concêntrica. Todos os experimentos foram realizados no exercício de agachamento. Os autores relataram magnitude estatisticamente diferente entre as condições lento e explosivo até 15 min do EPOC e ultra-explosivo e explosivo até 30 min do EPOC. A magnitude para 60 min de EPOC no protocolo explosivo foi de 58,4 kcal, seguido do lento (49,2 kcal) e pelo ultra-explosivo (39 kcal). Apesar do período de observação do EPOC ser delimitado em 60 min, a duração do EPOC foi de 45 min. Mazzetti *et al.* (2007) afirmam que o protocolo explosivo apesar de menor intensidade relativa do que o protocolo ultra-explosivo, obteve maior EPOC pelo maior volume da sessão, utilizando deste mesmo pressuposto para justificar os achados da diferença entre o protocolo ultra-explosivo e lento.

Dois outros estudos trabalharam com velocidades de execução padronizadas, entretanto, por não atenderem aos critérios de inclusão, não foram considerados para a análise do efeito dos tratamentos no presente artigo, quais foram: Binzen *et al.* (2001) e Dolezal *et al.* (2000). Binzen *et al.* (2001) também utilizaram velocidades controladas em seu experimento. Os autores encontraram EPOC de 31 kcal em 60 min quando protocolo de ECR foi realizado em três séries de 10 RM com velocidades programadas de dois segundos para a fase concêntrica e quatro segundos para a excêntrica. Dolezal *et al.* (2000), também utilizando quatro segundos para a fase excêntrica, verificaram que o EPOC poderia ser influenciado pela velocidade de contração. Para testar a hipótese de

que o treinamento com ênfase na contração excêntrica poderia predispor lesão muscular, jovens treinados e não treinados realizaram a um protocolo de ECR de alta intensidade (oito séries de 6 RM) em um único exercício (*leg-press*), com ênfase nessa fase da contração. Verificou-se um EPOC de longa duração (48 h) e grande magnitude (768 kcal) para o grupo não treinado. Dolezal *et al.* (2000), aliás, foram os únicos autores a creditarem especificamente à velocidade de execução um efeito sobre o EPOC, considerando uma associação positiva entre esse tipo de treinamento e quantidade de CPK no sangue, adotada como marcadora de lesão tecidual.

### **2.3.5 Ordem dos exercícios**

Dentre os elementos da prescrição do treinamento com ECR, a ordem dos exercícios tem recebido a menor atenção. Na verdade, ainda que de forma não específica, apenas Farinatti *et al.* (2009) publicaram dados sobre a influência da manipulação da ordem dos exercícios sobre o EPOC. O estudo objetivava verificar a influência da ordenação de exercícios para os membros superiores sobre o gasto energético total da sessão, para o que foi considerado o consumo de oxigênio durante os exercícios, nos intervalos de recuperação entre séries e exercícios em 20 min de EPOC. Os exercícios foram o supino reto, desenvolvimento sentado e tríceps no *pulley*, realizados em seqüências que iniciavam do maior para o menor grupamento muscular e vice-versa, sempre com três séries de 10RM e 3 min de intervalo de recuperação. Não houve diferença significativa em relação ao consumo total líquido de oxigênio ou para o EPOC especificamente, tendo sido o gasto energético de  $60 \pm 29$  kcal para a primeira seqüência e  $57 \pm 15$  kcal para a segunda. Cabe notar, porém, que críticas podem ser feitas à adoção de tempo de observação do EPOC (limitado em 20 min), ainda que o propósito do estudo não tenha sido exatamente o de apreciá-lo.

Uma abordagem que vem sendo adotada por alguns estudos e que, de certo modo, relaciona-se (ainda que indiretamente) com a ordem dos exercícios, é a observação do efeito do modo de prescrição do treinamento da força [circuito ou séries consecutivas] sobre o EPOC. Particularmente o trabalho em circuito tem sido muito utilizado em pesquisas com ênfase nas respostas metabólicas após uma sessão de ECR. Para autores como Burlison *et al.* (1998) haveria alguma semelhança entre o treinamento em circuito e sessões de exercício aeróbio, notadamente no que se refere à intensidade do trabalho.

De forma geral, acredita-se que o ECR pode favorecer a diminuição da gordura corporal e que, uma vez controlada a ingestão calórica, contribuiria com um balanço energético favorável para a manutenção ou perda de peso. De fato, são diversos os estudos que constataram que o ECR pode melhorar a oxidação lipídica, independentemente da forma de treinamento (Melby *et al.*, 1993; Binzen *et al.*, 2001; Thornton e Potteiger, 2002; Haddock e Wilkin, 2006; Ormsbee *et al.*, 2007; Ratamess *et al.*, 2007). Apenas os estudos de Jamurtas *et al.* (2004) e Melanson *et al.* (2005) não confirmaram esses achados.

Sessões de ECR parecem ser compatíveis com um gasto energético capaz de induzir alterações favoráveis na composição corporal. Silva (2006), por exemplo, submetendo idosas à sessão de ECR com séries múltiplas (três séries) de 10 repetições máximas em três exercícios, verificou que o  $VO_2$  médio da sessão equivalia a 50% do  $VO_2$  máx. Da mesma forma, porém utilizando o método em circuito, Burlison *et al.* (1998) submeteram jovens treinados a um protocolo de ECR com duas séries de 8 exercícios executados com 60% de 1RM, encontrando  $VO_2$  médio equivalente a 44% do  $VO_2$  máx. No que diz respeito ao gasto energético em longo prazo, Schuenke *et al.*



(2002) investigaram o impacto do ECR prescrito na forma de circuito em jovens treinados, que realizaram quatro séries de três exercícios com 10RM e intervalo de recuperação de dois minutos. A magnitude do EPOC foi de 775 kcal em 39 h de duração. Já Melanson *et al.* (2005), valendo-se de séries consecutivas, verificaram que, em 24 h, a magnitude do EPOC pode chegar a 70 kcal. Os sujeitos executaram quatro séries de 10 exercícios com 10RM e um minuto de recuperação.

Somente três estudos, exibidos na Tabela 5, buscaram efetivamente investigar a influência do modo de prescrição sobre o EPOC, confrontando ambos os formatos.

**Tabela 5.** Estudos que investigaram a influência da forma de treinamento sobre o EPOC

<i>Estudo</i>	<i>Amostra</i>	<i>Protocolo</i>	<i>Duração/EPOC</i>	<i>Magnitude/EPOC</i>	<i>Resultado duração do EPOC</i>	<i>Resultado Magnitude do EPOC</i>
Murphy e Schwarzkopf (1992)	10M-T (22,4)	<b>Circuito:</b> 3 séries 50% de 1RM, int. 30 seg (6 exercícios) <b>Séries consecutivas:</b> 3 séries a 80% de 1RM, int. 30 seg (6 exercícios) <b>Circuito:</b> 2 séries de 20 rep a 75% de 20RM, int. 20 seg (8 exercícios)	20 min	25 Kcal e 13,5 Kcal*	20 min e 15 min	96% maior para método circuito
Haltom et al. (1999)	7H-T (27±1 anos)	<b>Séries consecutivas:</b> 2 séries de 20 rep a 75% 20RM, int. 60 seg (8 exercícios) <b>Circuito:</b> 4 séries de 15 rep a 50% 1RM, int. 30 seg (8 exercícios)	60 min	1) 51±2 Kcal* 2) 37±2 Kcal	NS	38,5% maior para método circuito
Elliot et al. (1992)	4H-T e 5M-T (25,5 anos)	<b>Séries consecutivas:</b> 3 séries 5 rep a 85% 1RM, int. 90 seg (8 exercícios)	30 min	1) 49 Kcal 2) 51 Kcal	NS	NS

H: homens; M: mulheres; T:treinados; NT: não-treinado; (Idade): média±desvpad; int.:intervalo; RM: repetições máximas; \* diferença significativa entre grupos; NS: diferença não-significativa entre grupos.

Murphy e Schwarzkopf (1992) aplicaram protocolos de ECR em séries consecutivas e em circuito e verificaram que o EPOC no segundo tipo foi significativamente maior do que no primeiro, mesmo que a sua intensidade tenha sido menor (25 kcal *contra* 13,5 kcal). Haltom *et al.* (1999) também encontraram EPOC

significativamente maior em método circuito (51 kcal) do que em séries consecutivas (37 kcal), para uma mesma intensidade de trabalho, mas intervalos de recuperação diferentes [duas séries 20 repetições em oito exercícios a 75% 20RM, intervalo de 20 s para a forma em circuito e de 60 s para as séries consecutivas]. A duração da sessão também diferiu (circuito= 13 min e consecutiva= 23 min).

Para controlar a limitação associada a treinamentos com duração distinta, Elliot *et al.* (1992) compararam sessões em circuito e com séries consecutivas pareadas pela duração (40 min) [circuito com 4 séries de 15 repetições de 8 exercícios a 50% de 1RM, com intervalo de recuperação de 30 s *contra* séries consecutivas com 3 séries de 5 repetições de 8 exercícios a 85% de 1RM, com intervalo de recuperação entre 1 e 2 min]. Não foi encontrada diferença significativa entre os grupos: no ECR em circuito a magnitude do EPOC foi de 49 kcal contra 51 kcal no programa de séries consecutivas.

Nota-se que o método em circuito, na maioria dos estudos, esteve associado a intervalos de recuperação curtos. Assim, pode-se cogitar que a influência desse método de treinamento sobre o EPOC associar-se-ia, de alguma forma, ao aumento da fadiga relativa decorrente da diminuição dos intervalos de recuperação (Ratamess *et al.*, 2007). Objetivamente, quando se comparou a influência do modo de prescrição sobre o EPOC, verificou-se em dois dos três estudos que o treinamento em circuito induziria maior EPOC do que o treinamento na forma de séries consecutivas. Quando se consideram os valores médios associados à magnitude e duração do EPOC, nota-se que a ordenação de uma sessão de exercício no formato em circuito ocasionou maior gasto energético após o exercício do que na ordem de séries consecutivas (49 contra 46 kcal), em menor duração (45 contra 60 min) do EPOC.

## 2.4 Classificação da qualidade dos estudos

Procurou-se apreciar a qualidade dos estudos, de acordo com os critérios pré-determinados (Tabela 6). Os critérios para a classificação da qualidade dos estudos foram estabelecidos através de discussão entre dois pesquisadores experientes em análise de respostas cardiorrespiratórias no exercício resistido, quanto aos procedimentos metodológicos que minimizariam a influência de variáveis estranhas e que aumentariam a validade dos estudos incluídos na revisão da literatura. Nenhum estudo atendeu aos critérios de qualidade considerados ideais para a confiabilidade dos valores relatados.

**Tabela 6.** Verificação da força de evidência dos estudos incluídos na revisão da literatura

Estudos	Reprodutibilidade da TMR	Reprodutibilidade do Teste de força	EPOC (0-5 min)	Controle da dieta
Elliot et al. (1992)				
Murphy e Schwarzkopf (1992)			■	
Melby et al.(1993)	■			■
Olds e Abenerthy (1993)				
Haltom et al.(1999)			■	
Thornton e Potteiger (2002)				■
Hunter et al (2003)		■		
Kang et al. (2005)				
Haddock e Wilkin (2005)			■	■
Ratamess et al. (2007)		■	■	■
Mazzetti et al. (2007)			■	■
Farinatti et al. (2009)		■	■	

A confiabilidade de uma medida é fundamental para que um pesquisador possa garantir a qualidade e o significado dos dados de um estudo (Hopkins, 2000). Considerando que a TMR pode variar devido a diversas causas (Compher et al., 2006), haveria a necessidade dos estudos adotarem a realização de testes de reprodutibilidade da medida, o que é corroborado por Leff et al. (1987). Entretanto, apenas um estudo realizou tal procedimento.

Da mesma forma, quanto à determinação da força máxima, poucos estudos buscaram avaliar o nível de confiabilidade intra-avaliadores. Assim, os estudos podem ter subestimado os valores de carga aplicados nos testes, admitindo possíveis diferenças entre teste e reteste no ECR, devido a diversas causas (Pereira e Gomes, 2003). Esta limitação pode ter interferido no valor de EPOC relatados. Apenas três estudos mediram o índice de confiabilidade das medidas.

No tocante ao componente rápido do EPOC, o reabastecimento dos estoques de oxihemoglobina e oximioglobina, a restauração dos fosfagênicos e a energia necessária para a reconversão do lactato em glicogênio podem explicar até  $\frac{1}{3}$  do EPOC (Bangsbo et al., 1990). A fim de não subestimar o gasto energético após o ECR, a medida deve iniciar imediatamente após o término da sessão para que não seja desperdiçada essa grande porção do EPOC. Apenas seis estudos adotaram tal procedimento.

Em relação ao efeito térmico dos alimentos, Ravussin e Swinburn (1992), corroboram que a TMR pode ser fortemente alterada pelos processos de digestão e absorção dos nutrientes. O controle dietético pré-testes passa a ser necessário quanto à minimização deste efeito. Outro fator que pode alterar a TMR versa sobre a medida realizada após períodos de jejum prolongado, que foge de um padrão alimentar habitual

e pode interferir na validade externa do estudo (La Forgia *et al.*, 2006). Mais uma vez pode-se perceber que o controle dietético foi adotado pela minoria dos estudos.

Por um lado, pode-se cogitar que a pouca força de evidência dos estudos possa ser justificada pelo baixo número de estudos incluídos e, pela diversidade biológica que de certa forma pode ter afetado a precisão do efeito dos tratamentos e consequentemente a consistência da relação dose-resposta. Por outro, quanto à aplicabilidade da evidência, aqui se referindo a influência do intervalo de recuperação sobre o EPOC, pode-se afirmar que esta variável possui impacto importante sobre o EPOC, uma vez que dos cinco estudos que utilizaram curtos intervalos de recuperação quatro detectaram maior gasto energético pós-exercício.

As limitações desta revisão incluem: a) interpretação do gasto energético líquido por método visual gráfico dos estudos, considerando a diferença entre a taxa metabólica de repouso e EPOC quando eram apresentados apenas os valores brutos do  $VO_2$  pós-exercício; b) a não distinção entre os sexos masculino e feminino e a idade; c) a análise restrita a um reduzido número de estudos, com diferentes modelos de desenho experimental, o que podem ter influenciado na comparação dos valores de duração e magnitude do EPOC.

## **2.5 Conclusões e Considerações Finais**

A análise dos estudos disponíveis sobre a influência das variáveis de prescrição do treinamento com ECR sobre o EPOC indica que ainda persistem muitas lacunas merecedoras de esforço investigativo. Em que pesem as limitações decorrentes da carência de estudos específicos, a variável cujo impacto sobre o EPOC de forma geral revelou-se mais claro foi o intervalo de recuperação entre séries e exercícios. Os dois

únicos estudos que manipularam essa variável indicaram que um intervalo de recuperação curto (< 60 s) induziria uma maior magnitude do EPOC. Por outro lado, a influência de longos intervalos de recuperação na duração do EPOC pareceu associar-se mais a outros aspectos do delineamento experimental, do que ao protocolo de exercício propriamente. Vale ressaltar que os dois estudos sobre as relações entre EPOC e intervalo de recuperação interromperam a medida antes do retorno da TMR à linha de base. Dessa forma, pode-se afirmar que ainda não se conhece a real repercussão da manipulação dessa variável sobre a magnitude e duração do EPOC. Além disso, um deles utilizou intensidades baixas, o outro apenas um exercício e nenhum controlou um mesmo volume de trabalho nas sessões experimentais, abrindo perspectivas para a investigação do papel do número de exercícios executados com diferentes intervalos de recuperação e da análise isolada do intervalo de recuperação sobre o EPOC.

Quanto à influência da intensidade das sessões, apenas  $\frac{1}{3}$  dos estudos apresentaram evidências de que cargas mais elevadas teriam maior impacto sobre a magnitude do EPOC. O efeito da manipulação da intensidade sobre a sua duração ainda é incerto. O número de séries parece não exercer influência sobre o consumo de oxigênio subsequente ao treinamento com ECR, quando se comparam protocolos de mesma intensidade e diferentes volumes. Todavia, em termos de dose-resposta, o EPOC nos estudos que envolveram elevados números de séries parecem novamente ter sido fortemente influenciado o EPOC pelo delineamento experimental.

Em relação à velocidade de contração e ordenação dos exercícios, estudos adicionais são certamente necessários para a determinação de sua influência sobre o EPOC. No entanto, considerando as limitações apresentadas, o método em circuito pareceu associar-se a EPOCs mais intensos do que protocolos que adotaram séries

consecutivas, talvez pela combinação desta estratégia a intervalos curtos de recuperação.

Enfim, deve ser realçada a idéia de que a duração e, conseqüentemente, a magnitude do EPOC, tenderam a ser fortemente influenciadas por fatores relacionados ao delineamento metodológico dos estudos (forma de medir a TMR e período de observação do EPOC). Assim, seria preciso definir critérios para subsidiar a padronização desses aspectos metodológicos, em nome de uma melhor comparabilidade entre resultados obtidos para o consumo de oxigênio durante e após sessões de exercícios resistidos.

## Referências

ACSM. American College of sports medicine: **Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 7th Ed. Baltimore (MA): Lippincott Williams and Wilkins, 2006.

ACSM. Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc** 2002; 34:364–80.

ACSM. Position stand: Appropriate Physical Activity Intervention Strategies for Weight Loss and Prevention of Weight Regain for Adults. **Med Sci Sports Exerc** 2009; 41(2):459-71.

ACSM/AHA. Haskell, WL et al. 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** 2007;39(8):1423–1434.

Bangsbo J, Gollnick PD, Graham TE, Juel C, Kiens B, Mizuno M, Saltin B. Anaerobic Energy Production and O<sub>2</sub> Deficit-debt relationship during exhaustive exercise in humans. **J Physiol** 1990; 422: 539-559.

Binzen CA, Swan PD, Manore MM. Postexercise oxygen consumption and substrate use after resistance exercise in women. **Med Sci Sports Exerc** 2001; 33(6):932-38.

Borsheim E, Bahr R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. **Sports Med** 2003; 33(14):1037-60.

Bryner RW, Ullrich IH, Sauers J, Donley D, Hornsby G, Kolar M, Yeater R. Effects of Resistance vs. Aerobic Training Combined With an 800 Calorie Liquid Diet on Lean Body Mass and Resting Metabolic Rate. **J Am Col Nutr** 1999;18(1):115–121.

Burleson Jr MA, O'byant HS, Stone MH, Collins MA, Triplett-McBride T. Effect of weight training exercise and treadmill exercise on post-exercise oxygen consumption. **Med Sci Sports Exerc** 1998; 30(4):518-22.

Compher C, Frankenfield D, Keim N, Roth-Yousey L. Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. **J Am Diet Assoc** 2006; 106(6):881-903.

Dolezal BA, Potteiger JA, Jacobsen DJ, Benedict SH. Muscle damage and resting metabolic rate after acute resistance exercise with an eccentric overload. **Med Sci Sports Exerc** 2000; 32(7):1202-7.

Drummond MJ, Vehrs PR, Schaalje GB, Parcell AC. Aerobic and resistance exercise sequence affects excess postexercise oxygen consumption. **J Strength Cond Res** 2005; 19(2):332-337.

Elliot DL, Goldberg L, Kuel KS. Effect of resistance training on excess post-exercise oxygen consumption. **J Appl Sport Sci Res** 1992; 6:77-81.

Farinatti PTV, Simão RF, Monteiro WD, Fleck S. Influence of exercise order on oxygen uptake during strength training in young women. **J Strength Cond Res** 2009; 20:1037-1044.

Fleck SJ, Kraemer KJ. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 2ª edição. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

Gaesser GA, Brooks GA. Metabolic bases of excess post-exercise oxygen consumption: a review. **Med Sci Sports Exerc** 1984; 16(1):29-43.

Haddock BL, Wilkin LD. Resistance training volume and post exercise energy expenditure. **Int J Sports Med** 2006; 27:143-148.

Haltom RW, Kraemer RR, Sloan RA, Hebert EP, Frank K, Tryniecki JL. Circuit weight training and its effects on excess postexercise oxygen consumption. **Med Sci Sports Exerc** 1999; 31(11):1613-8.

Hopkins WG. Measures of Reliability in Sports Medicine and Science. **Sports Med** 2000; 30 (1):1-15.

Hunter GR, Seelhorst D, Snyder S. Comparison of metabolic and heart rate responses to super slow vs. traditional resistance training. **J Strength Cond Res** 2003; 17(1):76-81.

Jamurtas AZ, Koutedakis Y, Paschalis V, Tofas T, Yfanti C, Tsiokanos A, Koukoulis G, Kouretas D, Loupos D. The effects of a single bout of exercise on resting energy expenditure and respiratory exchange ratio. **Eur J Appl Physiol** 2004; 92:393-398.

Kalb JS, Hunter GR. Weight training economy as a function of intensity of the squat and overhead press exercise. **J Sports Med Phys Fit** 1991; 31:154-160.



Kang, J, Hoffman JR, Im J, Spiering BA, Ratamess N.A, Rundell KW, Nioka S, Cooper J, Chance B. Evaluation of physiological responses during recovery following three resistance exercise programs. **J Strength Cond Res** 2005; 19(2):305–309.

Kraemer WJ, Volek JS, Clark KL, Gordon SE, Incledon T, Puhl SM. Physiological adaptations to a weight-loss dietary regimen and exercise programs in women. **J Appl Physiol** 1997; 83:270-79.

LaForgia J, Withers RT, Gore CJ. Effects of exercise intensity and duration on the excess post-exercise oxygen consumption. **J Sports Sci** 2006; 24(12):1247-64.

Leff ML, Hill JO, Yates AA, Cotsonis GA, Heymsfield SB. Resting metabolic rate: measurement reliability. **JPEN J Parenter Enteral Nutr** 1987; 11(4):354-9.

Matsuura C, Meirelles CM, Gomes, PSC. Gasto energético e consumo de oxigênio pós-exercício contrarresistência. **Rev Nutr Campinas** 2006; 19(6):729-740.

Mazzetti S, Douglass M, Yocum A, Harber M. Effect of Explosive versus Slow Contractions and Exercise Intensity on Energy Expenditure. **Med Sci Sports Exerc** 2007; 39(8):1291-1301.

Meirelles CM, Gomes, PSC. Efeitos agudos da atividade contrarresistência sobre o gasto energético: revisitando o impacto das principais variáveis. **Rev Bras Med Esporte** 2004; 10(2):122-130.

Melanson EL, Sharp TA, Seagle HM, Donahoo WT, Grunwald GK, Peters JC, Hamilton JT, Hill JO. Twenty-four-hour Metabolic Responses to Resistance Exercise in Women. **J Strength Cond Res** 2005; 19(1):61-66.

Melby CL, Scholl G, Edwards, Bullough R.. Effect of acute resistance exercise on postexercise energy expenditure and resting metabolic rate. **J Appl Physiol** 1993; 75:1847-53.

Murphy E, Schwarzkopf R. Effects of standard set and circuit weight training on excess post-exercise oxygen consumption. **J Appl Sport Sci Res** 1992; 6(2): 88-91.

Olds TS, Abernethy PJ. Postexercise oxygen consumption following heavy and light resistance exercise. **J Strength Cond Res** 1993; 7:147-52.

Ormsbee MJ, Thyfault JP, Johnson EA, Kraus RM, Choi MD, Hickner RC. Fat metabolism and acute resistance exercise in trained men. **J Appl Physiol** 2007; 102:1767–1772.

Pereira MIR, Gomes PSC. Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima – Revisão e novas tendências. **Rev Bras Med Esporte** 2003; 9(5):325-335.

Phillips WT, Ziuraitis JR. Energy cost of the ACSM single-set resistance training protocol. **J Strength Cond Res** 2003; 17(2):350-5.

Poehlman ET, Denino WF, Beckett T, Kinaman KA, Dionne IJ, Dvorak R. et al. Effects of endurance and resistance training on total daily energy expenditure in young women: a controlled randomized trial. **J Clin Endocrinol Metab** 2002; 87:104-9.

Ratamess NA, Falvo MJ, Mangine GT, Hoffman JR, Faigenbaum AD, Kang J. The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. **Eur J Appl Physiol** 2007; 100:1-17.

Ravussin E, Swinburn BA. Pathophysiology of obesity. **Lancet**, London. 1992;340:404-8.

Roberts RA, Gordon T, Reynolds J, Walker TB. Energy expenditure during bench press and squat exercises. **J Strength Cond Res** 2007, 21(1), 123–130

SBC. Sociedade Brasileira de Cardiologia. IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arq Bras de Cardiol** 2007; 88(Supl I).

SBEM. Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia. I Diretriz Brasileira de diagnóstico e tratamento da síndrome metabólica. **Arq Bras Cardiol** 2005; 84(supl I).

Scala D, Mcmillan J, Blessing D, Rozenek R, Stone M. Metabolic cost of a preparatory phase of training in weight lifting: a practical observation. **J Appl Sports Sci Res** 1987; 1:48–52

Schuenke MD, Mikat RP, McBride JM. Effect of an acute period of resistance exercise on excess post-exercise oxygen consumption: implications for body mass management. **Eur J Appl Physiol** 2002; 86:411-17.

Silva, NL. **Variáveis do treinamento contraresistência em idosos: dois estudos específicos**. Tese (Doutorado em Educação Física), 116 f., Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro, 2006.

Simão RF. **Influência da ordem dos exercícios sobre o número de repetições, percepção subjetiva de esforço e consumo de oxigênio em sessões de treinamento resistido**. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: Universidade Gama Filho, 2004.

Thornton MK, Potteiger JA. Effects of resistance exercise bouts of different intensities but equal work on EPOC. **Med Sci Sports Exerc** 2002; 34(4):715-22.

WHO. World Health Organization. Obesity: **Preventing and managing the global epidemic**. Geneva; 1998. Report of a WHO Consultation on Obesity.

Willardson JM. A Brief review: Factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. **J Strength Cond Res** 2006; 20(4), 978–984.

## CAPÍTULO 3

### INFLUÊNCIA DA MASSA MUSCULAR ENVOLVIDA E DOS INTERVALOS DE RECUPERAÇÃO ENTRE SÉRIES SOBRE AS RESPOSTAS CARDIORRESPIRATÓRIAS EM EXERCÍCIOS CONTRARESISTÊNCIA

#### 3.1 Introdução

Sob o ponto de vista da obesidade, a prática de exercícios físicos vem sendo estimulada por diversas agências da área da saúde (*World Health Organization – WHO*, 2003; *American Heart Association e American College of Sports Medicine – AHA/ACSM*, 2007; *ACSM*, 2009). Dentre as estratégias não-farmacológicas coadjuvantes para a redução ponderal, o exercício aeróbio, por possibilitar trabalhar grandes grupamentos musculares de forma contínua por períodos prolongados, é considerado o método de exercício mais efetivo em programas de emagrecimento (*WHO*, 1998; Sociedade Brasileira de Cardiologia – *SBC*, 2007; *ACSM*, 2009).

Quanto às sessões de exercícios contraresistência (ECR), o gasto energético líquido parece não exercer impacto importante na perspectiva de um balanço energético positivo para a perda de peso (*Kraemer et al.*, 1997; *Poehlman et al.*, 2002; *Philips e Ziuraitis*, 2003, *ACSM*, 2009). Em seu último posicionamento oficial, o *ACSM* (2009) afirma que não há na literatura, fortes evidências científicas que comprovem a eficácia do ECR para a redução ponderal. O mesmo documento, entretanto, infere que a realização de ECR em longo prazo, é responsável por significativo impacto sobre a TMR, aumentando-a, sobretudo pelo aumento da massa corporal magra, mesmo em dietas hipocalóricas ou protéicas, na diminuição dos riscos associados a doenças cardiovasculares, dentre outros benefícios. Entretanto, alguns estudos vêm demonstrando que a contribuição do ECR estaria mais relacionada com o

consumo de oxigênio pós-exercício (EPOC) do que com o gasto calórico durante as sessões propriamente ditas (Dolezal *et al.*, 2000; Schuenke *et al.*, 2002; Jamurtas *et al.*, 2004), ou ainda, no somatório do gasto energético da sessão somado ao EPOC (Haltom *et al.*, 1999; Haddock e Wilkin, 2006; Ratamess *et al.*, 2007; Mazzetti *et al.*, 2007 e Farinatti *et al.*, 2009). Burleson *et al.* (1998), por exemplo, submetem jovens treinados a protocolo de ECR com duas séries de 8 exercícios em circuito, carga de 60% de 1RM, encontrando  $VO_2$  médio equivalente a 44% do  $VO_2$  máx em 27 min de treino. Após isso, os autores prescreveram uma sessão de exercício aeróbio com mesma intensidade e duração, com o objetivo de comparar possíveis diferenças entre os EPOCs em 90 min de análise. Verificou-se que a sessão de ECR ocasionou maior magnitude do EPOC do que o exercício aeróbio (65 kcal vs 33 kcal =  $p < 0,05$ ), pelo fato de o treinamento de força envolver grupamentos musculares diversos em ambos os segmentos corporais, necessitando de maior  $VO_2$  para a restauração devida ao estresse gerado.

Apesar disso, deve-se reconhecer que há mais discordância do que consenso entre os estudos que se propuseram a apreciar o gasto energético associado a sessões de ECR. Alguns deles sustentam que, mesmo após sessões extenuantes, o EPOC não seria significativo para um gasto energético diário importante (Binzen *et al.*, 2001). Outros, porém, indicam que a TMR pode permanecer aumentada em 20% por até 39 horas (Schuenke *et al.*, 2002). A grande disparidade metodológica entre os estudos parece ser a principal razão de resultados tão divergentes, principalmente quanto aos critérios para a quantificação de elementos importantes para a definição do gasto energético.

Nesse sentido, um dos aspectos consensuais refere-se à aceitação de que a resposta metabólica pós-exercício decorre da combinação de diversas variáveis do treinamento (número de séries, intensidade, intervalos entre séries e exercícios, método de treinamento,

velocidade de execução do movimento ou modo de prescrição) (ACSM, 2006). As diferentes combinações dessas variáveis podem influenciar tanto a magnitude quanto a duração do EPOC (Matsuura *et al.*, 2006).

Já há um razoável acúmulo de estudos que se dedicaram à investigação dos efeitos da manipulação de variáveis do treinamento com ECR sobre o EPOC, conforme se exposto no Capítulo 2 da presente dissertação. Assim, foram testadas as influências de trabalhos em circuito e séries consecutivas (Murphy e Schwarzkopf, 1992; Haltom *et al.*, 1999; Elliot *et al.*, 1992), do número de séries (Melby *et al.*, 1993; Haddock *et al.*, 2005), intensidade das cargas (Murphy e Schwarzkopf, 1992; Olds e Abenerthy, 1993; Thornton e Potteiger, 2002; Hunter *et al.*, 2003; Ratamess *et al.*, 2007; Kang *et al.*, 2005), velocidade da contração muscular (Hunter *et al.*, 2003; Mazzetti *et al.*, 2007; Dolezal *et al.*, 2000), ordem dos exercícios (Farinatti *et al.*, 2009) e intervalo de recuperação entre séries e exercícios (Haltom *et al.*, 1999; Ratamess *et al.*, 2007).

Na revisão da literatura apresentada no Capítulo 2, identificou-se que o intervalo de recuperação é, provavelmente, a variável de maior impacto sobre a magnitude do EPOC. A justificativa fisiológica para isso pode residir no efeito reativo do acúmulo de metabólitos no decorrer das séries e/ou exercícios, ocasionando maior  $VO_2$  de pico na última série e, conseqüentemente, maior consumo de oxigênio nos primeiros minutos da fase de recuperação (Ratamess *et al.*, 2007). Apesar desse entendimento, ainda não se sabe o quanto a taxa metabólica pode ser alterada pela manipulação do intervalo de recuperação após uma sessão de exercício, visto que apenas dois estudos investigaram essa questão de forma específica (Ratamess *et al.*, 2007; Haltom *et al.*, 1999). Porém, ambos apresentaram algumas limitações importantes.

Ratamess *et al.* (2007) testaram diferentes intervalos de recuperação sobre o gasto energético após o ECR em duas intensidades de treinamento (10 rep à 75% de 1RM e 5 rep à 85% de 1RM). Os intervalos de recuperação testados foram: 30 s, 1 min, 2 min, 3 min e 5 min para cada intensidade, no exercício supino reto. A combinação de 85% de 1RM e intervalo de 30 s produziu a maior magnitude do EPOC (55,9 kcal), em comparação com os intervalos de recuperação maiores (2 min: 41,3 kcal; 5 min: 46,7 kcal;  $p < 0,05$ ). A mesma tendência foi observada para o exercício realizado com 75% de 1RM (30 s: 51,8 kcal; 3 min: 45,8 kcal; 5 min: 44,5 kcal;  $p < 0,05$ ). A principal limitação do estudo de Ratamess *et al.* (2007), contudo, foi a interrupção da medida do EPOC antes que seus valores retornassem à linha de base. Além disso, foi negligenciada a influência sobre o EPOC da aplicação de diferentes cargas e volumes de trabalho nas situações experimentais.

Da mesma forma, Haltom *et al.* (1999) analisaram o efeito do intervalo de recuperação (20 s vs 60 s) em dois protocolos envolvendo duas séries de oito exercícios realizados com 75% de 20RM. Os resultados revelaram que a magnitude do EPOC foi significativamente maior no protocolo com menor intervalo de recuperação (51 kcal vs 37 kcal), mas a duração em ambos os casos ficou em torno de 60 min. Vale destacar que os autores também se limitaram a medir o EPOC por tempo fixo de 60 min. Assim, pode-se cogitar que, se houvesse continuidade da medida, a magnitude e duração do EPOC poderiam ter sido maiores. Além disso, a intensidade aplicada foi muito baixa e o trabalho total também diferiu (10 min e 30 min) o que, de certa forma, pode ter influenciado a magnitude do EPOC.

Outra variável cuja influência no EPOC pouco se sabe é a massa muscular envolvida nos exercícios. Por outro lado, como dito na Introdução da presente dissertação, um melhor conhecimento sobre a influência dessa variável seria desejável sob o ponto de vista de identificar o quanto contribui para a elevação do  $VO_2$  durante e após uma sessão de exercícios. Isso teria, evidentemente, repercussão prática no delineamento de programas

visando a maximização do gasto calórico. Não foi possível localizar na literatura nenhum estudo que tenha investigado a questão. Apenas dois estudos compararam o consumo de oxigênio durante sessão de ECR (sem considerar o EPOC) envolvendo grandes e pequenos grupos musculares, identificando maior reatividade metabólica aguda para exercícios envolvendo grandes grupos musculares (Kalb *et al.*, 1991; Scala *et al.*, 1987). Ainda, os dois estudos que investigaram a influência do intervalo de recuperação entre séries e exercícios negligenciaram este possível fator de influência, o que abre perspectivas de prescrição para estudos específicos.

Portanto, apesar do reconhecimento de que o intervalo de recuperação pode ser uma variável determinante do EPOC em sessões de treinamento com ECR, há lacunas importantes que merecem esforço investigativo. Assim, os objetivos do estudo apresentado no Capítulo 3 da presente dissertação foram: a) observar o efeito da manipulação do intervalo de recuperação sobre o  $VO_2$  durante a sessão de treinamento e no EPOC em protocolos com mesma intensidade e trabalho total; b) observar o efeito da realização de exercícios envolvendo massas musculares diversas (membro superiores e inferiores) sobre o  $VO_2$  durante uma sessão de ECR e no EPOC em protocolos pareados pelo intervalo de recuperação, intensidade e trabalho total.

O pressuposto teórico do primeiro objetivo leva em consideração o menor tempo de recuperação entre as séries de exercícios. Ou seja, em hipótese, o curto intervalo de recuperação ocasionaria maior fadiga muscular, que por sua vez, estaria relacionada ao desequilíbrio entre a oferta e a demanda de  $O_2$ . Isso repercutiria em maior resposta metabólica como efeito reativo ao acúmulo de metabólicos no decorrer da sessão. Para o segundo objetivo considerou-se que o exercício de membros inferiores, por envolver mais grupos musculares, estaria associado a uma maior demanda metabólica durante a sessão. Portanto,

tanto entre as séries quanto no pós-exercício o organismo necessitaria de maior aporte de O<sub>2</sub> para se restabelecer do estresse gerado. Assim, como hipótese de trabalho crê-se que ECR com maior massa muscular induziria maior VO<sub>2</sub> total, considerando o somatório do VO<sub>2</sub> durante a sessão de exercícios e o EPOC.

## 3.2 Materiais e Métodos

### 3.2.1 Amostragem

Participaram do estudo dez voluntários [26±3 anos; 179±6 cm; 78±7 kg], com experiência em treinamento contrarresistência, porém destreinados há aproximadamente um ano. O cálculo amostral *a posteriori* realizado com *software G\*Power*<sup>®</sup> (v. 3.0.10, Kiel, Germany) revelou que esse 'N' amostral era compatível com potência de 0,85 (1 -  $\alpha$  = 0,147), 'effect-size' de 0,25 e nível de significância de P<0,05. Os voluntários foram submetidos à anamnese, incluindo o questionário de prontidão para atividade física (PAR-Q), a um recordatório da dieta nas últimas 24 h e foram instruídos sobre os procedimentos necessários para a realização dos testes em laboratório.

Posteriormente, os sujeitos foram convidados a participar do estudo, mediante assinatura do termo de consentimento, conforme resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Salgado de Oliveira (processo nº 44/2008).

Como critérios de exclusão no estudo, foram observados os seguintes aspectos: a) utilização de medicamentos ou estimulantes que pudessem influenciar as respostas cardiorrespiratórias no repouso ou exercício; b) hábitos alimentares fora do padrão de normalidade previamente definido; c) diagnóstico prévio de problemas cardiovasculares,

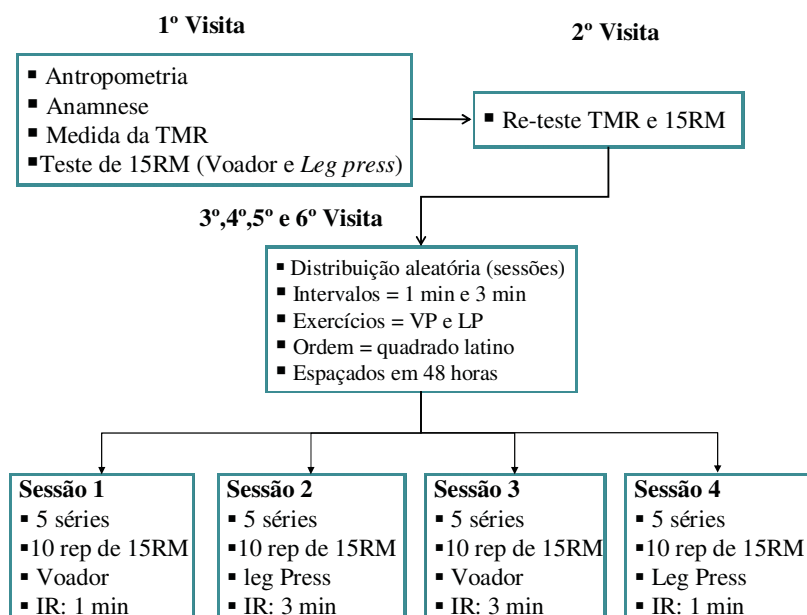


ósseos, articulares ou musculares que limitassem a execução dos exercícios; d) PAR-Q positivo.

### **3.2.2 Protocolo Experimental**

Um estudo piloto foi conduzido com quatro participantes para a elaboração de rotina laboratorial visando uma maior familiarização com os procedimentos de coleta dos dados. Durante os testes notou-se que a utilização do intervalo curto de recuperação (30 s) com carga de 10RM inviabilizava a realização das cinco séries propostas, com redução significativa do volume total do trabalho. Assim, para que as situações pudessem ser pareadas pelo volume de trabalho, a intensidade relativa foi diminuída de 10RM para 10 repetições com carga 15RM. Já o intervalo mais curto entre as séries foi aumentado de 30 s para 1 min. Desse modo, foi possível executar as cinco séries determinadas com o mesmo trabalho total em todas as situações experimentais.

Após essa etapa, iniciou-se a coleta dos dados. Na primeira visita ao laboratório eram feitas as medidas antropométricas, anamnese e medida da taxa metabólica de repouso (TMR). Em seguida, os testes para determinação de 15RM nos exercícios selecionados eram realizados. No segundo dia, com espaçamento de 48 h a 72 h, eram novamente realizados os testes da TMR e de 15RM, para a determinação da sua reprodutibilidade. Do terceiro ao sexto dia as sessões experimentais com ECR foram realizadas (Figura 1).



**Figura 1.** Fluxograma com o delineamento experimental da dissertação.

A inserção dos sujeitos nos experimentos ocorreu de forma aleatória respeitando a técnica do quadrado latino (Quadro 1).

**Quadro 1.** Ordem de entrada dos sujeitos nos quatro tratamentos experimentais definida pelos quadrados latinos.

A	B	C	D
B	C	D	A
C	D	A	B
D	A	B	C

- A. *Leg press* (intervalo 1 min)  
 B. Voador peitoral (intervalo 3 min)  
 C. *Leg press* (intervalo 3 min)  
 D. Voador peitoral (intervalo 1 min)

Vale ressaltar que houve, entre os testes de 15RM e as sessões de ECR, um intervalo mínimo de 48 h, o que, de acordo com Matsuura *et al.* (2006) e Dolezal *et al.* (2000), seria

aconselhável para minimizar a influência do componente ultra-lento do EPOC sobre os resultados obtidos.

### 3.2.3 Medidas Antropométricas

A fim de homogeneizar a amostra quanto à densidade corporal, foram utilizados os métodos de estimativa da área de superfície corporal ( $m^2$ ), utilizando a fórmula de DuBois e DuBois (1916). Isso permitiu analisar a similaridade geométrica dos sujeitos, considerando que a área de superfície corporal está relacionada com a produção de calor. A composição corporal também foi estimada com base nas equações de Jackson e Pollock (1978) e Siri (1961), a partir das dobras cutâneas de peito, abdômen e coxa, para controle de sua possível influência sobre a taxa metabólica. As dobras cutâneas foram aferidas por compasso Lange<sup>®</sup> (Beta Technology Incorporated, Maryland, EUA), a massa corporal medida em balança digital (Welmy<sup>®</sup>, São Paulo, Brasil) e a estatura com auxílio de estadiômetro graduado em milímetros Sanny<sup>®</sup> (American Medical do Brasil, São Paulo, Brasil).

### 3.2.4 Controle da Dieta

Com o intuito de evitar a interferência do efeito térmico dos alimentos sobre o gasto energético, foi solicitado aos participantes que informassem os alimentos componentes da sua alimentação nas últimas 24 h, através da aplicação de recordatório alimentar. A composição nutricional da dieta foi calculada por meio da tabela de composição química dos alimentos elaborada pelo Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas – USP, utilizada por diversas instituições<sup>2</sup>. Para os produtos industrializados, uma tabela nutricional foi utilizada para a contagem calórica dos alimentos (Viggiano *et al.*, 2008). Foram adotadas como referências as recomendações energéticas

---

<sup>2</sup> Tabela Brasileira de Composição de Alimentos: Projeto integrado de composição de alimentos. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas – USP. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tabela/>, acesso em: junho/2008.

diárias estabelecidas pela *National Academy of Sciences* (2005) de aproximadamente 2.400 kcal/dia para adultos jovens, assim como a proporção dos macro-nutrientes em relação ao valor energético total (VET). Foram consideradas adequadas as proporções de proteína/VET entre 10 e 15%, de carboidratos/VET entre 55 a 75% e de lipídios/VET entre 15 e 30% (*WHO*, 2003). Sujeitos fora desse padrão de normalidade foram excluídos do estudo.

O questionário recordatório forneceu subsídios para a quantificação da ingestão energética matinal e dos alimentos consumidos pelos participantes, visando prescrever uma dieta padronizada antes da realização dos testes e consonante com a alimentação habitual dos sujeitos. No dia anterior ao teste foi recomendado que os sujeitos jantassem às 22 h visando minimizar possíveis efeitos metabólicos provenientes de intervalos díspares de ingestão nutricional. O padrão alimentar a ser ingerido nos dias dos testes (TMR, testes de 15RM e sessões de ECR), duas horas antes da coleta dos dados (às 7 h), foi o seguinte: um copo de suco de fruta sabor Caju (200 ml) (Maguary<sup>®</sup>, Minas Gerais, Brasil) e seis biscoitos de água e sal Club social<sup>®</sup> (Bauduco, São Paulo, Brasil). O valor energético do suco de fruta é de 88 kcal (22g de carboidratos) e do biscoito, o equivalente a 240 kcal (38 g de carboidrato; 8 g de gordura e 4 g de proteína).

### **3.2.5 Mensuração da Taxa Metabólica de Repouso (TMR)**

As variáveis de trocas gasosas e ventilatórias ( $VO_2$ ,  $VCO_2$  e  $V_E$ ) foram coletadas por analisador de gases metabólicos VO2000 (*Medical Graphics*<sup>®</sup>, Saint Louis, EUA). Visando minimizar a margem de erro e garantir uma maior confiabilidade da medida, alguns procedimentos foram respeitados: a) o equipamento era aquecido por 30 min antes da realização dos testes; b) a voltagem dos valores de  $O_2$  deveria situar-se entre 7,30 e 8,50; de  $CO_2$  entre -2,20 e -3,60; do FLOW entre 9,40 e 9,60 e da TMP acima de 8; c) o equipamento era calibrado através da função automática de auto-calibração com ar ambiente; d) as

condições de temperatura ambiente foram mantidas entre 20-22°C, a umidade relativa do ar entre 60 e 70% e a pressão barométrica situou-se em torno de 760 mmHg. Durante a calibração, na ocorrência de valores de  $VO_2$ ,  $VCO_2$  e FLOW fora dos parâmetros estipulados pelo fabricante na função 'voltimeter', foi utilizado um cilindro enriquecido com 17,04% de  $O_2$ , 5% de  $CO_2$  e balanceado com nitrogênio (AGA<sup>®</sup>, São Paulo, Brasil). O cilindro tinha sua válvula aberta e direcionada a cerca de 1 m do equipamento (transversal à entrada de ar), com o objetivo de melhorar a concentração dos gases do ambiente e ajustar os valores de referência. No momento da calibração, permaneciam na sala de testes apenas o avaliador e o avaliado (dimensão do local - 16 m<sup>2</sup>). O *software* Aerograph 4.3 (Inbrasport<sup>®</sup>, Porto Alegre, Brasil) foi programado para o método Breath-by-Breath, a utilização de pneumotacômetro de baixo fluxo (2-30 L.min<sup>-1</sup>) e frequência de saída de dados a cada três ciclos respiratórios completos com médias de aquisição de amostragem com intervalos de 10 s. Ainda, utilizou-se *clip* nasal para impedir o fluxo respiratório e suporte de fixação do bocal na cabeça. No caso da ocorrência de movimentos bruscos, tosses ou espirros, assim como quaisquer outros fatores que pudessem afetar o fluxo de gases, a duração do teste foi acrescida em 5 minutos. Houve orientação individual para não se reter saliva.

Para a aferição da TMR os sujeitos seguiram as seguintes recomendações: a) não praticarem qualquer tipo de atividade física nas 48 horas precedentes; b) abstinência de bebidas alcoólicas, coladas, com cafeína ou estimulantes por 24 horas; c) realizar última refeição do dia anterior às 22 h; d) ingerir a dieta padrão duas horas antes dos testes em laboratório (às 7 h); e) realizar o mínimo de esforço no deslocamento até o laboratório e f) estar utilizando apenas tênis, roupa íntima e *short* de material leve.



**Figura 2.** Aferição da TMR

Durante a coleta de dados os indivíduos permaneciam deitados (decúbito supinado), em repouso absoluto, acordados, em ambiente tranquilo e de baixa luminosidade por 40 min (Figura 2). Para avaliar o *steady-state* nos últimos minutos do período delimitado para a aferição da TMR (Compher *et al.*, 2006), foram considerados os 10 últimos min para a obtenção de um valor médio, representativo da TMR. O horário de medida foi padronizado, tendo lugar sempre às 9 h.

Após um intervalo de 48 h a 72 h a TMR era novamente aferido, para determinação da confiabilidade da medida. Possíveis diferenças entre as médias dos valores obtidos e o seu grau de associação foram testadas, respectivamente, pelo cálculo do erro padrão da estimativa (EPE) e coeficiente de correlação intraclassa (ICC). O teste foi tido como aceitável se o EPE apresentasse diferença inferior a 10% e se o ICC fosse maior que 0,80. Para não interferir nos resultados obtidos, os sujeitos foram orientados a não realizar nenhum tipo de exercício entre as sessões de testes e respeitarem o controle alimentar recomendado. Em virtude de possível oscilação nos valores aferidos, foi registrada como valor da TMR a média obtida nas situações de teste e re-teste.

### 3.2.6 Determinação da Força Máxima Voluntária (15 repetições máximas – 15RM)

Para determinar a carga associada às 15RM nos exercícios propostos, inicialmente foram fornecidas instruções padronizadas e detalhadas sobre os procedimentos do teste. Atenção especial foi dada à técnica de execução dos exercícios, para que variações do movimento não comprometessem os resultados finais. Antes de passar à determinação da carga propriamente dita, foi franqueado aos voluntários que realizem um aquecimento específico nas máquinas nas quais os exercícios foram realizados, com carga reduzida e confortável. Enfim, durante o teste foram dados estímulos verbais para que os sujeitos mantivessem elevado o nível de motivação (McNair *et al.*, 1996).

A escolha dos exercícios deu-se em função de sua disseminação em centros de treinamento, pela facilidade de execução e principalmente, pelo fato de envolverem dois grandes grupos musculares, um de membro superior e outro de membro inferior (voador peitoral e *leg press*). O *leg press* foi realizado em máquina horizontal (Righetto<sup>®</sup> - High On, São Paulo, Brasil) e o voador peitoral em equipamento Taurus<sup>®</sup> (*Multipec, Minnesota, USA*). Para melhor operacionalização da descrição dos exercícios, suas fases foram divididas em posição inicial, execução do movimento e posição final, como segue.

#### 1) *Leg-press* horizontal (LP) (Figura 3):

- Posição inicial: a) indivíduo sentado com os pés apoiados em plataforma à frente, de maneira a formar um ângulo de 90° entre fêmur e tíbia; b) a distância entre os pés foi padronizada em 20 cm; c) as mãos ficaram fixadas em barras laterais localizadas nas bordas laterais do assento.

- Execução do movimento: a) não foi permitida a movimentação lateral ou interna dos joelhos durante o teste; b) não foi permitido o movimento de flexão do tronco; c) na fase excêntrica não foi permitido o contato entre as placas antes do término de teste;
- Posição final: a) respeitadas as orientações supracitadas, o indivíduo foi estimulado a realizar uma repetição adicional; b) caso não fosse possível fazê-la ou executá-la da maneira predita, a carga mobilizada era registrada como aquela associada à décima quinta repetição máxima.
- 



**Figura 3.** Execução do *leg-press*

Os critérios adotados para considerar as repetições válidas foram:

- a) Na fase concêntrica a amplitude do movimento a ser respeitada levou em consideração o posicionamento das mãos do avaliador (ângulo de 90° entre fêmur e tíbia);
- b) Na fase concêntrica, um momento articular associado aos últimos graus da extensão voluntária sem haver extensão completa dos joelhos, que foi determinado visando minimizar o possível artifício de apoio articular durante as repetições.
- c) A velocidade de execução do movimento foi programada para 1 s para ambas as fases de movimento, de forma a não haver grande variação entre os sujeitos, evitando assim uma



interferência da velocidade sobre a tensão muscular voluntária máxima e na qualidade do movimento (La Chance e Hortobagyi, 1994).

2) Voador Peitoral (VP) (Figura 4):

- Posição inicial: indivíduo sentado, braços apoiados no suporte próprio com os cotovelos flexionados a cerca de 90°. A regulagem de altura do banco permitiu estabelecer ângulos retos entre as articulações coluna-quadril e quadril-perna.
- Execução do movimento: a) adução horizontal do braço até o limite do movimento (contato entre as barras fixas da máquina) durante a fase concêntrica; b) na fase excêntrica, fazer oposição à resistência até o ponto em que os cotovelos estejam aproximadamente alinhados com o tronco no plano sagital; c) não foi permitido retirar o dorso do apoio das costas do equipamento na tentativa de forçar repetições.
- Posição final: a) respeitadas as determinações da posição inicial e da execução do movimento, o indivíduo foi estimulado a realizar uma repetição adicional; b) caso não fosse possível fazê-la ou executá-la da maneira predita, a carga mobilizada era registrada como aquela associada à décima quinta repetição máxima.



**Figura 4.** Execução do voador peitoral

Os critérios adotados para considerar as repetições válidas foram:

- a) Na fase excêntrica, dois avaliadores posicionaram as mãos no ponto onde ocorria o alinhamento entre o braço e o tronco no plano sagital;
- b) Na fase concêntrica as repetições foram válidas quando os sujeitos tocavam levemente as barras fixas do apoio dos braços à frente;
- c) A velocidade de execução do movimento foi programada para 1 s para ambas as fases de movimento, de forma a não haver grande variação entre os sujeitos.

A possibilidade de incremento de carga em ambos os aparelhos era 5 kg em 5 kg. Para melhor discriminação das cargas nos testes, pesos adicionais foram utilizados (1, 2, 3 ou 4 kg), com massa aferida previamente em balança de precisão (*Welmy*<sup>®</sup>, São Paulo, Brasil). Os pesos eram colocados diretamente sobre a coluna de placas de sobrecarga dos equipamentos utilizados.

Os intervalos entre as tentativas do teste de 15RM foram fixados em cinco minutos (Baechle e Earle, 2000). Após obtenção da carga em um determinado exercício, foram administrados intervalos de 20 minutos, antes de se passar ao exercício seguinte, de forma a haver plena recuperação dos sujeitos. A carga inicial para realização do teste foi escolhida por cada sujeito, em função da sua experiência no treinamento resistido. A partir daí, as tentativas foram executadas até a obtenção da carga para 15RM, sendo cinco o número máximo de tentativas. Caso não fosse possível determiná-la após essas tentativas, o sujeito era orientado a agendar nova visita ao laboratório para fazê-la, com intervalo não inferior a 48 h.

Após a obtenção das cargas para 15RM em ambos os exercícios, os indivíduos descansaram por 48 horas e foram reavaliados para determinação da confiabilidade do teste

(teste e re-teste). Possíveis diferenças entre as médias dos valores alcançados e o seu grau de associação foram testadas, respectivamente, pelo resultado do EPE e pelo ICC. O teste foi tido como aceitável se o EPE apresentasse diferença inferior a 10% e se o ICC fosse maior que 0,8. Para não interferir nos resultados obtidos, os sujeitos foram orientados a não realizar nenhum tipo de exercício entre as sessões de testes e consumir a dieta padrão duas horas antes da avaliação. Foi considerada a maior carga registrada entre os testes para a realização dos experimentos.

### **3.2.7 Medida do Consumo de Oxigênio Durante a Sessão de ECR**

As condições laboratoriais e os critérios para a mensuração da TMR foram reproduzidos para a medida do  $VO_2$  durante os exercícios, quanto à temperatura, umidade e horário, incluindo a calibração do equipamento e o padrão de alimentação antes de cada teste. Para aferir o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), produção de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ) e ventilação minuto ( $V_E$ ), foi utilizado pneumotacômetro de médio fluxo (10-120 L.min<sup>-1</sup>), considerando que o  $VO_2$  de pico pode chegar a  $\approx 21$  mlO<sub>2</sub>/kg/min<sup>-1</sup> (Ratamess et al., 2007), o equivalente a 6,5 METs e correspondendo a uma atividade de intensidade moderada. Um *Clip* nasal e suporte de cabeça acoplado ao bocal, fornecidos pelo próprio fabricante, foram utilizados com o objetivo de não permitir fluxo respiratório e para minimizar problemas decorrentes da sustentação do equipamento. As medidas foram tomadas pelo o método Breath-by a cada três ciclos respiratórios completos com médias de aquisição de amostragem com intervalos de 10 s pelo analisador de gases metabólicos, durante toda a sessão de exercício.

Para cada tratamento experimental, foram estabelecidas médias do  $VO_2$  para a duração de cada série e dos respectivos intervalos de recuperação (1 ou 3 min). O cálculo para

estabelecer o  $\text{VO}_2$  dos experimentos levou em consideração a soma do  $\text{VO}_2$  ( $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ) das séries e dos intervalos entre séries.

Entre 48 e 72 h após o re-teste de 15RM, os sujeitos realizaram uma das quatro sessões de ECR programadas em um delineamento experimental aleatório, utilizando a técnica do quadrado latino. Antes do início da sessão, os sujeitos permaneceram deitados por aproximadamente 15 min ou até que a razão da troca respiratória (*respiratory exchange ratio* - RER) fosse considerada aceitável ( $\text{RER} \leq 0,85$ ). Após esse período, os sujeitos foram deslocados aos equipamentos e realizaram aquecimento específico, que consistiu na realização de 12 repetições no exercício selecionado (*leg press* ou voador) com 30% de 15RM. Cinco minutos após o aquecimento, foram iniciadas as sessões propriamente ditas.

As sequências de ECR consistiram em cinco séries, utilizando cargas estabelecidas para a realização de 10 repetições, em dois exercícios (*leg press* ou voador) e com dois diferentes intervalos de recuperação entre séries (1 min ou 3 min). A velocidade de execução do movimento foi estabelecida em 1 s para ambas as fases de movimento, de forma a não haver grande variação entre os sujeitos e evitando-se a interferência da velocidade sobre a tensão muscular voluntária e na qualidade do movimento (La Chance e Hortobagyi, 1994). O número de repetições para cada série foi registrado, com o objetivo de avaliar o volume trabalho total de cada sessão, que necessariamente deveria ser o mesmo em todas as situações experimentais.

### **3.2.8 Medida do EPOC**

O  $\text{VO}_2$  era medido ininterruptamente durante toda a sessão, inclusive na transição entre o exercício e o período de volta à calma. Imediatamente após o término da sessão, os sujeitos deitavam em uma maca, onde permaneciam em decúbito supinado durante todo o

período de observação do EPOC (90 min), seguindo rigorosamente as mesmas instruções previamente estabelecidas para a medida da TMR. Entretanto, em nome da comparabilidade dos valores do EPOC com os valores da TMR, foi necessário que houvesse a substituição do pneumotacômetro de médio fluxo por um de baixo fluxo, indicado para aferição do  $\text{VO}_2$  em repouso. Considerando o decréscimo exponencial dos valores do  $\text{VO}_2$  durante os primeiros minutos do EPOC (Bangsbo *et al.* 1990), foi utilizado até o quinto minuto pneumotacômetro de médio fluxo, para que os valores de VE/min não influenciassem a precisão dos dados coletados.

A troca do material foi realizada entre o quinto e o décimo minuto e demandou aproximadamente 3 minutos, necessários para reprogramar o *software*, re-calibrar o sistema e reiniciar a medida, descartando o primeiro minuto do reinício, que ocorreu no nono minuto. Durante os cinco primeiros minutos do EPOC, foram realizadas medidas para análise da cinética do componente rápido do EPOC a cada minuto. A partir do décimo minuto, o intervalo das observações passou para dez minutos, de forma a analisar o comportamento do EPOC até o término da medida, bem como determinar o momento exato do retorno da variável à linha de base, caso isso ocorresse.

O período de observação fixado em 90 min justifica-se pelo fato de a maioria dos estudos em ECR que analisaram o EPOC (ver Tabela 1, Capítulo 2) terem adotado período de observação com duração igual ou inferior a esse ponto de corte, em sua maioria relatando retorno dos valores à linha de base. Desse modo, era provável que esse período de aferição fosse suficiente para que se pudesse analisar convenientemente o consumo de oxigênio em excesso, bem como era grande a chance de que a taxa metabólica retornasse aos valores pré-exercício. Somado a isso, os dois únicos estudos que investigaram a influência do intervalo de recuperação sobre o EPOC valeram-se de períodos de observação de 30 min (Ratamess *et al.*,

2007) e 60 min (Haltom *et al.*, 1999). Apesar de, em ambos os casos, a taxa metabólica não ter retornado inteiramente aos valores pré-exercício, os resultados obtidos revelaram-se adequados para a apreciação do efeito da manipulação de que se lançou mão. A fim de aumentar as possibilidades de finalização do EPOC e considerando os resultados desses estudos, optou-se por um período de observação mais longo.

### **3.2.9 Estimativa do Consumo de Oxigênio Líquido (VO<sub>2</sub> Net) e do Gasto Energético**

O VO<sub>2</sub> *Net* foi estabelecido após a subtração dos valores obtidos com o somatório do VO<sub>2</sub> resultante dos experimentos e/ou do EPOC daquele associado ao VO<sub>2</sub> em repouso para uma mesma duração. Para determinar o gasto energético por minuto, foram multiplicados os valores absolutos do VO<sub>2</sub> registrados durante as medidas da TMR, das sessões e do EPOC por 5,05 kcal<sup>-1</sup> (Wilmore *et al.*, 1978). Esse procedimento vem sendo utilizado por outros estudos com propósitos similares (Haltom *et al.*, 1999; Schuenke *et al.*, 2002; Scott, 2006; Hunter *et al.*, 2003; Ratamess *et al.*, 2007; Farinatti *et al.*, 2009).

### **3.2.10. Medida da Frequência Cardíaca durante repouso, exercício e EPOC**

A Frequência cardíaca (FC) de repouso foi aferida respeitando os mesmos procedimentos daqueles descritos para a avaliação da TMR. Durante os experimentos a FC foi monitorada de forma contínua. No pós-exercício a FC foi aferida de acordo com os mesmos critérios reportados para a medida do EPOC. Utilizou-se um cardiofrequencímetro *Polar®* modelo S810 (Kempele, Finlândia), que permitiu o armazenamento dos dados coletados, assim como, em analisar batimento a batimento o comportamento da FC durante os períodos delimitados. Após os testes os dados eram descarregados no computador, através de um transmissor-receptor infravermelho (*Software Polar Precision Performance SW - v. 4.03.040 - Kempele, Finlândia*). Após converter os dados da FC em milisegundos (ms) para batimentos

por minuto (bpm), utilizando a fórmula  $60000/FC$  (ms), analisava-se os dados em planilha do *Excel (Microsoft Office® - v. 2007, USA)*.

### 3.3 Tratamento dos Resultados

Os dados demonstraram ter homocedasticidade [teste de Levene; 0,82;  $P=0,602$ , baseado no valor corrigido da mediana] e normalidade de distribuição [teste de Shapiro-Wilk; 0,963;  $P=0,777$ ] compatíveis com a aplicação de estatística paramétrica.

Conforme exposto anteriormente, para verificar a confiabilidade das medidas da TMR e carga associada 15RM foram utilizados o coeficiente de correlação intraclasse e o erro padrão da estimativa. O ICC foi adotado pela sua maior sensibilidade ao erro sistemático e a variância nos dois momentos requisitados, do que a utilização de testes de correlação bivariada e de menor sensibilidade, como a correlação de produto momento de Pearson. Já o erro padrão da estimativa reflete a imprecisão associada à estimativa de um determinado parâmetro.

Possíveis diferenças do  $VO_2$  total, do EPOC e do gasto energético entre as quatro situações experimentais foram testadas por ANOVA fatorial com duas entradas. O  $VO_2$  durante as sessões de ECR propriamente ditas (considerando os intervalos de recuperação e as séries) foi comparado por ANOVA de três entradas [exercício, intervalos e séries] com medidas repetidas no terceiro fator. A FC e RER, ainda que apenas ao final de cada série, foram comparados por meio da mesma estratégia. Em todos os casos, quando necessário, os resultados das ANOVAs foram complementados pela verificação *post-hoc* de Fisher.

A magnitude do EPOC do RER e da FC durante a recuperação foi determinada por meio de comparações intra e intergrupos, com auxílio de ANOVA de três entradas [exercício, intervalo de recuperação e tempo de observação] com medidas repetidas no terceiro fator. Já a

duração do EPOC, do RER e da FC durante a recuperação foi definida a partir do momento em que a ANOVA de uma entrada para medidas repetidas revelou não haver diferença significativa entre o a variável analisada em um dado minuto e seus valores de repouso. Adotou-se o teste de Fisher como verificação *post-hoc*.

Em todos os casos o nível de significância estatística foi fixado em  $P \leq 0,05$  e os cálculos foram realizados com auxílio do *software* STATA/SE<sup>®</sup>, versão 8.2 (Texas, USA).

### **3.4 Resultados**

A Tabela 7 apresenta as características da amostra em relação a variáveis antropométricas, recordatório nutricional de 24 h, medidas fisiológicas de repouso e cargas associadas às 15RM. As medidas de dispersão reduzidas revelam que o grupo era relativamente homogêneo, para o nível habitual de atividade física, área de superfície corporal similar e ingestão calórica. O mesmo se deu para as variáveis fisiológicas no repouso e nos testes de carga máxima. A estabilidade das medidas respiratórias e dos testes de carga máxima foi igualmente satisfatória, como se pode depreender dos resultados para a correlação e erro padrão da estimativa.



**Tabela 7. Características da Amostra (N = 10)**

Características	Média ± DP	CCI	EPE
Idade (anos)	26,0±2,86		
Área de superfície corpórea (m <sup>2</sup> )	2,0±0,13		
Gordura Corporal (%)	14,2±1,95		
VET (kcal)	2410,1±85,96		
Lipídios (%)	22,0±3,36		
Carboidratos (%)	69,1±3,76		
Proteína (%)	11,6±3,69		
VET lanche matinal habitual (kcal)	332,5±33		
VET lanche matinal padronizado (kcal)	308		
FC repouso (bpm)	64,0±5,34		
RER repouso	0,78±0,04	0,96	5%
TMR (LO <sub>2</sub> /min <sup>-1</sup> )	0,18±0,03	0,95	5,2%
Carga Voador-15RM (kg)	30,2±4,33	0,98	4,8%
Carga Leg Press-15RM (kg)	69,8±9,01	0,99	4,2%

VET - valor energético total do somatório dos macro-nutrientes ingeridos em um dia em kcal; FC – frequência cardíaca; RER – quociente respiratório (*respiratory exchange ratio*); TMR – taxa metabólica de repouso; RM – repetições máximas; DP – desvio-padrão; CCI – coeficiente de correlação intraclasse entre teste e reteste; EPE – erro padrão da estimativa.

A influência de uma possível variação do percentual de gordura e da área de superfície corporal na amostra sobre a taxa metabólica pode ser desconsiderada, em virtude da homogeneidade igualmente constatada para essas variáveis. Da mesma forma, os valores energéticos ingeridos diariamente estimados pelo questionário recordatório foi condizente com o recomendado pela *National Academy of Science* (2005), bem como a proporção dos macro-nutrientes em relação ao VET, recomendada pela *World Health Organization* (2003). A FC de repouso obtida foi compatível com o observado em estudos prévios em população saudável (Greenland *et al.*, 1999). A RER indicou oxidação lipídica, conforme esperado em situação de repouso (Cooling e Blundell, 1998). O efeito termogênico da dieta administrada ficou aquém do que os sujeitos ingeriam habitualmente (inferior em aproximadamente 20 kcal). Quanto aos macronutrientes, o percentual de proteínas foi nitidamente inferior ao ingerido na dieta habitual, o que ajuda a explicar o baixo RER constatado. A TMR, por sua

vez, apresentou valores menores do que o estimado em populações jovens [0,19 L.min<sup>-1</sup> vs 0,24 L.min<sup>-1</sup>] (McArdle *et al.*, 2003). As razões para essa diferença não podem ser apontadas com segurança, mas pode ter havido influência do controle de variáveis intervenientes como a dieta, a abstinência de atividade física ou o nível de treinamento dos participantes.

A Tabela 8 apresenta os resultados para o número de repetições em cada série e exercício, bem como o tempo de duração de cada série. Como previsto, não houve variação do número de repetições, já que o objetivo era manter um mesmo volume de trabalho entre os experimentos. Da mesma forma, foi controlada a velocidade de execução do movimento (1 s para ambas as fases de movimento), de forma a não haver grande variação entre os sujeitos e evitando-se a interferência da velocidade sobre a tensão muscular e na qualidade do movimento (La Chance, Hortobagyi, 1994).

**Tabela 8. Número de repetições e duração do tempo de execução dos experimentos**

NS	Voador Peitoral				Leg Press			
	IR 1 min		IR 3min		IR 1 min		IR 3 min	
	NR	TE (s)	NR	TE (s)	NR	TE (s)	NR	TE (s)
1	10	20±2	10	19±4	10	20±2	10	20±4
2	10	19±3	10	20±3	10	21±3	10	19±5
3	10	21±4	10	21±3	10	20±4	10	20±4
4	10	20±3	10	20±4	10	20±3	10	21±3
5	10	20±2	10	20±4	10	20±3	10	21±3

NS= número de séries; IR= intervalo de recuperação; NR= número de repetições; TE= tempo de execução em segundos.

### 3.4.1 Comportamento do Consumo de Oxigênio Durante as Sessões de Exercício

A hipótese de que o curto intervalo de recuperação (IR) entre séries e a maior massa muscular envolvida no exercício proporcionaria maiores respostas cardiorrespiratórias foi confirmada. A ANOVA revelou diferença significativa tanto entre os experimentos envolvendo diferentes exercícios [*leg press* com 1 minuto de IR (LP1) vs voador peitoral com 1 minuto de IR (VP1); P=0,0026 a 0,001 e *leg press* com 3 minutos de IR (LP3) vs voador peitoral com 3 minutos de IR (VP3); P=0,038 a <0,000], quanto entre os experimentos

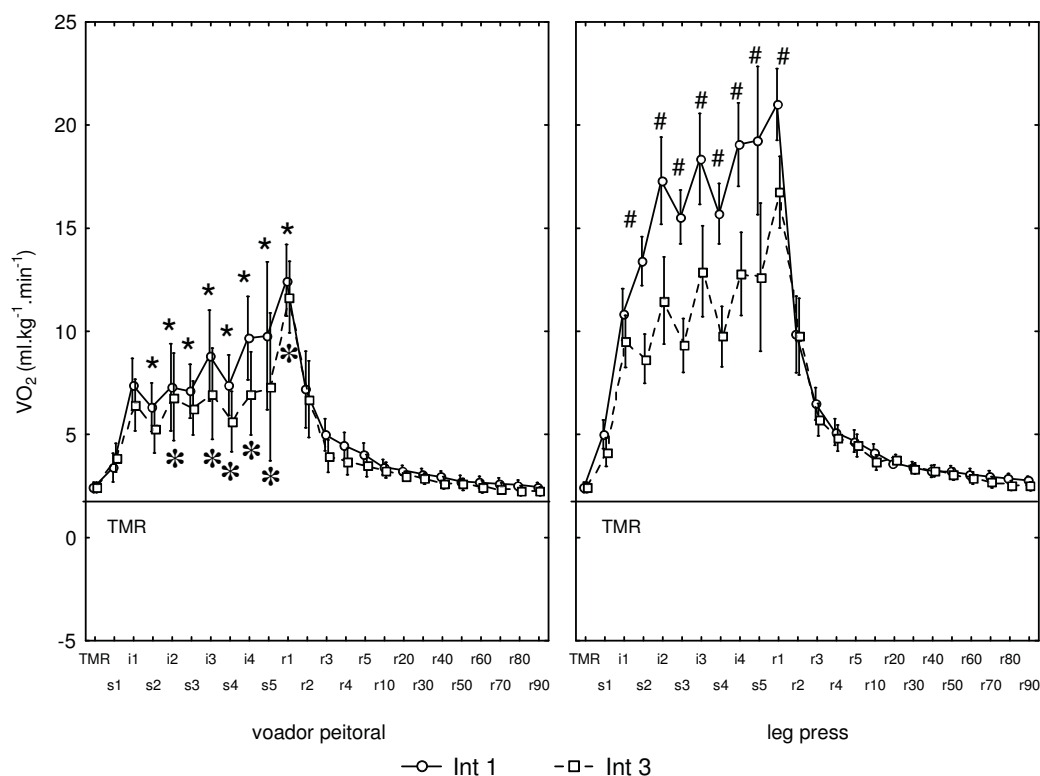
envolvendo diferentes IR no *leg press* [LP1 vs LP3; P=0,021 a 0,003], mas não entre diferentes IR no voador peitoral [VP1 e VP3; P=0,794 a 0,184] (Tabela 9).

**Tabela 9. Comportamento progressivo do consumo de oxigênio nos experimentos, envolvendo as séries e intervalos entre séries**

	Voador Peitoral (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )		Leg Press (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	
	IR 1 min	IR 3min	IR 1 min	IR 3min
S1	3,39±0,65 <sup>(2,3,4,5)</sup>	3,87±0,86 <sup>(3,4,5)</sup>	5,01±1,32 <sup>(2,3,4,5)</sup>	4,15±1,32 <sup>(2,3,4,5)</sup>
IR1	7,42±1,97 <sup>(4)</sup>	6,42±1,76	10,81±2,11 <sup>(2,3,4)</sup>	9,51±2,01 <sup>(2,3,4)</sup>
S2	6,32±1,76 <sup>(1,5)*</sup>	5,28±2,28 <sup>(5)</sup>	13,41±1,56 <sup>(1,3,4,5)\$</sup>	8,67±1,72 <sup>(1,5)</sup>
IR2	7,29±2,02 <sup>(4)*</sup>	6,82±1,90 <sup>*</sup>	17,31±4,87 <sup>(1,4)\$</sup>	11,50±3,48 <sup>(1)</sup>
S3	7,09±1,46 <sup>(1,5)*</sup>	6,28±1,91 <sup>(1)</sup>	15,54±2,77 <sup>(1,2,5)\$</sup>	9,32±1,78 <sup>(1,5)</sup>
IR3	8,83±1,36 <sup>*</sup>	6,98±1,85 <sup>*</sup>	18,36±4,93 <sup>(1)\$</sup>	12,92±4,22 <sup>(1)</sup>
S4	7,41±1,37 <sup>(1,5)*</sup>	5,62±1,42 <sup>(1)*</sup>	15,72±3,24 <sup>(1,2,5)\$</sup>	9,74±2,21 <sup>(1,5)</sup>
IR4	9,67±1,73 <sup>(1,2)*</sup>	6,99±1,79 <sup>*</sup>	19,06±4,19 <sup>(1,2)\$</sup>	12,79±3,99 <sup>(1)</sup>
S5	9,78±2,89 <sup>(1,2,3,4)*</sup>	7,31±2,40 <sup>(1,2)*</sup>	19,25±7,58 <sup>(1,2,3,4)\$</sup>	12,63±6,88 <sup>(1,2,3,4)</sup>

S1-S5= primeira à quinta série; IR1-IR4= primeiro ao quarto intervalo de recuperação; IR= intervalo de recuperação; Os algarismos numéricos sobrescritos entre parênteses indicam diferença significativa em relação à série ou intervalo de recuperação indicado (P<0,05); \* diferença significativa entre diferentes exercícios e mesmo intervalo de recuperação; \$ diferença significativa entre diferentes intervalos de recuperação e mesmo exercício; média±dp.

Vale ressaltar que os maiores valores do VO<sub>2</sub> ocorreram nos primeiros segundos do IR, não imediatamente após o término do exercício. Assim, independentemente das situações experimentais, houve um aumento progressivo e significativo dos valores do VO<sub>2</sub> no decorrer das séries (P<0,05) (Tabela 9). A magnitude do VO<sub>2</sub> durante os experimentos foi influenciada tanto pelo IR [maior quando mais curto] quanto pela massa muscular envolvida nos exercícios [maior para o *leg press*] (Figura 5).



**Figura 5.** Valores médios e resultados da ANOVA para o consumo de oxigênio no repouso, durante os exercícios e ao longo de 90 min de recuperação. S1-S5 = primeira à quinta série; I1-I4 = primeiro ao quarto intervalo de recuperação; R1 a R90 = primeiro ao nonagésimo minuto de EPOC; int. 1 e int. 3 = intervalos de recuperação com 1 e 3 minutos de duração; \* diferença significativa entre diferentes exercícios e mesmo intervalo de recuperação ( $P < 0,05$ ); # diferença significativa entre diferentes intervalos de recuperação e mesmo exercício. As barras de dispersão indicam os intervalos de confiança a 95%.

### 3.4.2 Análise do EPOC nas diferentes sessões de ECR

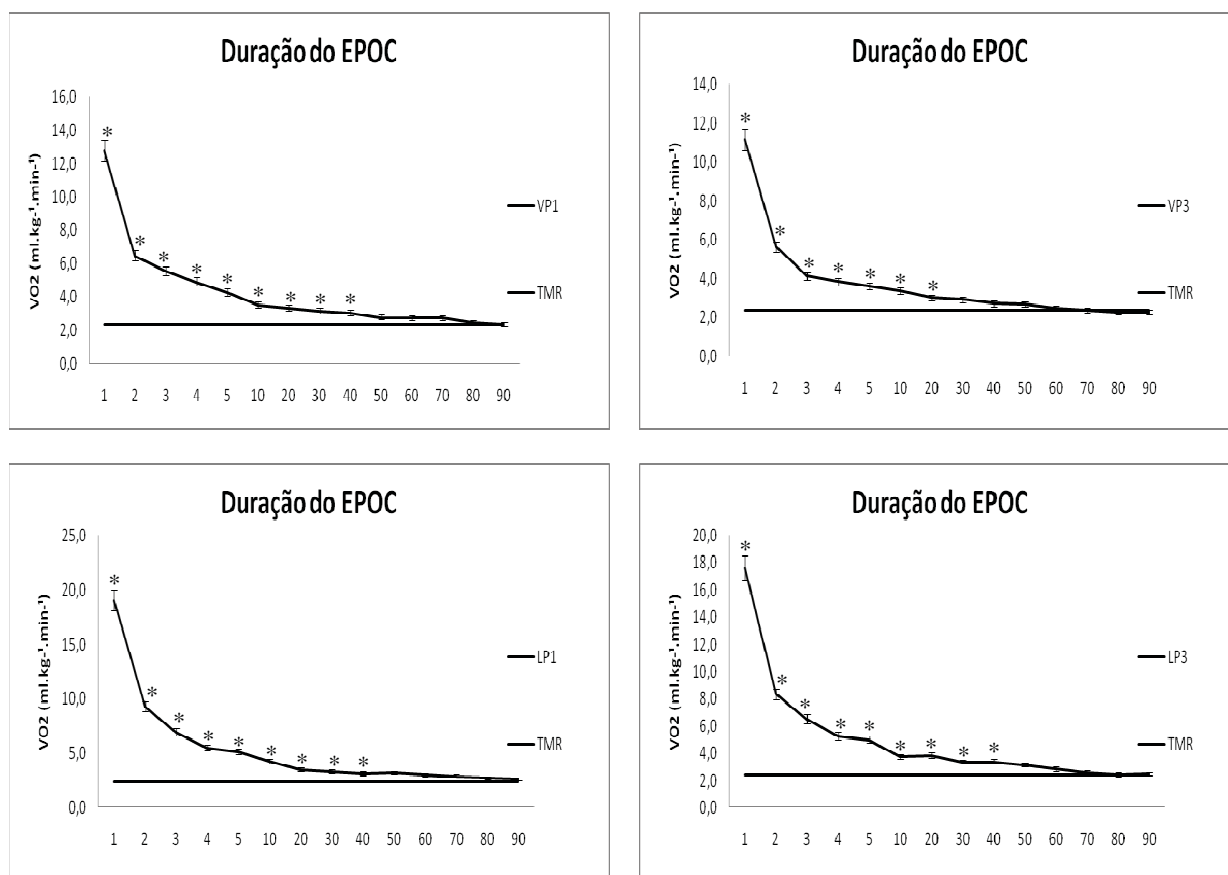
Quanto ao EPOC, vale ressaltar que este foi influenciado diretamente pelo maior  $VO_2$  durante os primeiros minutos após o término da última série dos experimentos (Figura 5). Nota-se, no primeiro minutos da recuperação, que o *leg press* levou a um  $VO_2$  significativamente mais elevado do que o  $VO_2$  obtido no voador peitoral (LP1 vs VP1 e LP3 vs VP3;  $P < 0,000$  e  $0,008$ , respectivamente) e que a manipulação do IR apenas diferiu de forma significativa entre o LP1 e o LP3 ( $P = 0,002$ ), mas não entre VP1 e VP3 ( $P = 0,659$ ) (Tabela 10).

**Tabela 10. EPOC durante o período de observação em minutos (média±dp)**

Duração (min)	EPOC (mlO <sub>2</sub> .kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )			
	VP1	VP3	LP1	LP3
1	12,48±1,35 # *	11,67±2,09 # *	21,01±3,49 \$ #	16,76±3,31 #
2	7,18±2,58 #	6,71±2,30 #	9,84±3,88 #	9,75±2,55 #
3	4,99±0,85 #	3,95±0,61 #	6,49±1,79 #	5,71±1,28 #
4	4,46±0,77 #	3,68±0,40 #	5,12±1,24 #	4,82±1,28 #
5	4,04±0,68 #	3,49±0,21 #	4,69±1,03 #	4,46±1,12 #
10	3,42±0,38 #	3,27±0,3 #	4,16±0,77 #	3,64±0,72 #
20	3,26±0,29 #	2,98±0,23 #	3,63±0,43 #	3,79±0,45 #
30	3,08±0,37 #	2,85±0,29	3,40±0,31 #	3,36±0,61 #
40	2,93±0,52 #	2,66±0,21	3,21±0,35 #	3,23±0,62 #
50	2,73±0,44	2,58±0,22	3,22±0,44	3,07±0,61
60	2,67±0,55	2,46±0,21	3,05±0,38	2,89±0,60
70	2,61±0,51	2,38±0,20	2,96±0,40	2,68±0,53
80	2,56±0,35	2,30±0,23	2,86±0,36	2,53±0,48
90	2,45±0,27	2,31±0,24	2,77±0,37	2,49±0,40

VP1= experimento envolvendo o exercício de voador peitoral com 1 minuto de intervalo de recuperação; VP3= voador peitoral com 3 minutos de intervalo de recuperação; LP1= *leg-press* com 1 minuto de intervalo de recuperação; LP3= *leg-press* com 3 minutos de intervalo de recuperação; \* diferença significativa entre diferentes exercícios e mesmo intervalo de recuperação ( $P<0,05$ ); \$ diferença significativa entre diferentes intervalos de recuperação e mesmo exercício # diferença significativa entre o EPOC e a taxa metabólica de repouso.

Vale ressaltar que o VO<sub>2</sub> permaneceu significativamente mais elevado que os valores de repouso de 20 min [VP3] até no máximo 40 min de recuperação [VP1, LP1 e LP3]. Após isso, apesar de os valores absolutos permanecerem maiores que a TMR, as diferenças não foram significativas (Figura 6).



**Figura 6.** Comportamento do EPOC durante a fase de recuperação; Tempo descrito em minutos; VP1= experimento envolvendo o exercício de voador peitoral com 1 minuto de intervalo de recuperação; VP3= voador peitoral com 3 minutos de intervalo de recuperação; LP1= *leg-press* com 1 minuto de intervalo de recuperação; LP3= *leg-press* com 3 minutos de intervalo de recuperação; \* diferença sigficativa entre o EPOC e a TMR ( $P < 0,05$ ); as barras de dispersão indicam os intervalos de confiança a 95%.

### 3.4.3 VO<sub>2</sub> e Gasto Energético nos diferentes experimentos

O somatório do VO<sub>2</sub> nas cinco séries mais o VO<sub>2</sub> dos quatro IR revelou que o consumo durante as sessões de exercícios pode ter sido influenciado pelo IR e pela massa muscular (Tabela 11).

**Tabela 11. Consumo de oxigênio e gasto energético durante os exercícios, ao longo da recuperação (EPOC) e total**

Testes	VO2 S (L)	VO2 IR (L)	VO2 Sessão (L)	VO2 EPOC (L)	VO2 Total (L)	VO2 Total Net (L)	Kcal Total Net (kcal)
VP1	0,79±0,05 *	2,53±0,09 * \$	3,31±0,71 * \$	22,99±3,37 *	26,30±3,03 *	9,96±2,86 *	50,28±14,44 *
VP3	0,65±0,03 *	6,25±0,06 *	6,90±1,82 *	21,54±3,12	28,44±2,54 *	10,72±2,37 *	54,14±11,96 *
LP1	1,59±0,12 \$	4,95±0,27 \$	6,54±1,26 \$	27,38±4,19	33,92±3,18	17,57±3,63	88,73±18,35
LP3	1,03±0,07	10,37±0,31	11,40±3,07	24,35±3,77	35,75±3,37	18,03±2,67	91,05±13,50

VP1= experimento envolvendo o exercício de voador peitoral com 1 minuto de intervalo de recuperação; VP3= voador peitoral com 3 minuto de intervalo de recuperação; LP1= *leg-press* com 1 minuto de intervalo de recuperação; LP3= *leg-press* com 3 minuto de intervalo de recuperação; S= séries; IR= intervalos de recuperação; VO2 total Net= consumo de oxigênio total bruto subtraído do consumo de oxigênio de repouso para uma mesma duração; Kcal total Net= multiplicação do VO2 total net (exercícios +EPOC) por 5,05; \* diferença significativa entre diferentes exercícios e mesmo intervalo de recuperação; \$ diferença significativa entre diferentes intervalos de recuperação e mesmo exercício.

Nas situações em que o intervalo foi de 3 min, o consumo durante a sessão foi maior que naquelas com intervalo de 1 min, pela simples razão de que o VO<sub>2</sub> foi aferido por mais tempo (P<0,05). No que diz respeito à massa muscular, como o VO<sub>2</sub> de pico foi sempre maior para o *leg press* [chegando mesmo ao dobro do que no voador peitoral], independentemente do intervalo de recuperação aplicado, o VO<sub>2</sub> durante as sessões foi maior em LP1 e LP3 do que em VP1 e VP3 (P<0,000). O EPOC total (90 min) foi estatisticamente similar para as situações com IR de 1 min e 3 min (P>0,05). Por outro lado, tanto quanto para o VO<sub>2</sub> durante as sessões, o EPOC para o *leg press* foi sempre maior do que para o voador peitoral, diferença que se revelou estatisticamente significativa para o intervalo de 1 min [VP1 vs LP1] (P=0,009). O VO<sub>2</sub> total [VO<sub>2</sub> dos experimentos acrescidos do EPOC] não sofreu influência dos intervalos de recuperação, em quaisquer dos exercícios. No entanto, a massa muscular exerceu influência significativa em ambos os intervalos de recuperação, sendo sempre maior para o *leg press* (P<0,05).

A magnitude do EPOC (VO<sub>2</sub> Net) até o ponto em que os seus valores se equipararam estatisticamente aos valores de repouso foi de 7,36±1,10 LO<sub>2</sub> em 40 min para LP1; de 5,80±1,00 LO<sub>2</sub> em 40 min para LP3; de 4,73±0,99 LO<sub>2</sub> em 40 min para VP1 e de 3,77±0,93

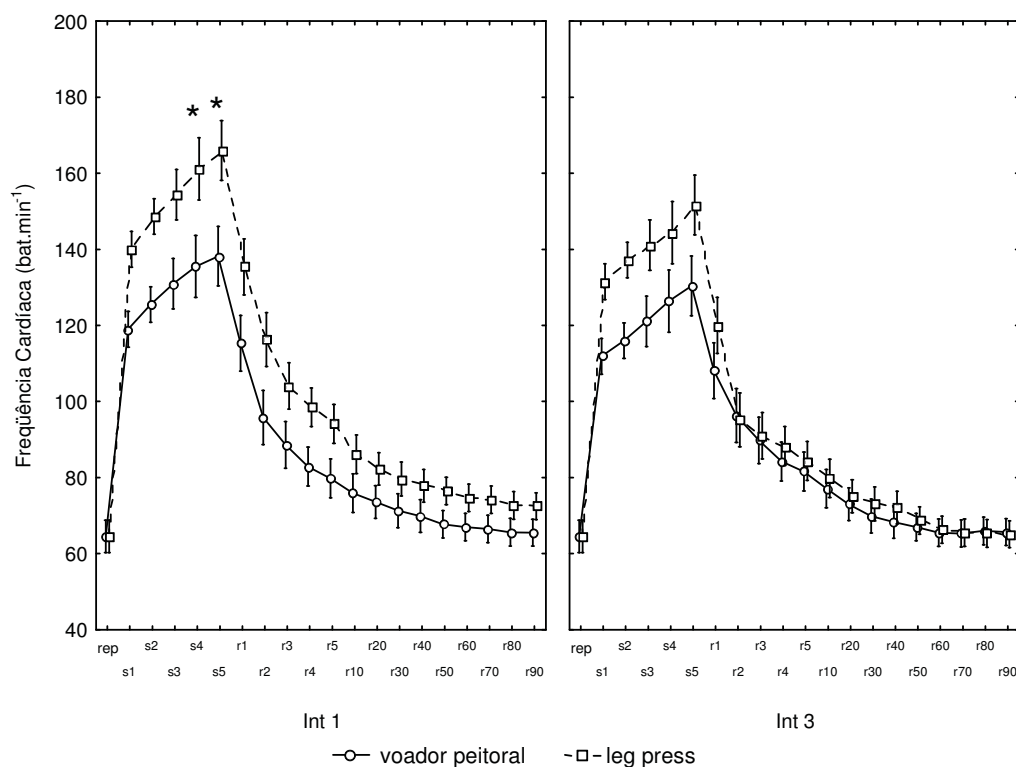
LO<sub>2</sub> em 20 min para VP3. Um dado relevante foi que, independentemente do experimento conduzido, aproximadamente 45% do VO<sub>2</sub> *Net* do EPOC foram consumidos até o quinto minuto da fase de recuperação e os outros 55% entre o décimo e o nonagésimo minutos.

#### **3.4.4 Comportamento da FC nas diferentes sessões de ECR e durante o EPOC**

Em relação à FC de pico, verificou-se que uma maior massa muscular somada à aplicação de um curto IR promoveu a maior resposta cronotrópica a partir da terceira série [LP1 vs VP1; P=0,049 e P<0,000] (Figura 7). Já a manipulação do IR não acarretou diferença significativa para a FC de pico entre as situações experimentais [VP1 vs VP3 e LP1 vs LP3; P>0,05]. Na verdade, a FC de pico no decorrer das séries comportou-se de forma similar ao VO<sub>2</sub>. Tanto nos experimentos conduzidos com IR e exercícios diferentes, a partir da segunda série, houve sempre diferença significativa da FC em relação à série precedente [P<0,05] (Tabela 12).

Por outro lado, não houve qualquer diferença significativa para a FC de recuperação entre as situações experimentais (P>0,05) (Figuras 7 e 8). Também conforme observado para o VO<sub>2</sub>, a FC não retornou imediatamente aos valores de repouso. O seu tempo de recuperação variou de acordo com a característica do exercício e do IR. Verificou-se que o IR curto e a maior massa muscular envolvida no exercício associaram-se a um maior tempo de recuperação da FC, como pode ser visto na Figura 8.



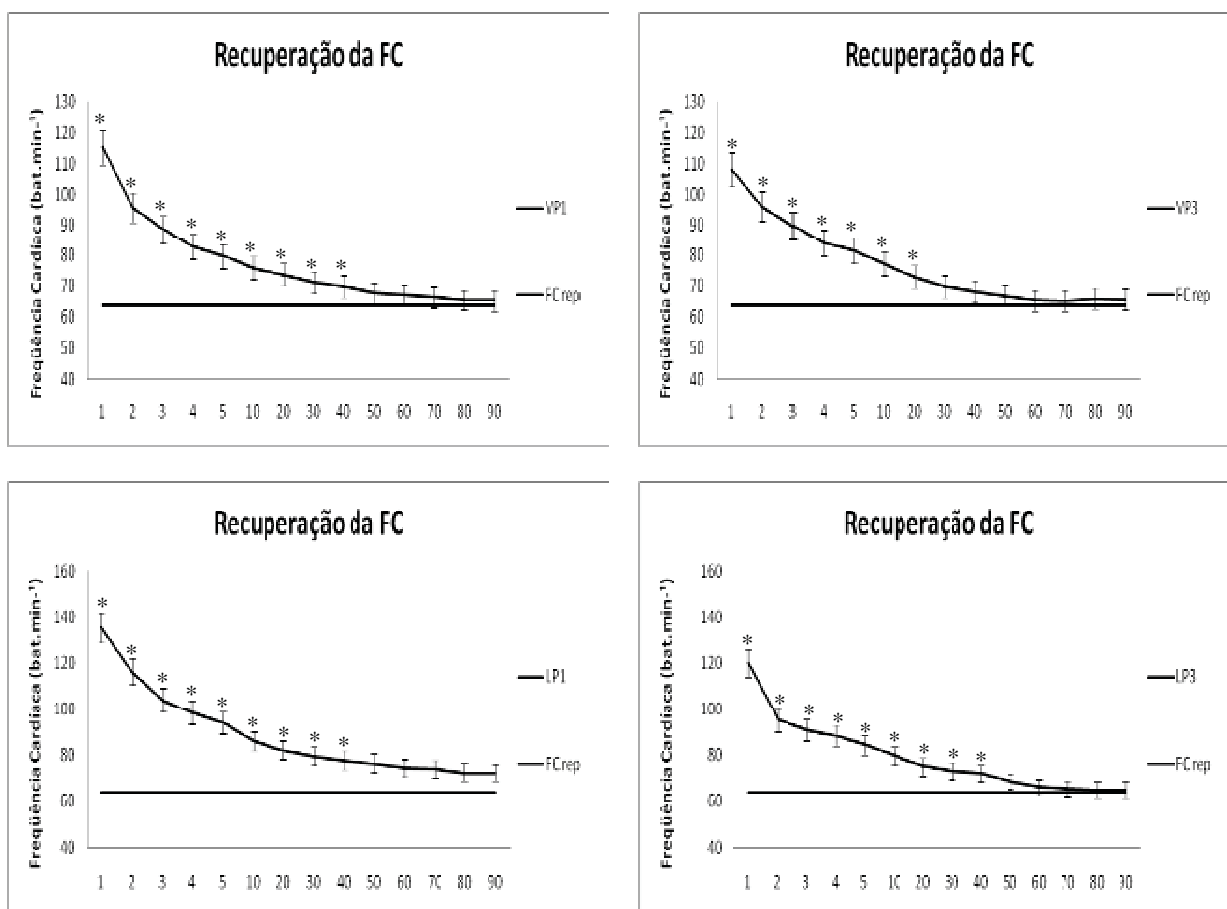


**Figura 7.** Valores médios e resultados da ANOVA para a frequência cardíaca no repouso, durante os exercícios e ao longo de 90 min de recuperação; S1 à S5 = primeira à quinta série; R1 à R90= primeiro ao nonagésimo minuto de EPOC; int. 1 e int. 3 = intervalos de recuperação com 1 e 3 min de duração. \* diferença significativa entre exercícios para um mesmo intervalo de recuperação. As barras de dispersão indicam intervalo de confiança a 95%.

**Tabela 12. Comportamento progressivo da frequência cardíaca no decorrer das séries nos experimentos conduzidos**

Tratamentos	S1	S2	S3	S4	S5
VP1	119±5 <sup>(2,3,4,5)</sup>	125±4 <sup>(1,3,4,5)</sup>	131±9 <sup>(1,2,5)</sup>	135±13 <sup>(1,2)</sup>	138±15 <sup>(1,2,3)</sup>
VP3	112±7 <sup>(3,4,5)</sup>	116±5 <sup>(3,4,5)</sup>	121±9 <sup>(1,2,4,5)</sup>	126±11 <sup>(1,2,3)</sup>	130±12 <sup>(1,2,3)</sup>
LP1	140±8 <sup>(2,3,4,5)</sup>	149±9 <sup>(1,3,4,5)</sup>	154±14 <sup>(1,2,4,5)</sup>	161±14 <sup>(1,2,3)</sup>	166±11 <sup>(1,2,3)</sup>
LP3	131±9 <sup>(2,3,4,5)</sup>	137±9 <sup>(1,4,5)</sup>	141±9 <sup>(1,5)</sup>	144±13 <sup>(1,2,5)</sup>	151±11 <sup>(1,2,3,4)</sup>

VP1= experimento envolvendo o exercício de voador peitoral com 1 minuto de intervalo de recuperação; VP3= voador peitoral com 3 minutos de intervalo de recuperação; LP1= *leg-press* com 1 minuto de intervalo de recuperação; LP3= *leg-press* com 3 minutos de intervalo de recuperação; S1 à S5 = primeira à quinta série; Os algarismos numéricos sobrescritos entre parênteses indicam diferença significativa em relação à série indicada ( $P < 0,05$ ); média±dp.



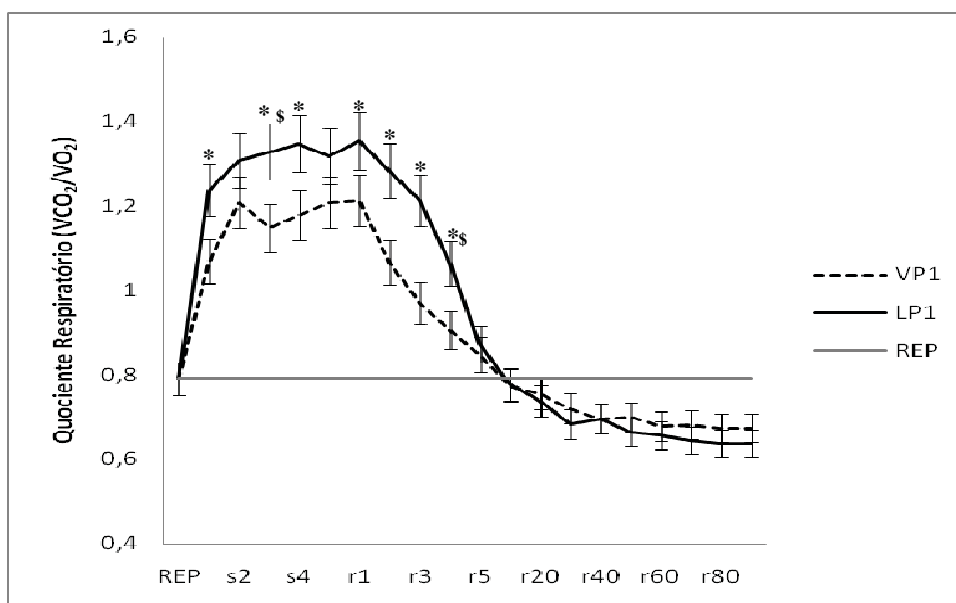
**Figura 8.** Comportamento da frequência cardíaca (FC) durante a fase de recuperação; Tempo descrito em minutos; VP1= experimento envolvendo o exercício de voador peitoral com 1 minuto de intervalo de recuperação; VP3= voador peitoral com 3 minutos de intervalo de recuperação; LP1= *leg-press* com 1 minuto de intervalo de recuperação; LP3= *leg-press* com 3 minutos de intervalo de recuperação; \* diferença significativa entre a FC pré e pós-exercício ( $P < 0,05$ ); As barras de dispersão indicam intervalo de confiança a 95%.

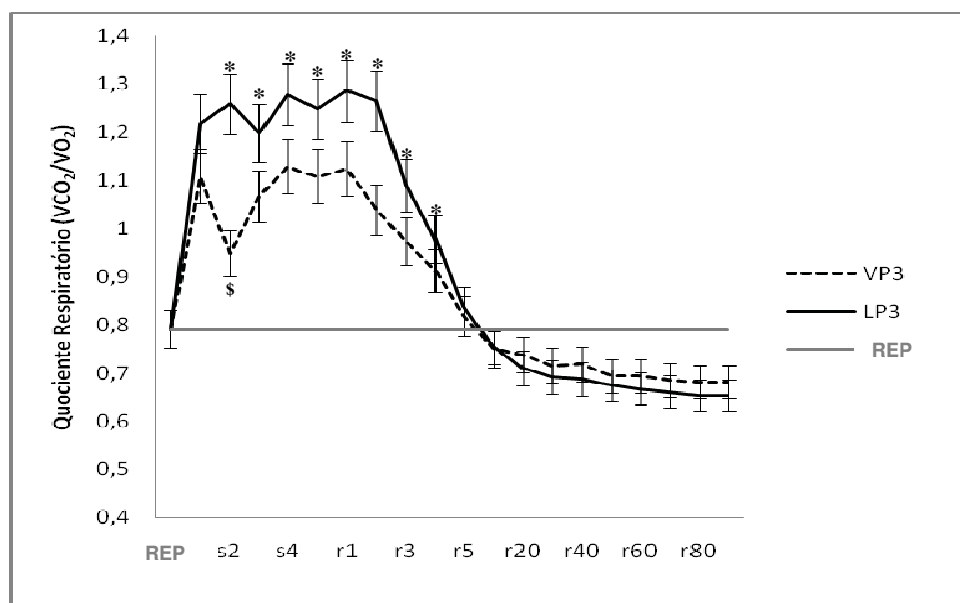
### 3.4.5 Quociente respiratório (RER) durante e após as diferentes sessões de ECR

A Figura 9 apresenta os resultados para o quociente respiratório (RER). Durante os exercícios, nota-se um aumento considerável dos seus valores, os quais foram maximizados por um curto IR e maior massa muscular ( $P < 0,05$ ).

A ANOVA indicou diferença significativa do RER quando se manipulou o IR (VP1 vs VP3, apenas na segunda série;  $P < 0,000$  e LP1 vs LP3, apenas na terceira série;  $P = 0,029$ ) e o exercício (LP1 vs VP1, nas séries 1, 3 e 4;  $P = 0,005$  a  $P = 0,003$  e LP3 vs VP3, nas séries 2, 3, 4

e 5;  $P < 0,000$  a  $P = 0,019$ ). Já na fase de recuperação, nota-se que os valores estiveram significativamente mais elevados para os experimentos conduzidos no LP, o que resultou em diferenças entre as situações LP1 contra VP1 (do primeiro ao quarto minuto;  $P = 0,019$  a  $0,009$ ) e LP3 e VP3 (do primeiro ao quarto minuto;  $P = 0,007$  à  $0,048$ ). Quanto à manipulação do IR, os experimentos LP1 contra LP3 apresentaram diferença apenas no quarto minuto ( $P = 0,040$ ), enquanto que entre o VP1 e o VP3 não houve diferença durante a recuperação ( $P > 0,05$ ). Apesar de a curva do RER após o vigésimo minuto indicar que houve oxidação lipídica em todos os experimentos, não houve diferença entre os mesmos ( $P > 0,05$ ) (Figura 10).

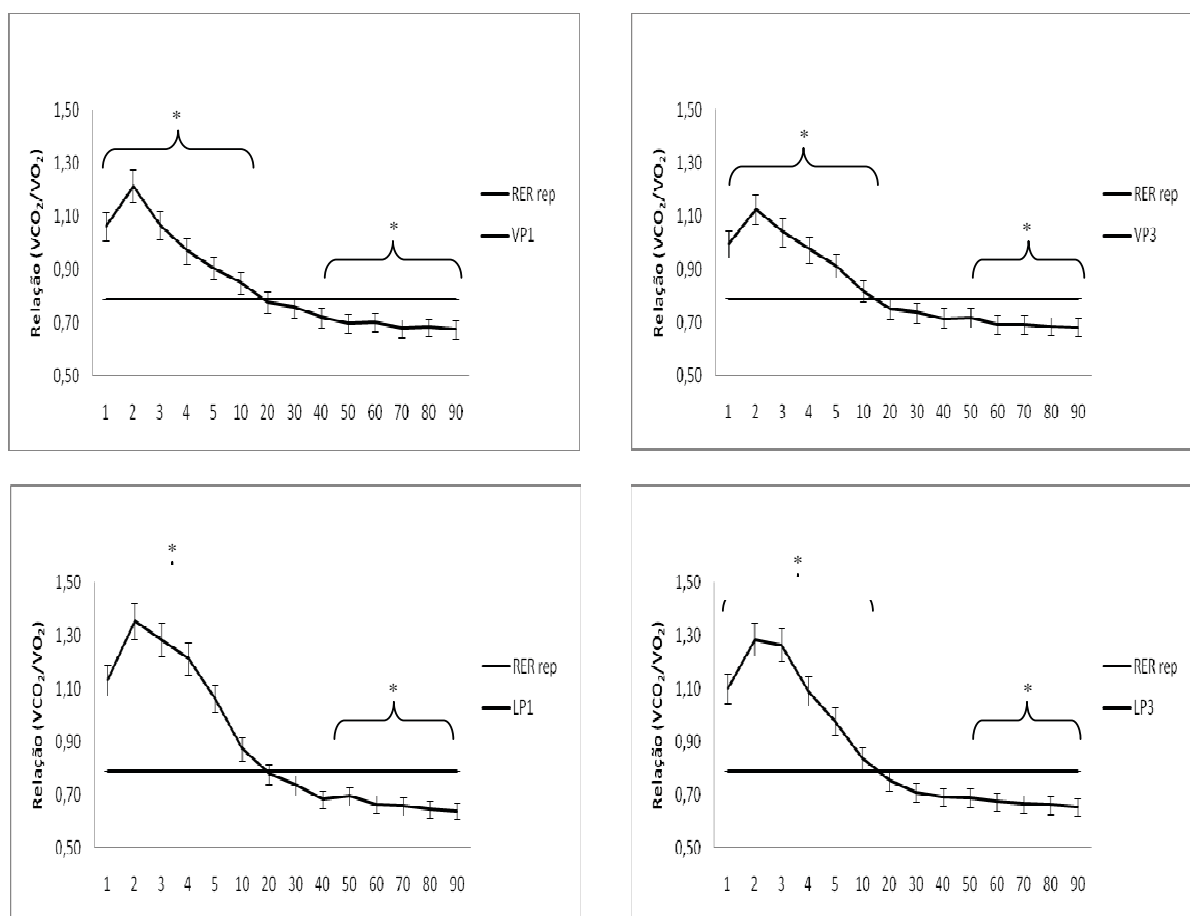




**Figura 9.** Valores médios e resultados da ANOVA para a razão entre trocas gasosas no repouso, durante os exercícios e ao longo de 90 min de recuperação; VP1= exercício envolvendo o exercício de voador peitoral com 1 minuto de intervalo de recuperação; VP3= voador peitoral com 3 minutos de intervalo de recuperação; LP1= *leg-press* com 1 minuto de intervalo de recuperação; LP3= *leg-press* com 3 minutos de intervalo de recuperação; S1-S5= primeira à quinta séries; r1-r90= primeiro ao nonagésimo minuto da recuperação pós-exercício\* diferença significativa entre diferentes exercícios e mesmo intervalo de recuperação; \$ diferença significativa entre diferentes intervalos de recuperação e mesmo exercício; As barras de dispersão indicam os intervalos de confiança a 95%.

O comportamento do RER apresentou três momentos distintos durante a recuperação:

- 1) nos primeiros minutos do EPOC, nota-se um momento elevado do RER, coincidindo com a fase rápida do EPOC e significativamente maior que os valores de repouso [ $P < 0,05$ ];
- 2) entre o décimo até o quadragésimo minuto há uma queda linear dos valores do RER (retorno aos valores de base) [ $P > 0,05$ ] e
- 3) após o quadragésimo (VP1) ou quinquagésimo minuto (VP3, LP1 e LP3) até o período final da coleta dos dados, percebe-se uma inversão dos valores de RER, indicando oxidação lipídica [ $P < 0,05$ ] (Figura 10).



**Figura 10.** Taxa de oxidação de nutrientes pós-exercício; Tempo descrito em minutos; VP1= exercício envolvendo o exercício de voador peitoral com 1 minuto de intervalo de recuperação; VP3= voador peitoral com 3 minuto de intervalo de recuperação; LP1= *leg-press* com 1 minuto de intervalo de recuperação; LP3= *leg-press* com 3 minuto de intervalo de recuperação; \* diferença sigficativa entre o RER pré e pós-exercício ( $P < 0,05$ ); As barras de dispersão indicam intervalo de confiança a 95%.

### 3.5 Discussão dos Resultados

O presente estudo teve por objetivo investigar a influência do intervalo de recuperação entre séries e da massa muscular envolvida nos exercícios sobre variáveis cardiorrespiratórias durante a sessão de treinamento e até 90 min de recuperação (EPOC). Os principais resultados obtidos revelaram que:

- 1) o  $VO_2$  elevou-se no decorrer das séries em todas as situações experimentais;

2) durante as sessões de ECR, exercício com maior massa muscular levou a um maior  $VO_2$  de pico;

3) os IR mais longos aumentam o  $VO_2$  durante as sessões de ECR, mas intervalos mais curtos potencializam o EPOC;

4) durante as séries, verificou-se que o IR mais longo ocasionou maior gasto energético do que o IR mais curto, em ambos os exercícios (voador peitoral e *leg press*);

5) O *leg press* demandou o dobro do gasto energético que o voador peitoral, para ambos os IR (1 e 3 min);

6) A magnitude do EPOC foi influenciada apenas entre as situações experimentais envolvendo diferentes exercícios com a aplicação de 1 min de IR. Contudo, as diferenças por períodos entre as situações experimentais desapareceram no segundo minuto da recuperação  $LP1 > VP1$ ,  $LP3 > VP3$  e  $LP1 > LP3$ ;

7) A duração do EPOC foi influenciada pelo tipo de exercício e IR, pois o VP3 apresentou duração do EPOC reduzida quando comparado com as demais situações experimentais;

8) o gasto energético total (sessão+EPOC) foi influenciado fortemente pela massa muscular, sendo maior para o *leg press* em ambos os IR propostos;

9) os maiores valores de RER associaram-se às sessões com o *leg press*. Já na fase de recuperação, apenas a situação VP1 exerceu influência sobre a taxa de oxidação lipídica, que se deu 10 min antes das demais situações experimentais;

10) a FC elevou-se progressivamente ao longo das séries em todos as situações (similar aos efeitos sobre o  $VO_2$ ). Entretanto, apenas nas últimas séries verificou-se diferença estatística, no *leg press* realizado com curto IR. A duração da recuperação da FC foi influenciada tanto pelo tipo de exercício quanto pelo IR.

Devem-se mencionar, antes de se passar à discussão desses resultados, algumas limitações inerentes aos métodos aplicados. A utilização da calorimetria como método para estimativa do dispêndio energético em ECR deve ser analisada com cautela, uma vez que a participação do metabolismo anaeróbio pode representar até 39% do custo energético neste tipo de exercício (Scott, 2006). Entretanto, a estimativa do gasto energético pela análise dos gases é uma prática usual em estudos envolvendo exercício, provavelmente pelo maior controle de variáveis intervenientes e pela maior validade externa dos estudos (Ratamess et al., 2007; Farinatti et al., 2009).

A não realização de teste máximo para a detecção do  $\text{VO}_2$  de pico permitiu que indivíduos homogêneos sob o ponto de vista de condição física (composição corporal e estado de treinamento) e cardiorrespiratória em repouso, apresentassem diferenças importantes no  $\text{VO}_2$  de pico durante os testes. Por exemplo, enquanto a média do  $\text{VO}_2$  de pico na recuperação da quinta série no LP1 foi de  $21 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , um dos sujeitos apresentou  $30 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ . Estudos futuros devem avaliar na triagem inicial o  $\text{VO}_2$  de pico dos sujeitos, minimizando as chances de tal ocorrência, excluindo aqueles que apresentarem valores extremos (*outliers*).

A intensidade submáxima aplicada nas situações experimentais também poderia levar a questionamentos sobre a validade interna do estudo. Entretanto, percebe-se que, na prática, utilizam-se intensidades submáximas na prescrição de exercícios, principalmente para um nível de treinamento compatível com o dos participantes da amostra selecionada. Sob esse prisma, se a amostra fosse submetida à intensidade máxima de trabalho, as respostas cardiorrespiratórias poderiam induzir repercussões metabólicas importantes durante a recuperação e principalmente no pós-exercício, influenciando os resultados. Por outro lado, a adoção de apenas um exercício aumenta a validade interna do estudo. A fim de manipular exclusivamente as variáveis analisadas, tornou-se essencial que se minimizasse a influência

de quaisquer fatores intervenientes, considerando as demais variáveis de prescrição, incluindo o número de exercícios.

A TMR não foi aferida nos dias dos experimentos, mas sim a taxa metabólica pré-exercício acompanhada do QR, que obrigatoriamente deveria indicar valores  $\leq 0,82$ . Assim a negligência da aferição da TMR nos dias dos testes experimentais pode ter pouco influenciado nos valores do  $VO_2$  ao menos ao final da primeira série, já que os sujeitos partiram de valores mais elevados do  $VO_2$  pré-exercício.

A padronização da dieta com valores energéticos aquém do habitual também pode induzir valores diferenciados. Por exemplo, Hulmi *et al.* (2005) suplementaram com proteína sujeitos 30 min antes da realização de sessão de ECR, comparando os resultados com um grupo placebo. Percebeu-se que os valores de EPOC e RER durante a recuperação de 90 min a 120 min no grupo testado com proteína foram maiores que no grupo placebo. De forma antagônica aos achados de Hulmi *et al.* (2005), pode-se especular que os valores do EPOC e do RER podem ter sido influenciados por uma ingestão calórica pré-testes aquém da habitual, principalmente pelo baixo percentual de proteína ingerido, fazendo com que houvesse retorno das variáveis à linha de base antecipadamente. Mesmo diante desse fato, os resultados se mostram satisfatórios, pois se eliminou, na medida do possível, o efeito térmico dos alimentos, ao menos quanto à ingestão de percentuais de macronutrientes diversos e em horários variados. Enfim, a padronização da dieta não parece ter influenciado nos resultados, além de ter sido fundamental para minimizar as chances de ocorrência do erro do tipo I.

### **3.5.1 Comportamento do Consumo de Oxigênio Durante as Sessões de Exercício**

Como dito, houve aumento progressivo do  $VO_2$  no decorrer das séries, sendo maior o  $VO_2$  nas situações de curto IR e a maior massa muscular. Entretanto, discutir aspectos relacionados com o  $VO_2$  durante a sessão é difícil, pois poucos trabalhos têm reportado o



impacto de sessões de ECR sobre o  $VO_2$ . De fato, dentre os estudos selecionados e que investigaram a influência do ECR sobre o gasto energético, apenas Mazzetti *et al.* (2007) e Ratamess *et al.* (2007) descreveram o  $VO_2$ . Vale ressaltar que Katch *et al.* (1985), Scala *et al.* (1987), Kalb & Hunter (1991) e Robergs *et al.* (2007) também conduziram experimentos com o propósito de analisar a resposta cardiorrespiratória durante os exercícios. Todavia, foram utilizados métodos de prescrição, amostra e metodologia por demais variados (equipamentos hidráulicos, exercícios isométricos, levantadores de peso competitivos e método de estimativa do gasto energético, respectivamente), o que impossibilita maiores comparações.

Mazzetti *et al.* (2007) prescreveram três protocolos de ECR caracterizados pela interação entre diferentes intensidades e velocidades de execução, nas seguintes sequências: lento, explosivo e ultra-explosivo. Nas duas primeiras estratégias (lento e explosivo), a intensidade foi equivalente a 60% de 1RM, em quatro séries e 90 s de intervalo de recuperação. No protocolo lento a velocidade de execução foi padronizada em 2 s para as fases concêntrica e excêntrica e no protocolo explosivo a velocidade programada foi de 2 s para a fase excêntrica e 1 s para a fase concêntrica. No protocolo ultra-explosivo, a intensidade foi de 80% de 1RM, em seis séries e 90 s de intervalo de recuperação, sendo a velocidade de execução fixada em 2 s para a fase excêntrica e 1 s para a fase concêntrica. Todos os experimentos foram realizados no exercício de agachamento. Os autores verificaram aumento progressivo do  $VO_2$  no decorrer das séries, detectando na velocidade explosiva um  $VO_2$  de pico de  $25 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  durante a recuperação da última série, sendo este valor superior ao lento ( $20 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) e ultra-explosivo ( $22 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ).

Ratamess *et al.* (2007) testaram diferentes intervalos de recuperação sobre as respostas cardiorrespiratórias em ECR em duas intensidades de treinamento (10 rep a 75% de 1RM e 5 rep a 85% de 1RM). Os intervalos de recuperação testados foram: 30 s, 1 min, 2 min, 3 min e

5 min para cada intensidade, no exercício supino reto. Também se verificou um aumento progressivo do  $\text{VO}_2$  durante a recuperação das séries, tendo a combinação de 75% de 1RM e IR de 30 s o maior impacto no  $\text{VO}_2$  ( $22 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) em relação aos demais experimentos (entre 17 e  $20 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ).

Ainda que de forma limitada, Katch *et al.* (1985) utilizando equipamentos resistidos hidráulicos, submeteram 20 homens saudáveis a três séries em três diferentes exercícios de forma aleatória contrabalanceada [supino vertical (SV), desenvolvimento de ombro (DO) e *leg press* (LP)], utilizando um número máximo de repetições em 20 s de execução em cada série, separadas por IR de 20 s entre séries e 5 min entre exercícios, objetivando analisar o impacto de diferentes exercícios sobre as respostas cardiorrespiratórias. Os autores verificaram que o comportamento do  $\text{VO}_2$  ao longo das séries foi progressivo e que o  $\text{VO}_2$  na terceira série do *leg press* foi superior ao obtido nos outros exercícios [LP=  $28,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  contra SV=  $25,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  e DO=  $24,3 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ;  $P < 0,05$ ].

No presente estudo, o maior  $\text{VO}_2$  foi registrado na última série do experimento envolvendo o exercício LP com 1 min de IR, verificando-se  $\text{VO}_2$  médio de  $19,3 \pm 7,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , valores similares aos relatados por Ratamess *et al.* (2007) e Mazzetti *et al.* (2007), porém diferentes de Katch *et al.* (1985). Talvez a diferença entre os resultados obtidos com aqueles dos estudos supracitados possa estar atrelada ao nível de treinamento dos participantes, ao modelo utilizado de analisador de gases e à sua calibração, à dieta administrada pré-teste, além do delineamento experimental propriamente dito. Ainda, há de se considerar que o tipo de pneumotacômetro adotado pode ter influenciado nos valores obtidos para comparações com outros estudos, pois, em nenhum estudo foi possível analisar o tipo de pneumotacômetro utilizado. Autores como Børshheim & Bahr (2003) reforçam que há séries

dificuldades em se compararem estudos envolvendo respostas cardiorrespiratórias, sobretudo pelos diferentes delineamentos experimentais conduzidos para um mesmo propósito.

Quanto ao efeito somativo do  $\text{VO}_2$  no decorrer das séries, Ratamess *et al.* (2007) foram os únicos autores a descreverem a possível influência da manipulação do intervalo entre as séries sobre a fadiga acumulada no decorrer dos experimentos. Os resultados apresentados indicaram que na situação envolvendo cinco séries de 10 rep a 75% de 1RM no supino reto com IR de 30 s, verificou-se que o aumento do  $\text{VO}_2$  no decorrer das séries relacionou-se com um  $\text{VO}_2$  cada vez mais elevado nos IR subsequentes à realização das séries. Assim, pode-se entender que o acúmulo de metabólitos, reativo ao trabalho em alta intensidade e curto IR, pode explicar o aumento sistemático do  $\text{VO}_2$  de recuperação. Este, por sua vez, provavelmente afeta o  $\text{VO}_2$  subsequente. Nesse sentido, alguns autores vêm estabelecendo que tanto a alta intensidade dos ECR quanto o curto IR (menor que 1 min) levam ao aumento da concentração de lactato sanguíneo e consequente diminuição do Ph intracelular através da dissociação de íons de hidrogênio ( $\text{H}^+$ ), resultando em fadiga muscular (Bangsbo *et al.*, 1990; Kraemer *et al.*, 1987; McMahon e Jenkins 2002; Willardson, 2006).

De fato, Willardson (2006) realizou uma revisão sobre a duração dos IR e a sua influência sobre as séries consecutivas no ECR. O autor reportou que o curto IR afeta a recuperação do estresse gerado pelo exercício, e que há diminuição do número de repetições máximas em séries consecutivas e da carga total de trabalho. Assim, esse aumento do  $\text{VO}_2$  pode ser devido à resposta quimiorreceptora do organismo em consequência de hipoxemia ou mecanismo de compensação ventilatória, na presença de acidose metabólica, influenciando a VE no sentido de tamponar o sistema (Ward, 2007). Os valores elevados do RER nos experimentos podem, mesmo que indiretamente, fornecer subsídios para uma melhor compreensão da acidose metabólica (Figura 9). Entretanto, o RER elevado precisa ser

analisado com cautela, pois a característica anaeróbia do exercício (bloqueio respiratório) pode ter influenciado os valores de CO<sub>2</sub>, aumentando-os.

Pode-se pensar, assim, pensar que a elevação progressiva do VO<sub>2</sub> entre séries esteja relacionada com o aumento da fadiga, relativa ao curto IR ou demanda metabólica ocasionada pela massa muscular envolvida no exercício sobre o VO<sub>2</sub> consecutivo. Na prática, seria interessante modular o IR e o tipo de exercício de acordo com o estado de treinamento dos sujeitos, objetivando minimizar as chances de sobre-treinamento e suas consequências.

### **3.5.2 Análise do EPOC nas diferentes sessões de ECR**

Quanto ao EPOC, primeiramente vale ressaltar que este foi influenciado diretamente pelo VO<sub>2</sub> atingido nos primeiros segundos após o término da última série dos experimentos. Pode-se perceber que o maior EPOC nos primeiros minutos relacionou-se ao curto IR, mas principalmente à maior massa muscular envolvida nos exercícios. De fato, a literatura vem apresentando que há grande influência do componente rápido do EPOC sobre a sua magnitude (Ratamess *et al.*, 2007, Thornton e Potteiger, 2002 e Binzen *et al.*, 2001).

Verificou-se que o EPOC apresentou duas fases durante o período de observação, a primeira exponencial, caracterizada pela queda abrupta do VO<sub>2</sub> em sua fase rápida e outra linear, a partir do décimo minuto. Foi verificada diferença estatística durante a fase de recuperação do EPOC apenas no primeiro minuto (Tabela 10), que pode ser explicado pela queda abrupta do VO<sub>2</sub> a valores intermediários, desaparecendo após esse período.

Nesse prisma, apenas um estudo relatou diferença estatística do EPOC entre os experimentos, apenas no primeiro minuto após o término dos exercícios (Haddock & Wilkin, 2005). Entretanto, aspectos metodológicos e o próprio tratamento experimental foram por

demais variados, o que inviabiliza quaisquer comparações. Esses dados apenas reforçam a tendência de queda abrupta da variável nos minutos iniciais do EPOC.

Outro ponto a se destacar é que a influência do IR sobre o EPOC tem sido pouco estudada. Foram localizados apenas dois artigos que buscaram investigar o impacto da manipulação do IR entre séries e exercícios sobre o EPOC. Haltom *et al.* (1999) analisaram o efeito do intervalo de recuperação (20 s vs 60 s) em dois protocolos envolvendo duas séries de oito exercícios realizados a 75% de 20RM. Os resultados revelaram que a magnitude do EPOC foi significativamente maior no protocolo com menor intervalo de recuperação (10,3 LO<sub>2</sub> vs 7,4 LO<sub>2</sub>), mas a duração em ambos os casos ficou em torno de 60 min. Vale destacar que o autor limitou-se em medir o EPOC por tempo determinado em 60 min. Assim, pode-se cogitar que, se houvesse continuidade da medida, a magnitude e duração do EPOC poderiam ter sido maiores.

Ratamess *et al.* (2007) testaram diferentes intervalos de recuperação sobre as respostas cardiorrespiratórias em ECR após o ECR em duas intensidades de treinamento (10 rep à 75% de 1RM e 5 rep à 85% de 1RM). Os intervalos de recuperação testados foram de 30 s, 1min, 2min, 3min e 5min para cada intensidade, no exercício supino reto. A combinação de 5 rep com 85% de 1RM e intervalo de 30 s produziu a maior magnitude do EPOC (4,2±0,5 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>), em comparação com os intervalos de recuperação maiores (2 min: 3,4±0,5 e 5 min: 3,4±0,6 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>; P<0,05). A mesma tendência não foi observada para o exercício realizado com 10 rep a 75% de 1RM (P>0,05). Ratamess *et al.* (2007) também utilizaram tempo fixo para observar o EPOC (30 min), interrompendo a medida antes que seus valores retornassem a linha de base.

Em geral, a utilização de IR curto parece ocasionar maior repercussão sobre o EPOC, aumentando o gasto energético pós-exercício (ver Tabelas 3 e 5). Entretanto, isso não foi

corroborado pelo presente estudo (ver Tabela 10), ao menos quanto à magnitude total do EPOC nos 90 min. As diferenças entre os resultados obtidos com os observados, provavelmente, refletem-se pela menor intensidade de trabalho em comparação com o estudo de Ratamess *et al.* (2007). Ratamess *et al.* (2007) ainda podem ter influenciado mais fortemente seus resultados pela aplicação de IR com 30 s de duração, o que pôde ser realizado, visto a alta treinabilidade dos sujeitos. Quanto à comparação dos resultados obtidos com os de Haltom *et al.* (1999), talvez a maior fadiga acumulada ao longo do experimento induzido por este autor esteja na razão do conflito de resultados, pois, apesar da baixa intensidade relativa aplicada (75% de 20RM), foi aplicado IR de 20 s de duração em oito exercícios.

Entretanto, não é difícil entender que pouco se sabe a respeito da influência do IR sobre a duração do EPOC. Os dois únicos estudos que investigaram a influência dessa variável de prescrição acompanharam-na por tempo determinado, provavelmente insuficiente para analisar o retorno do consumo de oxigênio à linha de base. Períodos muito breves de observação tendem a subestimar o EPOC, ao passo que longos períodos podem superestimar a medida em razão de fatores extrínsecos ao treinamento. Sob esse ponto de vista, o período determinado de 90 min presentemente adotado foi suficiente para analisar o retorno da taxa metabólica a valores próximos à linha de base.

Quanto à influência isolada da massa muscular sobre o EPOC decorrente da realização de ECR, não foi possível encontrar nenhum estudo que tenha tratado do tema. Entretanto, Lyons *et al.* (2006) compararam o EPOC do teste de exercício realizado em ciclo-ergômetro de braço com o ciclo-ergômetro de perna (bicicleta estacionária) em homens jovens destreinados, tendo verificado maior magnitude e duração do EPOC no teste de exercício envolvendo o ergômetro de perna [2,93 L.min em 16,5 min vs 1,89 L.min em 11,5 min;

$P < 0,02$  para a magnitude e  $P < 0,0005$  para a duração]. Isso denota que há influência da massa muscular sobre a magnitude e duração do EPOC. Entretanto, vale ressaltar que a característica dos exercícios testados no estudo de Lyons *et al.* (2006) provém de testes ergométricos, o que dificulta comparações mais aprofundadas dos resultados.

O presente estudo verificou que a maior massa muscular envolvida nos experimentos foi responsável por uma magnitude significativamente maior do EPOC, praticamente dobrando seus valores (ver Tabela 11) durante os 90 min de observação. Provavelmente, o maior requerimento de energia durante os experimentos reverteu-se em maior necessidade de  $VO_2$  para recompor-se do estresse após o término dos experimentos.

Pode-se afirmar, então, que o curto IR e a maior massa muscular podem ter um maior impacto sobre o EPOC, principalmente em sua magnitude. Já a repercussão dessas variáveis sobre a duração do EPOC necessita ser mais bem investigada, haja vista que apenas Murphy & Schwarzkopf (1992) e Kang *et al.* (2005) relataram diferença estatística para a duração do EPOC entre seus experimentos. No estudo de Murphy & Schwarzkopf (1992), provavelmente a superestimativa da TMR induziu uma breve duração do EPOC, já que a TMR foi estimada por 5 min e a sessão de exercício foi desgastante [três séries consecutivas com 80% de 1RM, intervalo de recuperação de 2 min em seis exercícios *vs* três séries em circuito com 50% de 1RM, intervalo de recuperação de 30 s em seis exercícios]. Já os experimento de Kang *et al.* (2005) foi bem similar ao conduzido na presente dissertação [quatro séries em três intensidades distintas (60, 75 e 90% de 1RM), com intervalo fixo em três minutos no exercício de agachamento]. Entretanto, os autores não descreveram de forma clara os critérios para aferição da TMR, o que também pode ter influenciado nos achados. Em nosso caso, a estimativa da TMR não parece ter influenciado a duração do EPOC, uma vez que a variável foi mensurada seguindo os critérios propostos por Compher *et al.* (2006) para esta finalidade.

Assim, pode-se crer que o EPOC na situação VP3, que apresentou duração inferior às demais situações experimentais (VP1, LP1 e LP3), provavelmente foi devido à menor fadiga acumulada, pois Poehlman (1989) indicou que quanto maior o estresse fisiológico provocado pelo exercício, maior a magnitude do EPOC.

Na verdade, vários possíveis mecanismos têm sido sugeridos para explicar os componentes do EPOC (Gaesser & Brooks, 1984; Børsheim & Bahr, 2003). Para analisar a influência do exercício sobre a duração do EPOC, deve-se considerar que a curva de recuperação do  $VO_2$  se dá de acordo com componentes diversos relacionados a vários fatores. Esse é o caso dos substratos recompostos, como o reabastecimento dos estoques de oxihemoglobina e oximioglobina, a restauração dos fosfagênios e a energia necessária para a reconversão do lactato em glicogênio que estão relacionadas ao componente rápido do EPOC (Gaesser & Brooks, 1984). Já fatores como o aumento da temperatura corporal, hiperemia e ventilação, estariam na origem de um EPOC elevado desde o término do exercício até a primeira hora posterior (Børsheim & Barh, 2003). Além disso, associam-se ao componente lento ou ultra-lento do EPOC o aumento no metabolismo dos ácidos graxos, maior concentração de catecolaminas, presença do cortisol e lesão muscular, dentre outras variáveis (Matsuura *et al.*, 2006; Dolezal *et al.*, 2000). Infelizmente, a maioria dos estudos não apresenta a curva de recuperação do EPOC decorrente de sessões de ECR e poucos investiram em analisar variáveis fisiológicas preditoras concomitantemente.

Quanto ao período de observação da variável, alguns autores determinaram períodos extremamente curtos (20 min – Murphy & Schwarzkopf, 1992) ou o contrário, coletaram o EPOC por períodos espaçados por 24 h (Dolezal *et al.*, 2000). Outro problema são os estudos adotarem períodos para análise do EPOC variando entre 10 e 30 min, não aferindo o EPOC nos primeiros minutos. Apenas Ratamess *et al.* (2007) e Thornton & Potteiger (2002)



descreveram a cinética do EPOC ao longo do período de observação, não descartando a fase rápida do EPOC.

Percebe-se que, de certa forma, a duração e, conseqüentemente, a magnitude do EPOC nos estudos envolvendo ECR, podem ter sido fortemente influenciados pelo desenho experimental (forma de medir a TMR e o EPOC, inclusive períodos de observação). A falta de informação sobre o comportamento do EPOC consiste em lacuna a ser explorada, para se identificar o real impacto do ECR sobre os seus componentes. Assim, seria preciso definir critérios para subsidiar a padronização desses aspectos metodológicos, em nome de uma melhor comparabilidade entre resultados obtidos para o consumo de oxigênio durante e após sessões de ECR.

Uma questão que deve ser salientada para entender a magnitude do EPOC é considerar a diferença estatística entre o EPOC e a TMR ou considerar a diferença entre as variáveis durante o período determinado pelo autor. Essa discussão deve ser levada em conta para minimizar as chances de erro na interpretação dos resultados dos estudos, de forma a não subestimarem-se os valores do EPOC. Por exemplo, a magnitude ( $VO_2$  *Net*) e a duração do EPOC do experimento LP1 (que apresentou a maior magnitude) foram de  $7,36 \pm 1,10$   $LO_2$  em 40 min. Também poderia ser dito que a magnitude do EPOC desse mesmo experimento foi de  $11,99 \pm 1,87$   $LO_2$  em 90 min. É importante ressaltar que, mesmo após a equiparação estatística da TMR com o EPOC (40 min), o  $VO_2$  continua aumentado (cerca de 20%). Verificou-se que esse percentual acima do repouso representou um  $VO_2$  adicional de 42% sobre o EPOC entre o quadragésimo e o nonagésimo minuto e que sua negligência poderia subestimar o  $VO_2$  total.

De fato, os estudos precisam descrever a forma pela qual o EPOC será analisado. Conforme destacado no Capítulo 2, a padronização de aspectos metodológicos para a mensuração do EPOC em ECR é necessária. Além das considerações metodológicas

decorrentes dessa normatização, nota-se que isso pode, inclusive, auxiliar a prescrição dietética. Neste estudo, buscou-se descrever as duas formas de leitura do EPOC visando possibilitar uma maior compreensão dos fatores que o influenciam, deixando margem a interpretações e ampliando as possibilidades de discussão sobre o assunto.

É importante ressaltar que todos os estudos que acompanharam o  $VO_2$  no decorrer das séries, incluindo a transição entre o término da sessão e a recuperação, relataram que o experimento que culminou em maior  $VO_2$  durante a recuperação da última série ocasionou uma maior magnitude no EPOC (Mazzetti *et al.*, 2007; Ratamess *et al.*, 2007; Farinatti *et al.* 2009). Assim, pode-se especular que a ordem dos exercícios pode interferir na magnitude do EPOC, uma vez que a sessão de ECR que termine com exercícios que envolvam grandes grupos musculares irá representar maior reatividade metabólica em sua recuperação. Novos estudos devem preocupar-se em ocasionar a maior resposta cardiorrespiratória na última série objetivando influenciar o componente rápido do EPOC e a sua magnitude total, considerando que nessa fase podem ser consumidos aproximadamente 45% do  $VO_2$  total pós-exercício.

Uma estratégia de treinamento que parece influenciar positivamente o componente rápido do EPOC e a sua magnitude é o método de prescrição no formato de circuito. Verdadeiramente, os estudos que utilizaram essa estratégia de exercício obtiveram um EPOC mais elevado do que, por exemplo, a prescrição no formato de séries consecutivas (ver Capítulo 2, Tabela 5). A influência da estratégia de exercício sobre o componente rápido do EPOC, bem como sua magnitude total, pode explicar o motivo pelo qual um menor percentual de força aplicado ao treinamento acarretou, em alguns casos, um maior EPOC (Murphy & Schwarzkopf, 1992; Elliot *et al.*, 1992). Novamente, pode-se pensar que a maior fadiga acumulada relativa ao método de prescrição no formato de circuito, caracterizado pelo curto IR, possa estar na origem desses achados. Não somente o  $VO_2$  médio, mas também o  $VO_2$  de

pico ao final dos exercícios tenderia a ser mais elevado, o que influenciaria o EPOC nos primeiros minutos e, conseqüentemente, sua magnitude total.

Ainda, a análise das curvas do EPOC permitiu identificar outra possibilidade de prescrição de ECR para programas de emagrecimento, que seria trabalhar com curtos IR entre as séries ( $\leq 1$  min), aumentando o IR entre os exercícios (3 a 5 min). Assim, obter-se-ia um  $VO_2$  elevado na última série de dado exercício (ocasionado pelo curto IR), como efeito somativo do  $VO_2$  ao longo das séries, assim como seria aproveitada a maior porção do EPOC durante a fase de transição entre exercícios (componente rápido do EPOC). Talvez, respeitando esse método, o somatório dos EPOCs entre séries e exercícios possa representar um  $VO_2$  total elevado, comparado a programas com IR fixos, os quais não permitem um grande volume de trabalho pela presença de fadiga muscular (IR curtos entre séries e exercícios). Ainda, com a prescrição de IR longos, o  $VO_2$  de pico não seria potencializado, o que por sua vez influenciaria pouco o  $VO_2$  entre séries e exercícios e seu respectivo EPOC. Entretanto, essas hipóteses precisam de confirmação, abrindo perspectivas para novos estudos.

### **3.5.3 O $VO_2$ e o Gasto Energético nos diferentes experimentos de ECR e no EPOC**

Verificou-se que o  $VO_2$  das sessões de exercício foi influenciado diretamente pela duração das sessões (experimentos envolvendo 1 min de IR tiveram duração de  $\approx 6$  min, enquanto os experimentos envolvendo 3 min de IR tiveram duração de  $\approx 15$  min). Vale ressaltar que a razão da duração entre as sessões de exercício foi de 150%, enquanto a diferença do gasto energético foi de 102% no VP e de 95% no LP. Desta forma, pode-se considerar que o aumento da duração de uma sessão nem sempre será proporcional ao gasto energético.

É interessante ressaltar que os experimentos se contrabalanceiam no que diz respeito ao gasto energético durante as sessões de ECR e ao longo do EPOC. Enquanto o IR longo (3 min) relacionou-se ao maior gasto nas sessões, o IR curto (1 min) relacionou-se com maior magnitude do EPOC. A massa muscular entretanto, causou maior dispêndio energético quando conduzida no LP em todas as situações (sessão ou EPOC), mas, no que diz respeito à manipulação do IR (1 ou 3 min) no VP, não foi identificada diferença. Isso abre a possibilidade de prescrição de ECR visando emagrecimento utilizando IR maiores para sujeitos iniciantes, desde que grandes grupos musculares executados em exercícios pluriarticulares façam parte da sessão de exercício.

Quanto ao gasto energético nas situações conduzidas com diferentes IR, Ratamess *et al.* (2007) aplicaram protocolos de tratamentos similares [5 séries com 10RM em 1 ou 3 min de IR] envolvendo o exercício de supino reto, verificando que, na medida em que a duração da sessão aumentava, relativa ao aumento do IR entre séries, o gasto energético também se elevava [IR 1 min = 32 kcal vs IR 3 min = 74,7 kcal;  $P < 0,05$ ]. A diferença entre os resultados detectados na presente dissertação (VP1) e os de Ratamess *et al.* (2007) (supino reto) talvez estejam relacionadas à exigência mecânica dos exercícios, sendo o supino multi-articular e o VP uni-articular. Já a equiparação entre o gasto energético do supino e do LP pode estar associada a outros fatores: a) nível de treinamento dos sujeitos (treinados contra destreinados); b) intensidade da carga (10 rep a 75% de 1RM contra 10 rep de 15RM); c) IR administrados (30 s vs 1 min). Evidentemente, isso necessita ser confirmado em estudos futuros.

Uma discussão em torno das alterações do gasto energético em virtude da manipulação do IR é dificultada pela carência de estudos específicos. Entretanto, é comum ver que programas de ECR que utilizam curtos IR utilizaram o método de prescrição no formato de

circuito (C) para comparar a reatividade metabólica entre este tipo de treinamento com o modo de prescrição no formato de séries consecutivas (SC) ou exercício aeróbio. Assim, Pichon *et al.* (1996) submeteram 8 sujeitos aparentemente saudáveis (5 homens e 3 mulheres) a 2 séries de 20 rep a 47% de 1RM com 30 s de IR (C – 12 min) e 2 séries de 10 rep a 70% de 1RM com 90 s de IR (SC – 15 min), encontrando dispêndio mais elevado para a sessão conduzida no formato C do que SC (4,9 kcal/min<sup>-1</sup> vs 4,5 kcal/min<sup>-1</sup>; P=0,003). Entretanto, há de se considerar a influência da intensidade da carga e do número de exercícios sobre os valores registrados.

Corroborando esses achados, Haltom *et al.* (1999) analisaram o efeito do IR (20 vs 60 s) em dois protocolos envolvendo 2 séries de 8 exercícios realizados a 75% de 20RM. Encontrou-se maior gasto energético para o protocolo envolvendo IR mais curto (8,5 kcal/min<sup>-1</sup> vs 6,7 kcal/min<sup>-1</sup>; P<0,05). Assim, pode-se considerar que a manipulação isolada do IR leva a um maior gasto/min<sup>-1</sup>. Todavia, deve-se levar em consideração que o gasto total depende da duração total da sessão. Assim, em programas de emagrecimento pode-se empregar IR intermediários (1 a 3 min), com o intuito de aumentar a duração da sessão e consequentemente o gasto energético total, assim como permitir uma recuperação adequada do sistema à fadiga gerada pelo exercício. Na presente dissertação verificou-se que o protocolo proposto para o LP (1 e 3 min.) pode acarretar dispêndio energético total de ≈ 90 kcal. Ao final de uma semana (5x/sem) seriam gastos ≈ 450 kcal e em um mês (20 dias) ≈ 1800 kcal.

Nesse prisma, apenas Haltom *et al.* (1999), Haddock & Wilkin (2005), Ratamess *et al.* (2007), Mazzetti *et al.* (2007) e Farinatti *et al.* (2009) forneceram dados que estimam o gasto energético total de uma sessão de exercício (sessão+EPOC). Em outros estudos, os valores

declarados estão em sua forma bruta, ou ainda, a medida do EPOC interrompeu-se precocemente, o que dificulta uma visualização clara desses achados.

Vale lembrar, também, que diversos estudos apenas declararam o gasto energético da sessão ou limitaram-se ao EPOC, o que dificulta o estabelecimento do gasto energético total de uma sessão de ECR. Como se sabe, o treinamento físico direcionado à manutenção do peso corporal deve ser subsidiado pelo valor conhecido da ingestão energética diária quanto aos macro-nutrientes, que deve equiparar-se a demanda energética. Já em dietas visando redução ponderal, mais especificamente da gordura corporal, é necessário que o gasto energético seja maior que a ingestão energética diária. Assim, para uma elaboração dietética eficiente é necessário levar em consideração o gasto energético total (sessão+EPOC) de uma sessão como recurso adicional para o somatório do gasto energético diário de um indivíduo. De toda forma, cabe nesse momento ressaltar que o metabolismo anaeróbio pode representar até 39% do gasto energético no ECR (Scott, 2006). Assim, os resultados devem ser analisados com cautela, pois podem ter sido subestimados, sobretudo pelo método indireto utilizado para coletar os dados.

Apesar da eficácia do ECR ser questionada quanto à sua contribuição para a perda de peso (ACSM, 2009), o estudo do impacto da manipulação das variáveis de prescrição sobre o gasto energético pode contribuir na perspectiva de se detectar uma estratégia de treinamento ótima para um balanço energético negativo. Com isso, ajuda-se a prevenir o sobrepeso e combater a obesidade, o que seria de suma importância para a promoção da saúde da população. Sob esse prisma, as considerações sobre a influência do gasto energético para a prescrição de ECR visando emagrecimento parecem favorecer longos IR ( $\geq 2$  min) para sujeitos iniciantes, desde que grandes grupos musculares em exercícios pluriarticulares façam parte da sessão de exercício, maximando o gasto energético total da atividade. Quando o

objetivo do treinamento for melhorar a resistência muscular ou o trofismo muscular, pode-se utilizar curtos IR ( $\leq 1$  min), a fim de induzir mecanismos de adaptação periférica e central, necessários para alcançar tais resultados (Willardson, 2006). Especificamente sobre o gasto energético, não houve diferenças estatísticas entre as situações experimentais envolvendo diferentes IR, sendo então recomendável a utilização de curto IR para sujeitos treinados ou moderadamente treinados em ECR, devendo ainda ser aplicados exercícios que envolvam grandes grupos musculares.

#### **3.5.4 O Comportamento da FC nas diferentes sessões de ECR e durante o EPOC**

Verificou-se que a FC apenas diferiu entre os diferentes exercícios (VP1 vs LP1) nas séries 4 e 5. Já o efeito somativo da FC de pico ocorreu já a partir da segunda série em todas as situações experimentais. Esse efeito em séries consecutivas em ECR, de acordo com Polito *et al.* (2004), ocorre pelo fato de não haver uma plena recuperação do sistema entre as séries e/ou exercícios, o que leva à uma maior concentração de metabólitos, perfazendo o acúmulo da fadiga (Willardson, 2006). Verificou-se, também, que os valores de pico registrados foram similares a estudos anteriores (Collins *et al.*, 1989; Kang *et al.*, 2005; Ratamess *et al.*, 2007), sendo que Kang *et al.* (2005) e Ratamess *et al.* (2007) utilizaram proposta de trabalho similar e Collins *et al.* (1989) o método em circuito.

As respostas hemodinâmicas ao trabalho muscular em exercícios resistidos também podem estar atreladas a um aumento da atividade simpática e diminuição da parassimpática, pela maior ativação de comando central e de mecanorreceptores musculares e articulares (Rowell & O'Leary, 1990). O mecanismo central envolve o envio de impulsos do córtex motor para o centro de controle cardiovascular. Já o mecanismo periférico consiste em uma via de reflexo com diversas bases de controle (Carrington *et al.*, 2003). O aumento da resistência vascular periférica, causado pela oclusão parcial do fluxo sanguíneo leva ao

desequilíbrio entre oferta e demanda de O<sub>2</sub> no tecido. De fato, a partir de 15% da contração voluntária máxima verifica-se impedimento progressivo do fluxo sanguíneo muscular (Edwards & Wiles, 1981). Com isso, dificulta-se a remoção de metabólitos (lactato, hidrogênio, fosfato, adenosina, potássio, etc.), estimulando-se os quimiorreceptores no sentido de aumentar a atividade nervosa simpática (Rowell & O'Leary, 1990).

O aumento da resistência vascular periférica associada à oclusão arterial durante a execução de um exercício também pode estar relacionada com a magnitude dos valores de FC registrados. Nesse caso, mecanorreceptores musculares e articulares, sensíveis ao aumento da força voluntária (recrutamento de unidades motoras) e da carga sobre as articulações, informam o centro de controle cardiovascular sobre a necessidade de modificar as respostas cardiovasculares para a regulação do fluxo (Prabhakar & Peng, 2004).

Entretanto, vale ressaltar que as respostas cardiovasculares ao exercício resistido podem depender da maior necessidade de perfusão, que estaria diretamente relacionada à capacidade inotrópica do coração, já que modificações na FC tendem a ocorrer de forma mais lenta do que na PAS (McCartney, 1999). Assim, analisar apenas o comportamento da FC no ECR parece limitado sob o ponto de vista do trabalho miocárdico. De fato, o ACSM (2006) preconiza a análise do duplo-produto como indicador não-invasivo para estimar a demanda de oxigênio pelo miocárdio em ECR, o que já vem sendo adotado por diversos estudos (Farinatti & Assis, 2000; Polito et al., 2004; D'assunção et al., 2007; Monteiro et al., 2008).

Quanto à influência do IR sobre as respostas cardiovasculares, Polito et al. (2004) submeteram 10 homens jovens normotensos a quatro séries de 8 repetições máximas (RM) separadas por IR fixos de 1 e 2 min. Verificou-se uma maior resposta pressórica na seqüência com IR de 1 min ( $P < 0,0001$ ), mas nenhuma diferença foi observada para a FC. Possivelmente



a pouca variação da FC entre os experimentos esteja relacionada à maior necessidade de perfusão sanguínea.

Ratamess *et al.*(2007) observaram os efeitos de diferentes IR fixos de recuperação [30 s, 1 min, 2 min, 3 min e 5 min] sobre as respostas da FC e metabólicas durante a realização de cinco séries em duas intensidades de treinamento (10 rep a 75% de 1RM e 5 rep a 85% de 1RM) no exercício supino reto. Não se constataram diferenças significativas entre os valores de FC de pico nos IR propostos, em ambas as intensidades de treinamento. Entretanto, houve aumento progressivo da FC na medida em que as séries eram executadas ( $P < 0,05$ ), principalmente para IR mais curtos, o que demonstra haver indícios de fadiga acumulada em função do intervalo de recuperação insuficiente para uma recuperação satisfatória.

No que diz respeito à influência da massa muscular sobre as respostas cardiovasculares, Ray & Wilson (2004) estudaram a resposta nervosa simpática ao exercício isométrico realizado para membro superior e inferior (cadeira extensora contra *handgrip*). Verificou-se que tanto a FC quanto a pressão arterial média (PAM) podem sofrer influência da massa muscular. Os autores submeteram 10 homens jovens e saudáveis a uma contração isométrica de 2 min com carga de 30% de 1RM. Os valores de FC e PAM registrados na cadeira extensora estiveram significativamente mais elevados do que no *handgrip*. Esse fato pode ajudar a explicar os valores distintos de FC de pico entre os experimentos no VP e no LP.

O LP, além de envolver diversos e grandes grupamentos musculares, também é feito em uma postura que pode dificultar a perfusão de sangue para os músculos ativos, uma vez que as principais artérias que os irrigam têm seu curso modificado pela flexão do quadril (Lewis *et al.*, 1985). Esse problema é ainda maior durante o período de transição entre as fases concêntrica e excêntrica. Nesse contexto, provavelmente a ativação de barorreceptores e

quimiorreceptores provocarão resposta hemodinâmica compensatória a fim de se alcançar um débito cardíaco satisfatório durante os exercícios.

Durante o exercício, as catecolaminas estimulam a glicogenólise e lipólise, influenciando a liberação de outros hormônios que modulam o tônus vascular. Tais aspectos podem ser importantes para a regulação do fluxo sanguíneo e do consumo de oxigênio pelos tecidos após o exercício (Børsheim *et al.*, 1998<sup>a</sup>). Dessa forma, compreende-se que o aumento da atividade simpática pode constituir um dos mecanismos responsáveis pelo componente lento do EPOC (Børsheim *et al.*, 1998<sup>a</sup>).

Tem sido observado um aumento na oxidação de ácidos graxos e no ciclo triacilglicerol-ácidos graxos após o exercício, sendo as catecolaminas reguladoras essenciais desse processo (Børsheim *et al.*, 1998<sup>a</sup>). O custo energético associado ao aumento desse ciclo pode ser responsável por uma parte significativa do EPOC ( $\approx 50\%$ ) após o exercício (Bahr *et al.*, 1990). No entanto, estudos realizados com a administração de  $\beta$ -bloqueadores não subscrevem o papel da atividade simpática sobre a taxa metabólica após o exercício (Børsheim *et al.*, 1998<sup>b</sup>). A principal contribuição da atividade simpática sobre o EPOC parece estar nos processos metabólicos e bioquímicos estimulados durante o exercício, que são lentamente revertidos após o término do mesmo, inclusive na ausência de uma maior atividade simpática nesse período. Ocorre, ainda, declínio da resistência vascular periférica, que seria responsável pela diminuição dos valores de FC e, principalmente, da pressão arterial após o exercício resistido (Forjaz *et al.*, 1998). Esse efeito vasodilatador do exercício físico pode se dever ao acúmulo de metabólitos musculares provocado pelo exercício (potássio, lactato e adenosina) (Hussain *et al.*, 1996) ou à dissipação do calor produzido pelo exercício físico (Franklin *et al.*, 1993).

Alguns dos mecanismos vasodilatadores citados anteriormente, tais como a produção e liberação de alguns metabólitos e a produção de calor podem ser potencializadas pela maior duração do exercício físico ou pela maior massa muscular envolvida nos exercícios e ter impacto importante sobre o EPOC (Gordon *et al.*, 1985). Entretanto, Willians *et al.* (2004) analisaram a relação do EPOC com a hiperemia de membros inferiores e a hipotensão pós-exercício (HPE), utilizando exercício aeróbio (bicicleta ergométrica). Em sujeitos normotensos jovens, após trabalharem com intensidade de 60% do VO<sub>2</sub> de pico e durante 60 min, não houve relação causal entre EPOC, hiperemia e HPE, visto que o EPOC após 60 min permanecia elevado, mas a hiperemia de membros inferiores e a pressão arterial retornaram aos níveis de repouso. Desse modo, a relação de variáveis cardiovasculares com o EPOC em ECR necessita de estudos complementares.

### **3.5.5 Quociente respiratório (RER) durante e após as diferentes sessões de ECR**

Sabe-se que o ECR extenuante é dependente do metabolismo anaeróbio de fosfocreatina e glicogênio, o que leva à diminuição do armazenamento dessas fontes de energia (Pascoe *et al.*, 1993). Durante o exercício, há a utilização de tais fontes de energia e a sua ressíntese durante os IR entre as séries e exercícios. Na verdade, a modulação metabólica durante o exercício e recuperação é participativa de carboidratos, gorduras e proteínas pode ser analisada indiretamente pela interpretação do RER, principalmente para apreciar a influência da manipulação de variáveis de prescrição sobre a taxa de oxidação lipídica no pós-exercício (Melby *et al.*, 1993; Binzen *et al.*, 2001; Haddock e Wilkin, 2006; Ormsbee *et al.*, 2007).

Entretanto, a característica anaeróbia do ECR pode afetar a sensibilidade dos valores do RER durante a execução dos experimentos, uma vez que em intensidades máximas voluntárias há bloqueio respiratório involuntário. Uma hipótese para explicar os valores

elevados do RER durante o ECR detectados na presente coleta de dados, conforme sugerido por Ratamess *et al.* (2007), pode estar atrelada ao bloqueio respiratório entre os ciclos respiratórios, o que poderia influenciar a recepção dos valores obtidos pelo *software* do analisador de gases. Entretanto, não foi possível encontrar estudos que façam essa relação ou ainda, que venham discutir a obtenção de valores de RER acima dos 1,4 da razão  $VCO_2/VO_2$ .

Dentre os estudos selecionados, verificou-se que apenas Ratamess *et al.* (2007) analisaram as respostas cardiorrespiratórias, incluindo o RER, durante e após as situações experimentais envolvendo diferentes IR. Nenhum estudo buscou investigar a influência da massa muscular sobre a dinâmica do RER e, ainda, dois outros estudos relataram o RER durante e após a sessão de ECR (Haddock & Wilkin, 2005; Thornton & Potteiger, 2002). Haddock & Wilkin (2005) e Thornton & Potteiger (2002) investigaram a influência do volume e da intensidade sobre as respostas cardiorrespiratórias, respectivamente.

Ratamess *et al.* (2007), testaram diferentes IR em duas intensidades de treinamento (10 rep a 75% de 1RM e 5 rep a 85% de 1RM). Os IR testados foram de 30 s, 1 min, 2 min, 3 min e 5 min para cada intensidade, no exercício supino reto. Independentemente da situação experimental, houve aumento progressivo dos valores de RER ao longo das séries. Entretanto, a combinação de 5 rep a 85% de 1RM e intervalo de 2 min produziu a maior magnitude do RER entre os experimentos ( $1,34 \pm 0,15$ ), valor estabilizado entre a segunda e a quinta séries, mas não foi verificada interação significativa entre as demais situações (30 s =  $1,18 \pm 0,08$ ; 1 min =  $1,30 \pm 0,15$ ; 3 min =  $1,27 \pm 0,15$  e 5 min =  $1,15 \pm 0,20$ ;  $P > 0,05$ ). A mesma tendência foi observada para o exercício realizado com 10 rep a 75% de 1RM (30 s =  $1,19 \pm 0,11$ ; 1 min =  $1,28 \pm 0,13$ ; 2 min =  $1,29 \pm 0,15$ ; 3 min =  $1,18 \pm 0,11$  e 5 min =  $1,13 \pm 0,11$ ;  $P > 0,05$ ). Os resultados obtidos na presente dissertação divergem dos observados por Ratamess *et al.* (2007). Verificou-se que tanto a execução do LP (1 vs 3 min) quanto o VP (1 vs 3 min) apresentaram

diferenças significativas para o RER no decorrer dos experimentos. As razões para tal diferença podem derivar das características do programa de exercício, principalmente no tocante ao exercício adotado, além da própria intensidade utilizada. Maiores considerações são dificultadas pela carência de pesquisas com essa finalidade. Apenas para ilustrar, Haddock & Wilkin (2005) e Thornton & Potteiger (2002) não verificaram diferença significativas entre seus experimentos, no que diz respeito à influência da manipulação do volume (Haddock & Wilkin, 2005) ou intensidade (Thornton & Potteiger, 2002) das sessões sobre o RER durante as séries.

Durante a recuperação, a partir de exercícios que resultam em depleção de glicogênio, o lipídio torna-se o principal substrato oxidado, para que o carboidrato possa ser utilizado para a ressíntese de glicogênio (Melby *et al.*, 1993). Com essa perspectiva, Ratamess *et al.* (2007) também analisaram o RER durante o EPOC, mas não relataram diferença significativa entre as situações experimentais. A ocorrência de oxidação lipídica também não foi significativa em relação aos valores de repouso ( $P>0,05$ ). Entretanto, viu-se que, no momento em que havia uma tendência a aumentar a diferença entre o RER pós-exercício e o RER de repouso, a medida foi interrompida (30 min de aferição). Mais uma vez, os resultados obtidos na presente dissertação divergem desses dados. Verificou-se diferença entre as situações LP1 vs LP3 no quarto minuto da fase de recuperação pós-exercício. Entretanto, vale ressaltar que a diferença se deu ainda em momento de predomínio do metabolismo anaeróbio ( $RER>1$ ). Já durante o predomínio do metabolismo aeróbio ( $RER<0,8$ ) os resultados são similares, ocorrendo em ambos os estudos o retorno do RER à linha de base entre o décimo e o vigésimo minuto da recuperação ( $P>0,05$  entre os experimentos), entretanto, nossos resultados mostram oxidação lipídica à partir do quadragésimo minuto ( $P<0,05$ ). Novamente, as razões para as diferenças apontadas podem estar nas características do protocolo de ECR,

principalmente no tocante aos exercícios adotados, da intensidade, além claro do período de observação pós-exercício.

De forma geral, acredita-se que o ECR pode favorecer a diminuição da gordura corporal e que, uma vez controlada a ingestão calórica, contribuiria com um balanço energético favorável para a manutenção ou perda de peso. Entretanto, os resultados são divergentes, independentemente da forma de treinamento. Alguns estudos confirmam uma maior taxa de oxidação lipídica após sessão de ECR (Melby *et al.*, 1993; Binzen *et al.*, 2001; Haddock e Wilkin, 2006; Ormsbee *et al.*, 2007), enquanto outros não tiveram êxito em demonstrá-la (Jamurtas *et al.*, 2004; Melanson *et al.*, 2005; Ratamess *et al.*, 2007; Thornton & Potteiger, 2002).

Deve-se salientar que um dos aspectos que mais contribui para o baixo RER, principalmente na recuperação de atividades intensas, é o reabastecimento das reservas de bicarbonato, cuja produção metabólica necessita da incorporação de CO<sub>2</sub> em sua estrutura molecular. Isso resulta em menor VCO<sub>2</sub> e, conseqüentemente, em menor RER, sugerindo uma falsa idéia de aumento na oxidação de gorduras (Hill *et al.*, 1995). Com isso, torna-se difícil quantificar a oxidação lipídica na fase de recuperação do exercício.

É igualmente importante recordar que as situações experimentais da presente dissertação envolveram a realização de único exercício (VP ou LP) e carga de trabalho com intensidade moderada (10 repetições com carga de 15RM). Dessa forma, há sérias limitações para apreciar a influência da oxidação lipídica como representativa da utilização da gordura para a ressíntese de glicogênio. Talvez o que mais tenha influenciado o RER tenha sido a latência da atividade simpática aumentada durante o EPOC. Durante o exercício, as catecolaminas estimulam a glicogenólise, glicólise e lipólise, influenciam a liberação de outros hormônios e modulam o tônus vascular (Børsheim *et al.*, 1998<sup>a</sup>). Dessa forma,

compreende-se que o aumento da atividade simpática pode constituir um dos mecanismos responsáveis pelo componente lento do EPOC, além do aumento na oxidação de ácidos graxos e no ciclo triacilglicerol-ácidos graxos após o exercício, sendo as catecolaminas reguladoras essenciais desse processo (Børsheim *et al.*, 1998<sup>a</sup>).

Verificou-se que tanto o curto IR quanto a maior massa muscular dos exercícios associaram-se a um maior grau de anaerobiose nos primeiros minutos da fase de recuperação, mas isso não influenciou de forma significativa a oxidação lipídica no decorrer do período de observação. Talvez o motivo de não se ter detectado diferença entre os experimentos sobre a taxa de oxidação lipídica no pós-exercício resida no fato de o período de trabalho ter sido muito curto (apenas 5 séries de 1 exercício). A influência da duração de uma sessão de exercício sobre a taxa de oxidação lipídica é corroborada por estudos que utilizaram números de exercícios e duração maior que a presentemente adotada, como no caso de Melby *et al.*, 1993 (90 min); Binzen *et al.*, 2001 (45 min); Thornton e Potteiger, 2002 (31 min); Haddock e Wilkin, 2006 (21 e 63 min) e Ormsbee *et al.*, 2007 (30 min).

Pode-se cogitar, ainda, que se houvesse continuidade da medida haveria continuidade da oxidação lipídica abaixo da linha de base, mas não é possível prever se ocorreria diferença entre os experimentos. Desta forma, outros estudos que tenham por objetivo analisar o RER após ECR devem adotar períodos de observação maiores que 90 minutos, além de adotar experimentos com maior número de exercícios.

### **3.6. Conclusões**

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, pode-se concluir que:

- 1) Intervalos de recuperação de 3 min induziram maior  $VO_2$  durante as sessões, mas menores EPOCs. Em termos de  $VO_2$  total (sessão de ECR + EPOC), a manipulação do intervalo de recuperação não exerceu influência significativa;

2) A sessão envolvendo o *leg press* induziu praticamente o dobro do  $VO_2$  total decorrente da execução do voador peitoral. A maior massa muscular em ambos os intervalos de recuperação foi responsável pela maior magnitude do  $VO_2$  e, conseqüentemente, maior gasto energético total;

3) A maior massa muscular (*leg press*) associada ao curto intervalo de recuperação (1 min) foi a única estratégia a influenciar a magnitude do EPOC;

4) O RER não sofreu influência significativa dos intervalos de recuperação, mais tendeu a ser maior para o exercício com maior massa muscular. Não houve diferença significativa para a taxa de oxidação lipídica entre as situações experimentais.

Em suma, na perspectiva da prescrição do exercício, a manipulação do intervalo de recuperação para um maior gasto energético total deveria basear-se exclusivamente no nível de treinabilidade dos praticantes de ECR, já que não houve diferença estatística entre as situações experimentais conduzidas. Já a massa muscular deve ser levada em consideração, pois o gasto energético total pode ser o dobrado, quando exercícios que envolvam grandes grupos musculares são acionados, em detrimento de exercícios com menor solicitação muscular.

Novos experimentos necessitam ser conduzidos para elucidar possíveis aspectos determinantes das respostas cardiorrespiratórias em ECR, em especial a manipulação da ordem dos exercícios e a utilização de intervalos de recuperação diferenciados entre séries e exercícios. Esses estudos poderão fornecer informações importantes para a detecção de uma estratégia efetiva para programas de ECR visando alto gasto energético. Finalmente, cabe ressaltar a importância dos estudos buscarem uma padronização de procedimentos metodológicos que minimizem a influência de variáveis potencialmente intervenientes, aumentando a sua validade interna e externa e propiciando maior comparabilidade entre os resultados obtidos.



## Referências

ACSM. American College of Sports Medicine. **Guidelines for Exercise Testing and Prescription**, 7th Ed. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins, 2006.

ACSM. Position Stand: Appropriate Physical Activity Intervention Strategies for Weight Loss and Prevention of Weight Regain for Adults. **Med Sci Sports Exerc** 2009; 41(2):459-71.

AHA/ACSM. American Heart Association and American College of Sports Medicine. Physical Activity and Public Health: Updated recommendation for Adults. **Med Sci Sports Exerc** 39(8):1423–1434, 2007.

Baechle TR, Earle RW (Org.) **Essentials of Strength Training and Conditioning**. 2° ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2000.

Bahr R, Hanson P, Sejersted OM. Triglyceride/fatty acid cycling is increased after exercise. **Metabolism** 1990; 39:993-99.

Ballor DL, Becque MD, Katch VL. Metabolic responses during hydraulic resistance exercise. **Med Sci Sports Exerc** 1987; 19:363–367.

Bangsbo J, Gollnick PD, Graham TE, Juel C, Kiens B, Mizuno M, Saltin B. Anaerobic Energy Production and O<sub>2</sub> Deficit-debt relationship during exhaustive exercise in humans. **Journal of Physiology** 1990; 422: 539-559.

Binzen CA, Swan PD, Manore MM. Postexercise oxygen consumption and substrate use after resistance exercise in women. **Med Sci Sports Exerc** 2001; 33(6):932-38.

Børsheim E, Bahr R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. **Sports Med** 2003; 33(14):1037-60.

Børsheim E, Knardahl S, Hostmark AT, Bahr R. Adrenergic control of post-exercise metabolism. **Acta Physiol Scand** 1998<sup>a</sup>; 162(3):313-23.

Børsheim E, Bahr R, Hostmark AT, Knardahl S. Effect of beta-adrenoceptor blockade on post-exercise oxygen consumption and triglyceride/fatty acid cycling. **Metabolism** 1998<sup>b</sup>; 47(4):439-48.

Burleson Jr MA, O'byant HS, Stone MH, Collins MA, Triplett-McBride T. Effect of weight training exercise and treadmill exercise on post-exercise oxygen consumption. **Med Sci Sports Exerc** 1998; 30(4):518-22.

Carrington CA, Ubolsakka C, White MJ. Interaction between muscle metaboreflex and mechanoreflex modulation of arterial baroreflex sensitivity in exercise. **J Appl Physiol** 2003; 95:43-8.

Collins MA, Cureton KJ, Hill DW, Ray CA. Relation of plasma volume change to intensity of weight lifting. **Med Sci Sports Exerc** 1989; 21(2):178-85.

Compher C, Frankenfield D, Keim N, Roth-Yousey L. Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. **J Am Diet Assoc** 2006; 106(6):881-903.

Cooling J, Blundell J. Differences in energy expenditure and substrate oxidation between habitual high fat and low fat consumers (phenotypes). **Int J Obes Relat Metab Disord** 1998;22(7):612-8.

D'Assunção W, Daltro M, Simão R, Polito M, Monteiro W. Respostas cardiovasculares agudas no treinamento de força conduzido em exercícios para grandes e pequenos grupamentos musculares. **Rev Bras Med Esporte** 2007; 13(2):118-22.

Dolezal BA, Potteiger JA, Jacobsen DJ, Benedict SH. Muscle damage and resting metabolic rate after acute resistance exercise with an eccentric overload. **Med Sci Sports Exerc** 2000; 32(7):1202-7.

Du Bois D, Du Bois EF. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. **Arch Int Med** 1916; 17:863-71.

Edwards RH, Wiles CM. Energy exchange in human skeletal muscle during isometric contraction. **Circ Res** 1981; 48:111-17.

FAO (Food and Agriculture Organization)/WHO (World Health Organization)/UNU (United Nations University), 1985. **Energy and Protein Requirements**. WHO Technical Report Series 724, Geneva: WHO.

Farinatti PTV, Simão RF, Monteiro WD, Fleck S. Influence of exercise order on oxygen uptake during strength training in young women. **J Strength Cond Res** 2009; 20:1037-1044.

Farinatti PTV, Assis BFC. Estudo de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto em exercícios contraresistência e aeróbio contínuo. **Rev Bras Ativ Fís Saúde** 2000; 5(2):5-16.

Forjaz, CLM, Santaella DF, Rezende LO, Barreto ACP, Negrão CE. A duração do exercício determina a magnitude e a duração da hipotensão pós-exercício. **Arq Bras Cardiol** 1998; 70(2):99-104.

Franklin PJ, Green DJ, Cable NT. The influence of thermoregulatory mechanisms on post-exercise hypotension in humans. **J Physiol** 1993;437:231-41.

Gaesser GA, Brooks GA. Metabolic bases of excess post-exercise oxygen consumption: a review. **Med Sci Sports Exerc** 1984; 16(1):29-43.

Gordon NF, Russell HMS, Kruger PE, Illiers JF. Thermoregulatory Responses to Weight Training. **J Sports Med** 1985; 6(3):145 -150.

Greenland P, Daviglius ML, Dyer AR, Liu K, Huang CF, Goldberger JJ, et al. Resting heart rate is a risk factor for cardiovascular and noncardiovascular mortality: the Chicago Heart Association Detection Project in Industry. **Am J Epidemiol** 1999;149:853-62.

- Haddock BL, Wilkin LD. Resistance training volume and post exercise energy expenditure. **Int J Sports Med** 2005; 26:1-6.
- Haltom RW, Kraemer RR, Sloan RA, Hebert EP, Frank K, Tryniecki JL. Circuit weight training and its effects on excess postexercise oxygen consumption. **Med Sci Sports Exerc** 1999; 31(11):1613-8.
- Hill JO, Melby CL, Johnson SL, Peters JC. Physical activity and energy requirements. **Am J Clin Nutr** 1995;62(suppl):1059-66.
- Hulmi JJ, Volek JS, Selänne H, Mero AA. Protein ingestion prior to strength exercise affects blood hormones and metabolism. **Med Sci Sports Exerc** 2005; 37(10):1990-7.
- Hunter GR, Seelhorst D, Snyder S. Comparison of metabolic and heart rate responses to super slow vs. traditional resistance training. **J Strength Cond Res** 2003; 17(1):76-81.
- Hussain ST, Smith RE, Medbak S, Wood RF, Whipp BJ. Haemodynamic and metabolic responses of the lower limb after high intensity exercise in humans. **Exp Physiol** 1996;81(2):173-87.
- Jamurtas AZ, Koutedakis Y, Paschalis V, Tofas T, Yfanti C, Tsiokanos A, Koukoulis G, Kouretas D, Loupos D. The effects of a single bout of exercise on resting energy expenditure and respiratory exchange ratio. **Eur J Appl Physiol** 2004; 92:393-398.
- Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. **Br J Nutr** 1978;40:497-504.
- Kalb JS, Hunter GR. Weight training economy as a function of intensity of the squat and overhead press exercise. **J Sports Med Phys Fit** 1991; 31:154-60.
- Kang, J, Hoffman JR, Im J, Spiering BA, Ratamess N.A, Rundell KW, Nioka S, Cooper J, Chance B. Evaluation of physiological responses during recovery following three resistance exercise programs. **J Strength Cond Res** 2005; 19(2):305-309.
- Katch FI, Freedson PS, Jones CA. Evaluation of acute cardiorespiratory responses to hydraulic resistance exercise. **Med Sci Sports Exerc** 1985;17(1):168-73.
- Kraemer WJ, Noble BJ, Clark MJ, Culver BW. Physiologic responses to heavy-resistance exercise with very short rest periods. **Int J Sports Med** 1987; 8:247-252.
- Kraemer WJ, Volek JS, Clarck KL, Gordon SE, Incledon T, Puhl SM. Physiological adaptations to a weight-loss dietary regimen and exercise programs in women. **J Appl Physiol** 1997; 83:270-79.
- La Chance PF, Hortobagyi T. Influence of cadence on muscular performance during push-up and pull-up exercise. **J Strength Cond Res** 1994; 8:76-9.
- Lewis SF, Snell PG, Taylor WF, Hamra M, Graham RM, Pettinger WA, Blomqvist CG. Role of muscle mass and mode of contraction in circulatory responses to exercise. **J Appl Physiol** 1985; 58: 146-51.

Lyons S, Richardson M, Bishop P, Smith J, Heath H, Giesen J. Excess post-exercise oxygen consumption in untrained men following exercise of equal energy expenditure: comparisons of upper and lower body exercise. **Diabetes, Obesity and Metabolism** 2007; 9:889-894.

MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. **J Appl Physiol** 1985;58:785-90.

Mazzetti S, Douglass M, Yocum A, Harber M. Effect of Explosive versus Slow Contractions and Exercise Intensity on Energy Expenditure. **Med Sci Sports Exerc** 2007; 39(8):1291-1301.

Matsuura C, Meirelles CM, Gomes, PSC. Gasto energético e consumo de oxigênio pós-exercício contraresistência. **Rev Nutr Campinas** 2006; 19(6):729-740.

McArdle WD, Katch FI, Katch VL. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 5ª ed. Rio de Janeiro - Guanabara Koogan, 2003.

McCartney N. Acute responses to resistance training and safety. **Med Sci Sports Exerc** 1999; 31(1):31-37.

McMahon S, Jenkins D. Factors affecting the rate of phosphocreatine resynthesis following intense exercise. **Sports Med** 2002;32:761-784.

McNair PJ, Depledge J, Brett Kelly M, Stanley SN. Verbal encouragement: effects on maximum effort voluntary muscle action. **Br J Sports Med** 1996;30:243-245.

Melanson EL, Sharp TA, Seagle HM, Donahoo WT, Grunwald GK, Peters JC, Hamilton JT, Hill JO. Twenty-four-hour Metabolic Responses to Resistance Exercise in Women. **J Strength Cond Res** 2005; 19(1):61-66.

Melby CL, Scholl G, Edwards RH, Bullough R.. Effect of acute resistance exercise on postexercise energy expenditure and resting metabolic rate. **J Appl Physiol** 1993; 75:1847-53.

Monteiro WD, Alves de Souza D, Rodrigues MN, Farinatti PTV. Respostas cardiovasculares agudas ao exercício de força realizado em três diferentes formas de execução. **Rev Bras Med Esporte** 2008; 14(2): 94-8.

Murphy E, Schwarzkopf R. Effects of standard set and circuit weight training on excess post-exercise oxygen consumption. **J Appl Sport Sci Res** 1992; 6(2): 88-91.

National Academy Science. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients): A Report of the Panel on Macronutrients, Subcommittees on Upper Reference Levels of Nutrients and Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. **Washington, DC**. The National Academies Press, 2005.

Ormsbee MJ, Thyfault JP, Johnson EA, Kraus RM, Choi MD, Hickner RC. Fat metabolism and acute resistance exercise in trained men. **J Appl Physiol** 2007; 102:1767-1772.

- Pascoe DD, Costil DL, Fink WJ, Robergs RA, Zachwieja JJ. Glycogen resynthesis in skeletal muscle following resistive exercise. **Med Sci Sports Exerc** 1993;25:349–354.
- Phillips WT, Ziuraitis JR. Energy cost of the ACSM single-set resistance training protocol. **J Strength Cond Res** 2003; 17(2):350-5.
- Pichon CE, Hunter GR, Morris M, Bond RL, Metz J. Blood pressure and heart rate response and metabolic cost of circuit versus traditional weight training. **J Strength Cond Res** 1996; 10(3):153-56.
- Poehlman ET. Exercise and its influence on resting energy metabolism in man: a review. **Med. Sci. Sport Exerc** 1989; 21:515–525.
- Poehlman ET, Denino WF, Beckett T, Kinaman KA, Dionne IJ, Dvorak R. et al. Effects of endurance and resistance training on total daily energy expenditure in young women: a controlled randomized trial. **J Clin Endocrinol Metab** 2002; 87:104-9.
- Polito MD, Simão R, Nóbrega ACL, Farinatti PTV. Pressão arterial, frequência cardíaca e duplo-produto em séries sucessivas do exercício de força com diferentes intervalos de recuperação. **Rev Port Ciênc Desp** 2004; 4(3):7–15.
- Prabhakar NR, Peng YJ. Peripheral chemoreceptors in health and disease. **J Appl Physiol** 2004; 96: 359-366.
- Ratamess NA, Falvo MJ, Mangine GT, Hoffman JR, Faigenbaum AD, Kang J. The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. **Eur J Appl Physiol** 2007; 100:1-17.
- Ray CA, Wilson TE. Comparison of skin sympathetic nerve responses to isometric arm and leg exercise. **J Appl Physiol** 2004; 97: 160–164.
- Robergs RA, Gordon T, Reynolds J, Walker TB. Energy expenditure during bench press and squat exercises. **J Strength Cond Res** 2007; 21(1):123–130.
- Rowell LB, O’Leary DS. Reflex control of the circulation during exercise: chemoreflexes and mechanoreflexes. **J Appl Physiol** 1990; 69:407-418.
- SBC. Sociedade Brasileira de Cardiologia. IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arq Bras de Cardiol** 2007; 88(Supl I).
- Scala D, Mcmillan J, Blessing D, Rozenek R, Stone M. Metabolic cost of a preparatory phase of training in weight lifting: a practical observation. **J Appl Sports Sci Res** 1987; 1:48-52.
- Schuenke MD, Mikat RP, McBride JM. Effect of an acute period of resistance exercise on excess post-exercise oxygen consumption: implications for body mass management. **Eur J Appl Physiol** 2002; 86:411-17

Scott CB. Contribution of blood lactate to the energy expenditure of weight training. **J Strength Cond Res** 2006; 20(2):404–411.

Siri WE. Body composition from fluid space and density. In: Brozek J, Henschel A, editors. Techniques for measuring body composition. **Washington DC: National Academy of Science** 1961; 223-244.

Thornton MK, Potteiger JA. Effects of resistance exercise bouts of different intensities but equal work on EPOC. **Med Sci Sports Exerc** 2002; 34(4):715-22.

Viggiano CE, Montanna V, Greco S. Tabela de alimentos para auxiliar a contagem de carboidratos. Disponível em: [http://www.novocare.com.br/diabetes\\_profess/login\\_denied.php3](http://www.novocare.com.br/diabetes_profess/login_denied.php3), acesso em: junho/2008.

Ward SA. Ventilatory control in humans: constraints and limitation. **Exp Physiol** 2007; 92(2):357-66.

WHO. World Health Organization. **Diet, nutrition, and prevention of chronic disease**. Geneva: WHO; 2003. (Technical Report Series, 916).

Willardson JM. A Brief review: Factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. **J Strength Cond Res** 2006; 20(4), 978–984.

Williams JT, Pricher MP, Halliwill JR. Is postexercise hypotension related to excess postexercise oxygen consumption trough changes in leg blood flow? **J Appl Physiol** 2005; 98:1463-68.

Wilmore JH, Parr RB, Ward P, Vodak PA, Barstow TJ, Pipes TV, Grimditch G, Leslie P. Energy cost of circuit weight training. **Med Sci Sports Excer** 1978; 10:75-78.

## **Anexo 1 – Termo de Consentimento**

Você está sendo convidado a participar como voluntário de um experimento envolvendo a realização de exercício de força relacionado ao desenvolvimento de uma Dissertação de Mestrado, intitulada “INFLUÊNCIA DO INTERVALO DE RECUPERAÇÃO E DA MASSA MUSCULAR SOBRE O CONSUMO DE OXIGÊNIO EM SESSÃO DE EXERCÍCIO CONTRARESISTÊNCIA” a ser realizado no laboratório de fisiologia do Exercício da Universidade Salgado de Oliveira. Os professores responsáveis são: Antonio Gil Castinheiras Neto (pesquisador) e Paulo de Tarso Veras Farinatti (orientador).

Estou ciente de que será realizada a seguinte bateria de testes e treinamento:

1. Medidas antropométricas para determinação da composição corporal;
2. Medida do gasto energético pré-exercício (análise da troca gasosa, por espirometria)
3. Teste de 15 repetições máximas nos exercícios voador peitoral e *leg press*;
4. Treinamento de força no qual foram realizadas cinco séries dos exercícios supracitados, com análise concomitante de gases.

### **O Estudo**

No total, serão necessárias 6 (seis) visitas ao laboratório. A seguir, serão explicados, todos os procedimentos envolvidos no estudo. É muito importante que você entenda tudo o que está escrito. Leia atentamente o texto e, mediante qualquer dúvida, não hesite em questionar-nos.

Este estudo testará quatro protocolos de exercício contraresistência e, serão necessárias 6 (seis) visitas ao laboratório para concluímo-nas. A primeira será destinada à avaliação da composição corporal, medida do gasto energético pré-exercício e do teste de 15 RM em dois exercícios (*leg-press* e voador peitoral). A segunda será para o re-teste dos valores alcançados no teste de 15RM, espaçados por intervalo de 48 a 72 horas. A terceira, quarta, quinta e sexta visitas serão para a realização dos seguintes experimentos: 5 séries de 10 rep de 15RM com 1 ou 3 minutos de intervalo entre séries e exercícios em um dos 2 exercícios (*leg-press* ou voador). A duração prevista é de 115 a 135 min.

**Recomendações para os Testes:**

Não pratiquem qualquer tipo de atividade física nas 48 horas antes dos experimentos;

Não consumirem bebidas alcoólicas, coladas, com cafeína ou estimulantes nas 24 horas precedentes ao teste;

Não mude sua dieta habitual durante todo o período de testes;

Jante às 22:00;

Tome o lanche recomendado às 07:00 (2 h antes do teste);

No dia da visita ao nosso laboratório, realizar o mínimo de esforço.

Estou ciente também de que poderei interromper ou até mesmo abandonar este estudo a qualquer momento, sem que nenhuma implicação recaia sobre mim, além de concordar para fins científicos com a utilização das informações obtidas nesse estudo, desde que não seja divulgada minha identidade.

Após o estudo, poderei receber, sem nenhum ônus, os resultados da pesquisa.

Niterói, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2008

Assinatura do voluntário \_\_\_\_\_

Autorização

Prof. Dr. Paulo TV Farinatti

**Pesquisador responsável:** Antonio Gil Castinheiras Neto.

Telefone: (21) 8118-4184



**Anexo 2 – Mapeamento da Ingestão Alimentar nas últimas 24 Horas**

> Lanche matinal (porções – g/ml) horário:

sólidos

pastas

líquidos

> Almoço (porções – g/ml) horário:

sólidos

pastas

líquidos

> Lanche da tarde (porções – g/ml) horário:

sólidos

pastas

líquidos

> Jantar (porções – g/ml) horário:

sólidos

pastas

líquidos

> Alimentos ingeridos em diversos horários (porções – g/ml) horário:

sólidos

pastas

líquidos

> Observações:

**Anexo 3 - Anamnese**

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

## Questionário de Prontidão para Atividade Física (PAR-Q)

O bom senso é seu melhor guia ao responder estas questões. Queira ler as questões com extremo cuidado e responder cada uma delas com honestidade: checar SIM ou NÃO.

Algum médico já disse que você possui algum problema de coração e que só deveria realizar atividade física supervisionada por profissionais de saúde?

NÃO ( ) SIM ( ) – Descreva:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Você sente dores no peito quando pratica atividade física?

NÃO ( ) SIM ( ) – Descreva:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

No último mês você sentiu dores no peito quando praticava atividade física?

NÃO ( ) SIM ( ) – Descreva:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Você apresenta desequilíbrio devido a tontura e/ou perda da consciência?

NÃO ( ) SIM ( ) – Descreva:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Você possui algum problema ósseo ou articular que poderia ser piorado pela atividade física?

NÃO ( ) SIM ( ) – Descreva:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Você toma atualmente algum medicamento para pressão arterial e/ou problema de coração?

NÃO ( ) SIM ( ) – Descreva:

---

---

Você está a par de alguma outra razão pela qual não deveria realizar uma atividade física?

NÃO ( ) SIM ( ) – Descreva:

---

---

Histórico de Atividade Física:

Você pratica alguma atividade física? SIM ( ) NÃO ( )

Caso a resposta seja SIM:

Qual \_\_\_\_\_

Tempo (meses) \_\_\_\_\_

Frequência Semanal \_\_\_\_\_

Duração (min/sessão) \_\_\_\_\_

Informações Adicionais:

Qual o meio de locomoção que você utilizará para deslocar-se até o laboratório?

( ) carro ( ) à pé ( ) outro \_\_\_\_\_

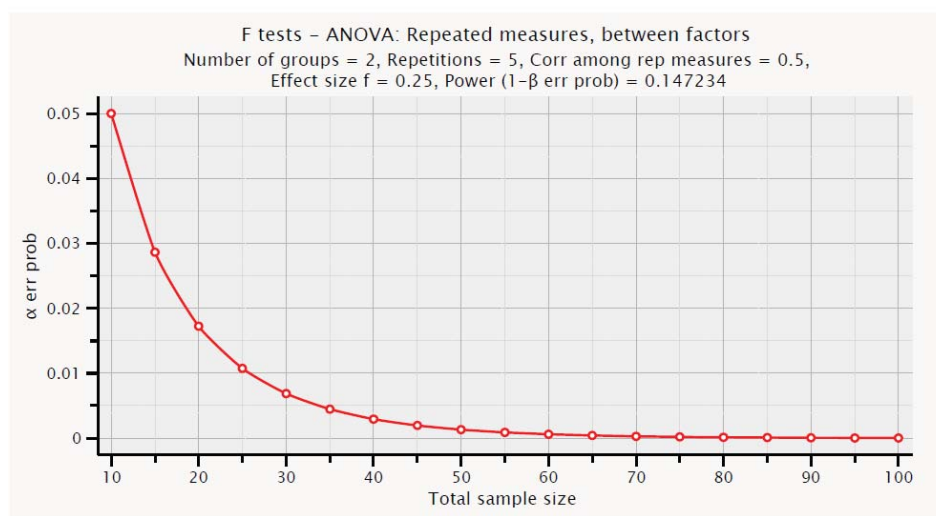
Quanto tempo de deslocamento? \_\_\_\_\_

Li, compreendi e completei este questionário. Todas as dúvidas que eu tinha foram respondidas de uma maneira plenamente satisfatória.

Assinatura: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

#### Anexo 4 – Cálculo do Número de Amostras, Utilizando o *Software G\*POWER 3.0.10*



#	Total Sample Size	$\alpha$ error probability
1	10	0.0500000
2	15	0.0286465
3	20	0.0172569
4	25	0.0107563
5	30	0.0068701
6	35	0.0044699
7	40	0.0029495
8	45	0.0019692
9	50	0.0013274
10	55	0.0009020

## Anexo 5 – Autorização do Comitê de Ética Institucional



Universidade Salgado de Oliveira – UNIVERSO  
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa  
Comitê de Ética em Pesquisa em Humanos e Animais (CEP-UNIVERSO)

Parecer Projeto nº: **44/2008**

Do: Coordenador do CEP-UNIVERSO  
A(o): Sr(a). Antonio Gil Castinheiras Neto  
Assunto: Parecer sobre protocolo de pesquisa  
Data: 11/11/2008

Sr. Pesquisador,

Informo a V. S.<sup>a</sup> que o CEP UNIVERSO constituído nos termos da Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, recebeu, analisou e emitiu parecer sobre a documentação referente ao protocolo de Pesquisa e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme abaixo discriminado:


- Título do Projeto: *Influência do intervalo de recuperação e da massa muscular sobre o consumo de oxigênio em excesso após sessão de exercício contra-resistência.*
- Pesquisador Responsável: Antonio Gil Castinheiras Neto
- Data de Apreciação do parecer: 25/9/2008
- Parecer: **Aprovado**
- Pendências: Inexistente

Informo ainda, que V. S.<sup>a</sup> deverá apresentar relatório final para este Comitê acompanhar o desenvolvimento do projeto (item VII.13.d., da Resolução nº 196/96 – CNS/MS).

Atenciosamente,

  
Prof. Márcio Dutra

Pró-Reitor de Pós-Graduação e Pesquisa

  
Prof.<sup>a</sup> Roberta Barcelos

Coordenadora do CEP/UNIVERSO

**Anexo 6 – Dados Brutos da Característica da Amostra, além dos Valores do Teste e reteste para as Variáveis VO<sub>2</sub> e RER**

Sujeitos	Idade	Peso (kg)	Estatura (cm)	% Gordura	Área Sup/Corp	FC rep	TMR-teste	TMR-reteste	TMR-média	QR-repouso	QR-reteste	QR-média
1	28	86,6	182,5	16,8	2,08	64	0,23	0,23	0,23	0,73	0,75	0,74
2	19	79,0	180,0	11,8	1,99	71	0,23	0,22	0,22	0,82	0,80	0,81
3	27	73,5	181,0	14,0	1,94	66	0,14	0,16	0,15	0,81	0,79	0,80
4	27	70,2	175,2	16,0	1,85	65	0,13	0,15	0,14	0,78	0,79	0,79
5	29	90,8	192,0	15,0	2,21	54	0,17	0,18	0,18	0,86	0,82	0,84
6	28	64,0	166,1	11,0	1,71	59	0,21	0,20	0,21	0,76	0,76	0,76
7	24	77,4	181,2	16,1	1,97	64	0,17	0,17	0,17	0,84	0,81	0,83
8	25	82,2	184,3	15,2	2,05	71	0,19	0,17	0,18	0,80	0,74	0,77
9	26	79,0	177,1	12,4	1,96	65	0,18	0,19	0,19	0,69	0,70	0,70
10	27	78,0	178,0	14,1	1,95	59	0,23	0,20	0,22	0,79	0,77	0,78

**Anexo 7 – Valores da Carga Obtida nos Testes de 15RM (Voador Peitoral e *Leg press*), além dos Valores do Re-teste**

Sujeitos	Teste 15 RM LP (Kg)	Reteste 15RM	Teste 15 RM VP (kg)	Reteste 15RM
1	70	70	30	35
2	80	85	30	30
3	55	57	25	27
4	65	67	40	40
5	55	55	20	20
6	75	75	30	30
7	70	70	30	30
8	68	70	30	30
9	75	75	30	30
10	80	80	32	35

**Anexo 8 – Quantificação da Ingestão Diária dos Participantes e a Proporção dos Macronutrientes Ingeridos**

Suj 1	lanche manhã	almoço	lanche tarde	jantar	diversos	total
kcal	298	656	512	612	265	2343
%ptn	14	20	12	16	17	15,8
%carb	68	63	68	54	53	61,2
%g	18	17	19	30	30	22,8
Suj 2	lanche manhã	almoço	lanche tarde	jantar	diversos	total
kcal	419	683	334	777	236	2449
%ptn	9	13	16	10	8	11,2
%carb	67	62	53	69	70	64,2
%g	24	25	31	21	22	24,6
Suj 3	lanche manhã	almoço	lanche tarde	jantar	diversos	Total
Kcal	385	710	310	693	241	2339
%ptn	10	14	8	9	12	10,6
%carb	59	64	45	66	70	60,8
%g	31	22	47	25	18	28,6



Suj 4	lanche manhã	almoço	lanche tarde	jantar	diversos	Total
Kcal	411	644	333	666	403	2457
%ptn	11	14	10	14	8	11,4
%carb	62	55	66	55	70	61,6
%g	28	31	24	31	22	27,0
Suj 5	lanche manhã	almoço	lanche tarde	jantar	diversos	Total
kcal	344	644	486	627	274	2377
%ptn	11	15	10	12	9	11,4
%carb	43	60	66	63	70	60,4
%g	46	25	24	25	21	28,2
Suj 6	lanche manhã	almoço	lanche tarde	jantar	diversos	Total
Kcal	280	690	350	710	220	2250
%ptn	10	37	10	10	10	15,4
%carb	80	43	70	60	50	60,6
%g	10	20	20	30	40	24,0
Suj 7	lanche manhã	almoço	lanche tarde	jantar	diversos	Total
Kcal	404	682	321	682	359	2440
%ptn	17	19	11	19	8	14,8
%carb	61	54	69	54	56	58,8
%g	22	27	20	27	36	26,4

Suj 8	lanche manhã	almoço	lanche tarde	jantar	diversos	Total
Kcal	412	682	419	682	420	2558
%ptn	10	18	10	18	9	13,0
%carb	66	57	70	57	70	64,0
%g	23	25	20	25	21	23,0
Suj 9	lanche manhã	almoço	lanche tarde	jantar	diversos	Total
Kcal	333	617	413	617	505	2485
%ptn	9	11	9	11	10	10,0
%carb	74	70	66	70	64	68,8
%g	17	19	26	19	26	21,2
Suj 10	lanche manhã	almoço	lanche tarde	jantar	diversos	Total
kcal	399	744	338	625	373	2417
%ptn	9	14	10	12	14	11,8
%carb	66	61	59	60	70	63,2
%g	23	25	31	28	16	24,6

**Anexo 9 – Dados Brutos do VO2 Durante as Situações Experimentais**

ind	exerc	intervalo	TMR	s1	i1	s2	i2	s3	i3	s4	i4	s5
1	vp	1	2,65	4,40	9,40	7,99	9,33	8,31	9,87	8,45	11,30	10,00
1	vp	3	2,65	4,17	8,10	7,67	8,69	8,16	8,78	8,17	8,71	8,35
1	lp	1	2,65	5,50	12,96	14,78	22,87	18,56	24,00	19,30	23,80	20,10
1	lp	3	2,65	5,22	11,54	10,29	15,39	11,03	17,70	11,26	17,30	12,00
2	vp	1	2,84	4,30	6,03	5,13	5,85	6,21	8,06	6,62	8,51	7,86
2	vp	3	2,84	4,27	5,23	3,62	5,50	4,95	5,70	3,85	5,77	4,57
2	lp	1	2,84	5,20	9,31	12,42	13,52	13,46	14,53	13,23	15,82	14,31
2	lp	3	2,84	5,30	8,09	7,52	8,83	8,10	9,66	8,66	9,71	9,05
3	vp	1	2,04	3,30	11,20	9,79	11,13	10,11	11,67	10,25	13,10	11,80
3	vp	3	2,04	3,20	9,90	9,47	10,49	9,96	10,58	9,97	10,51	10,15
3	lp	1	2,04	7,30	14,76	16,58	24,67	20,36	25,80	21,10	25,60	21,90
3	lp	3	2,04	7,02	13,34	12,09	17,19	12,83	19,50	13,06	19,10	13,80
4	vp	1	2,00	2,40	7,40	5,99	7,33	6,31	7,87	6,45	9,30	8,00
4	vp	3	2,00	2,17	6,10	5,67	6,69	6,16	6,78	6,17	6,71	6,35
4	lp	1	2,00	3,50	10,96	12,78	20,87	16,56	22,00	17,30	21,80	18,10
4	lp	3	2,00	3,22	9,54	8,29	13,39	9,03	15,70	9,26	15,30	10,00
5	vp	1	2,18	3,00	7,37	6,47	7,19	7,55	9,40	7,96	9,85	9,20
5	vp	3	2,18	3,00	6,57	4,96	6,84	6,29	7,04	5,19	7,11	5,91
5	lp	1	2,18	7,00	10,65	13,76	14,86	14,80	15,87	14,57	17,16	15,65
5	lp	3	2,18	3,59	9,43	8,86	10,17	9,44	11,00	10,00	11,05	10,39
6	vp	1	3,16	2,82	6,00	5,10	5,82	6,18	8,03	6,59	8,48	7,83
6	vp	3	3,16	4,15	5,20	3,59	5,47	4,92	5,67	3,82	5,74	4,54
6	lp	1	3,16	4,17	9,28	12,39	13,49	13,43	14,50	13,20	15,79	14,28
6	lp	3	3,16	4,23	8,06	7,49	8,80	8,07	9,63	8,63	9,68	9,02
7	vp	1	2,70	4,00	9,46	8,05	9,39	8,37	9,93	8,51	11,36	10,06

7	vp	3	2,70	5,00	8,16	7,73	8,75	8,22	8,84	8,23	8,77	8,41
7	lp	1	2,70	4,88	13,02	14,84	22,93	18,62	24,06	19,36	23,86	20,16
7	lp	3	2,70	2,80	11,60	10,35	15,45	11,09	17,76	11,32	17,36	12,06
8	vp	1	2,34	3,00	6,10	5,20	5,92	6,28	8,13	6,69	8,58	7,93
8	vp	3	2,34	4,20	5,30	3,69	5,57	5,02	5,77	3,92	5,84	4,64
8	lp	1	2,34	5,00	9,38	12,49	13,59	13,53	14,60	13,30	15,89	14,38
8	lp	3	2,34	3,00	8,16	7,59	8,90	8,17	9,73	8,73	9,78	9,12
9	vp	1	2,26	3,40	5,10	4,20	4,92	5,28	7,13	5,69	7,58	17,10
9	vp	3	2,26	4,80	4,30	2,69	4,57	4,02	4,77	2,92	4,84	15,44
9	lp	1	2,26	3,90	8,38	11,49	12,59	12,53	13,60	12,30	14,89	39,20
9	lp	3	2,26	3,40	7,16	6,59	7,90	7,17	8,73	7,73	8,78	31,65
10	vp	1	2,17	3,30	6,17	5,27	5,99	6,35	8,20	6,76	8,65	8,00
10	vp	3	2,17	3,76	5,37	3,76	5,64	5,09	5,84	3,99	5,91	4,71
10	lp	1	2,17	3,60	9,45	12,56	13,66	13,60	14,67	13,37	15,96	14,45
10	lp	3	2,17	3,70	8,23	7,66	8,97	8,24	9,80	8,80	9,85	9,19

**Anexo 10 – Dados Brutos Durante o EPOC**

ind	exerc	intervalo	TMR	r1	r2	r3	r4	r5	r10	r20	r30	r40	r50	r60	r70	r80	r90
1	vp	1	2,65	13,34	8,08	4,30	4,00	3,75	3,39	3,26	2,85	2,55	2,55	2,53	2,43	2,35	2,30
1	vp	3	2,65	12,33	6,46	3,20	3,40	3,40	3,23	2,83	2,70	2,64	2,56	2,40	2,36	2,15	2,00
1	lp	1	2,65	24,82	10,56	4,65	4,15	4,56	3,97	3,13	3,35	2,87	3,10	3,00	3,10	3,00	2,80
1	lp	3	2,65	20,10	10,30	5,00	4,00	4,20	3,00	3,81	2,72	2,60	2,50	2,25	2,15	2,00	2,10
2	vp	1	2,84	12,49	5,31	4,00	3,50	3,00	2,50	2,49	2,48	2,47	2,46	2,45	2,44	2,43	2,42
2	vp	3	2,84	12,33	5,70	4,00	3,75	3,50	3,25	3,00	2,75	2,50	2,25	2,50	2,40	2,20	2,30
2	lp	1	2,84	19,08	7,34	5,00	4,70	4,00	4,00	3,60	3,60	3,55	3,85	3,75	3,60	3,50	3,40
2	lp	3	2,84	15,40	8,09	5,30	4,20	3,80	3,80	3,54	3,58	3,99	4,16	4,40	3,80	3,50	3,30
3	vp	1	2,04	14,14	8,88	5,00	5,11	4,30	3,40	3,30	3,10	3,02	2,90	2,80	3,00	2,90	2,80
3	vp	3	2,04	13,13	7,26	3,40	3,30	3,40	3,23	2,83	2,70	2,86	2,40	2,10	2,10	2,05	2,06
3	lp	1	2,04	25,62	11,36	4,80	3,45	2,88	2,60	3,10	2,75	2,80	2,70	2,50	2,30	2,30	2,10
3	lp	3	2,04	20,90	11,10	4,50	3,40	2,90	2,63	3,00	2,55	2,35	2,35	2,25	2,25	2,00	2,00
4	vp	1	2,00	12,54	7,28	4,70	4,00	3,75	3,40	3,26	2,90	2,50	2,15	2,15	2,30	3,20	2,30
4	vp	3	2,00	11,53	5,66	4,00	3,50	3,30	2,90	2,85	2,65	2,33	2,45	2,40	2,34	2,20	2,30
4	lp	1	2,00	24,02	9,76	5,00	4,00	4,00	3,56	3,50	3,20	3,10	2,90	3,00	3,00	3,00	3,00
4	lp	3	2,00	19,30	9,50	5,00	4,00	3,80	3,00	3,60	3,00	2,70	2,50	2,60	2,40	2,30	2,35
5	vp	1	2,18	13,14	5,96	4,80	3,90	3,50	3,30	3,30	3,00	2,93	2,55	2,34	2,30	2,34	2,30
5	vp	3	2,18	12,98	6,35	4,00	3,50	3,30	3,00	2,85	2,65	2,50	2,50	2,30	2,20	2,30	2,10
5	lp	1	2,18	19,73	7,99	6,60	4,90	4,20	3,80	3,56	3,18	2,95	2,80	2,56	2,48	2,45	2,40
5	lp	3	2,18	16,05	8,74	5,80	7,00	6,20	4,60	4,00	3,30	3,10	2,80	2,70	2,40	2,20	2,20
6	vp	1	3,16	12,42	5,24	4,50	4,00	4,00	3,50	3,26	2,90	2,60	2,40	2,15	2,15	2,10	2,10
6	vp	3	3,16	12,26	5,63	4,00	3,70	3,80	3,80	3,40	3,40	3,00	2,90	2,89	2,67	2,70	2,60
6	lp	1	3,16	19,01	7,27	5,00	4,26	4,12	3,97	3,13	3,35	2,87	3,10	3,10	3,00	2,80	2,70
6	lp	3	3,16	15,33	8,02	5,00	4,00	4,00	3,74	4,00	3,80	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	2,80
7	vp	1	2,70	13,40	8,14	5,85	5,10	4,50	3,80	3,50	3,40	3,30	3,00	2,90	2,60	2,40	2,40
7	vp	3	2,70	12,39	6,52	5,30	4,70	3,90	3,80	3,40	3,40	2,90	2,89	2,67	2,70	2,60	2,70

7	lp	1	2,70	24,88	10,62	9,00	6,30	5,60	4,90	4,20	3,60	3,40	3,00	3,20	3,13	3,00	2,80
7	lp	3	2,70	20,16	10,36	7,80	5,90	5,40	4,30	3,75	3,50	3,60	3,30	3,00	2,90	2,80	2,70
8	vp	1	2,34	12,56	5,38	6,00	4,85	4,40	3,90	3,40	3,30	3,30	3,00	2,92	2,60	2,50	2,56
8	vp	3	2,34	12,40	5,77	4,20	3,87	3,30	3,12	2,87	2,78	2,60	2,70	2,50	2,40	2,00	2,10
8	lp	1	2,34	19,15	7,41	8,30	6,10	5,80	4,80	3,90	3,70	3,70	3,80	3,30	3,10	3,00	3,00
8	lp	3	2,34	15,47	8,16	5,20	4,43	4,00	3,30	3,70	3,20	3,00	2,93	2,78	2,23	2,33	2,30
9	vp	1	2,26	11,56	4,38	6,50	6,00	5,48	3,58	3,57	3,85	4,10	3,70	4,00	3,90	3,00	3,00
9	vp	3	2,26	11,40	4,77	3,20	3,40	3,40	3,23	2,83	2,70	2,64	2,40	2,36	2,15	2,10	2,00
9	lp	1	2,26	18,15	6,41	8,50	7,30	6,00	5,00	4,20	3,60	3,10	2,96	2,77	2,56	2,48	2,45
9	lp	3	2,26	14,47	7,16	8,30	6,85	6,30	4,74	4,80	4,70	4,00	3,20	3,10	3,20	2,80	2,80
10	vp	1	2,17	9,20	13,14	4,20	4,10	3,75	3,39	3,30	3,00	2,56	2,57	2,43	2,34	2,35	2,30
10	vp	3	2,17	5,91	12,98	4,20	3,70	3,60	3,15	2,90	2,80	2,60	2,70	2,50	2,45	2,40	2,30
10	lp	1	2,17	15,65	19,73	8,00	6,00	5,70	5,00	4,00	3,70	3,70	3,80	3,30	3,30	3,10	3,00
10	lp	3	2,17	10,39	16,05	5,20	4,43	4,00	3,30	3,70	3,20	3,00	2,93	2,78	2,45	2,35	2,33

### Anexo 11 – Dados Brutos do RER Durante as Situações Experimentais

ind	exerc	intervalo	rep	s1	s2	s3	s4	s5
1	vp	1	0,74	1,06	1,20	1,14	1,17	1,20
1	vp	3	0,74	1,10	0,94	1,06	1,12	1,10
1	lp	1	0,74	1,23	1,30	1,32	1,34	1,31
1	lp	3	0,74	1,21	1,25	1,19	1,27	1,24
2	vp	1	0,80	1,09	1,23	1,17	1,20	1,23
2	vp	3	0,80	1,13	0,97	1,09	1,15	1,13
2	lp	1	0,80	1,26	1,33	1,35	1,37	1,34
2	lp	3	0,80	1,24	1,28	1,22	1,30	1,27
3	vp	1	0,82	1,03	1,17	1,11	1,14	1,17
3	vp	3	0,82	1,07	0,91	1,03	1,09	1,07
3	lp	1	0,82	1,20	1,27	1,29	1,31	1,28
3	lp	3	0,82	1,18	1,22	1,16	1,24	1,21
4	vp	1	0,80	1,13	1,27	1,21	1,24	1,27
4	vp	3	0,80	1,17	1,01	1,13	1,19	1,17
4	lp	1	0,80	1,30	1,37	1,39	1,41	1,38
4	lp	3	0,80	1,28	1,32	1,26	1,34	1,31
5	vp	1	0,83	1,01	1,15	1,09	1,12	1,15
5	vp	3	0,83	1,05	0,89	1,01	1,07	1,05
5	lp	1	0,83	1,18	1,25	1,27	1,29	1,26
5	lp	3	0,83	1,16	1,20	1,14	1,22	1,19
6	vp	1	0,83	1,02	1,16	1,10	1,13	1,16
6	vp	3	0,83	1,06	0,90	1,02	1,08	1,06
6	lp	1	0,83	1,19	1,26	1,28	1,30	1,27
6	lp	3	0,83	1,17	1,21	1,15	1,23	1,20
7	vp	1	0,76	1,16	1,30	1,24	1,27	1,30
7	vp	3	0,76	1,20	1,04	1,16	1,22	1,20
7	lp	1	0,76	1,33	1,40	1,42	1,44	1,41
7	lp	3	0,76	1,31	1,35	1,29	1,37	1,34
8	vp	1	0,77	0,96	1,10	1,04	1,07	1,10
8	vp	3	0,77	1,00	0,84	0,96	1,02	1,00
8	lp	1	0,77	1,13	1,20	1,22	1,24	1,21
8	lp	3	0,77	1,11	1,15	1,09	1,17	1,14
9	vp	1	0,78	1,21	1,35	1,29	1,32	1,35
9	vp	3	0,78	1,25	1,09	1,21	1,27	1,25
9	lp	1	0,78	1,38	1,45	1,47	1,49	1,46
9	lp	3	0,78	1,36	1,40	1,34	1,42	1,39
10	vp	1	0,77	1,01	1,15	1,09	1,12	1,15
10	vp	3	0,77	1,05	0,89	1,01	1,07	1,05
10	lp	1	0,77	1,18	1,25	1,27	1,29	1,26
10	lp	3	0,77	1,16	1,20	1,14	1,22	1,19

**Anexo 12 – Dados Brutos do RER Durante a Recuperação Pós-exercício**

ind	exerc	intervalo	rep	r1	r2	r3	r4	r5	r10	r20	r30	r40	r50	r60	r70	r80	r90
1	vp	1	0,74	1,00	1,16	1,10	0,98	0,92	0,90	0,81	0,65	0,70	0,75	0,67	0,71	0,68	0,67
1	vp	3	0,74	1,08	1,20	1,09	1,00	0,94	0,85	0,80	0,76	0,70	0,70	0,66	0,70	0,68	0,68
1	lp	1	0,74	1,17	1,37	1,34	1,27	0,98	0,96	0,90	0,80	0,70	0,70	0,60	0,60	0,63	0,60
1	lp	3	0,74	1,23	1,45	1,45	1,20	1,15	0,80	0,70	0,70	0,65	0,70	0,70	0,68	0,67	0,66
2	vp	1	0,8	1,12	1,21	1,03	0,96	0,90	0,82	0,72	0,81	0,75	0,70	0,77	0,70	0,68	0,70
2	vp	3	0,8	0,79	1,00	1,05	1,07	1,16	0,94	0,65	0,70	0,75	0,80	0,74	0,77	0,73	0,72
2	lp	1	0,8	1,15	1,41	1,34	1,34	1,20	0,90	0,80	0,80	0,72	0,74	0,74	0,74	0,68	0,70
2	lp	3	0,8	1,10	1,38	1,34	1,20	1,00	0,81	0,75	0,72	0,80	0,70	0,62	0,70	0,67	0,66
3	vp	1	0,82	1,03	1,18	1,07	0,96	0,90	0,88	0,72	0,76	0,73	0,66	0,66	0,65	0,68	0,67
3	vp	3	0,82	1,10	1,16	1,09	1,00	0,94	0,80	0,76	0,70	0,73	0,70	0,66	0,70	0,70	0,68
3	lp	1	0,82	1,16	1,35	1,12	1,06	1,00	0,80	0,70	0,69	0,67	0,70	0,73	0,69	0,70	0,68
3	lp	3	0,82	1,03	1,28	1,10	0,96	0,83	0,78	0,72	0,67	0,67	0,68	0,68	0,66	0,65	0,65
4	vp	1	0,8	1,10	1,23	1,08	0,97	0,88	0,84	0,82	0,80	0,77	0,65	0,70	0,65	0,67	0,66
4	vp	3	0,8	1,05	1,18	1,00	0,92	0,82	0,77	0,78	0,70	0,70	0,68	0,70	0,66	0,67	0,67
4	lp	1	0,8	1,12	1,40	1,31	1,29	1,03	0,95	0,88	0,77	0,70	0,72	0,68	0,70	0,67	0,66
4	lp	3	0,8	1,08	1,32	1,27	1,17	1,00	0,85	0,78	0,75	0,70	0,70	0,70	0,67	0,68	0,67
5	vp	1	0,83	1,10	1,28	1,14	1,00	0,94	0,89	0,80	0,74	0,66	0,70	0,67	0,66	0,67	0,67
5	vp	3	0,83	0,88	1,10	1,08	1,04	0,87	0,79	0,73	0,80	0,69	0,68	0,69	0,68	0,68	0,68
5	lp	1	0,83	1,08	1,45	1,27	1,23	1,12	0,77	0,61	0,63	0,61	0,65	0,64	0,62	0,62	0,61
5	lp	3	0,83	1,08	1,30	1,23	1,16	0,96	0,82	0,71	0,66	0,61	0,63	0,64	0,62	0,62	0,63
6	vp	1	0,83	1,12	1,21	1,03	0,96	0,90	0,82	0,72	0,81	0,75	0,70	0,77	0,68	0,70	0,69
6	vp	3	0,83	1,10	1,16	1,09	1,00	0,94	0,80	0,76	0,70	0,73	0,70	0,66	0,70	0,70	0,68
6	lp	1	0,83	1,20	1,40	1,31	1,29	1,03	0,95	0,88	0,77	0,70	0,72	0,68	0,70	0,67	0,67
6	lp	3	0,83	0,90	1,00	1,15	1,14	1,05	0,90	0,75	0,70	0,64	0,64	0,65	0,66	0,65	0,66
7	vp	1	0,76	1,00	1,20	1,00	0,93	0,89	0,80	0,78	0,72	0,72	0,68	0,70	0,67	0,70	0,68
7	vp	3	0,76	1,00	1,10	0,96	0,88	0,81	0,76	0,76	0,74	0,70	0,75	0,76	0,70	0,68	0,68



7	lp	1	0,76	1,14	1,33	1,26	1,05	0,97	0,81	0,71	0,74	0,68	0,64	0,60	0,61	0,60
7	lp	3	0,76	1,23	1,23	1,38	1,15	1,17	0,99	0,82	0,73	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66
8	vp	1	0,77	1,00	1,17	1,05	0,94	0,88	0,80	0,78	0,74	0,70	0,69	0,70	0,67	0,66
8	vp	3	0,77	1,06	1,10	0,96	0,90	0,88	0,80	0,76	0,76	0,72	0,75	0,70	0,66	0,67
8	lp	1	0,77	1,09	1,09	1,40	1,37	1,26	1,03	0,95	0,84	0,78	0,75	0,70	0,63	0,63
8	lp	3	0,77	1,12	1,30	1,30	1,00	0,94	0,84	0,80	0,80	0,78	0,80	0,70	0,68	0,64
9	vp	1	0,78	1,04	1,21	1,02	0,99	0,90	0,84	0,80	0,80	0,75	0,73	0,69	0,70	0,68
9	vp	3	0,78	0,90	1,14	1,09	1,00	0,87	0,79	0,75	0,75	0,70	0,72	0,69	0,70	0,70
9	lp	1	0,78	1,08	1,44	1,28	1,22	1,12	0,77	0,61	0,63	0,61	0,65	0,64	0,62	0,62
9	lp	3	0,78	1,11	1,30	1,15	0,96	0,83	0,78	0,72	0,67	0,67	0,67	0,70	0,66	0,65
10	vp	1	0,77	1,10	1,28	1,14	1,00	0,94	0,89	0,80	0,73	0,66	0,70	0,67	0,67	0,66
10	vp	3	0,77	0,99	1,10	0,99	0,92	0,90	0,88	0,75	0,76	0,73	0,70	0,67	0,65	0,65
10	lp	1	0,77	1,13	1,30	1,20	1,00	0,92	0,79	0,73	0,70	0,66	0,67	0,63	0,61	0,60
10	lp	3	0,77	1,12	1,30	1,28	0,96	0,85	0,80	0,80	0,70	0,67	0,66	0,67	0,66	0,66

### Anexo 13 – Dados Brutos da FC Durante as Situações Experimentais

ind	exerc	intervalo	Fcrep	s1	s2	s3	s4	s5
1	vp	1	64	112	122	124	126	127
1	vp	3	64	108	110	116	122	125
1	lp	1	64	134	141	141	147	157
1	lp	3	64	120	126	132	130	141
2	vp	1	71	122	130	138	142	148
2	vp	3	71	107	112	120	125	130
2	lp	1	71	139	147	152	161	163
2	lp	3	71	134	141	142	146	158
3	vp	1	67	120	122	124	127	129
3	vp	3	67	115	115	117	118	123
3	lp	1	67	134	141	141	147	157
3	lp	3	67	120	126	132	130	141
4	vp	1	65	129	133	152	170	175
4	vp	3	65	129	130	145	156	162
4	lp	1	65	157	165	178	185	187
4	lp	3	65	152	160	166	176	180
5	vp	1	54	120	127	135	139	144
5	vp	3	54	107	116	120	126	130
5	lp	1	54	134	142	145	148	157
5	lp	3	54	130	141	142	146	158
6	vp	1	64	120	124	127	130	132
6	vp	3	64	112	115	117	120	123
6	lp	1	64	136	146	150	160	163
6	lp	3	64	130	135	139	142	148
7	vp	1	76	120	124	127	130	132
7	vp	3	76	112	114	116	124	127
7	lp	1	76	134	141	145	150	157
7	lp	3	76	134	137	140	143	146
8	vp	1	56	114	124	128	130	131
8	vp	3	56	107	116	120	126	130
8	lp	1	56	150	160	172	180	180
8	lp	3	56	133	136	140	145	149
9	vp	1	60	120	124	127	130	131
9	vp	3	60	112	115	117	120	123
9	lp	1	60	136	146	150	160	163
9	lp	3	60	130	135	139	142	148
10	vp	1	68	113	125	128	131	133
10	vp	3	68	110	117	123	127	131
10	lp	1	68	146	158	170	174	176
10	lp	3	68	132	135	139	144	148

**Anexo 14 – Dados Brutos da FC Durante a Recuperação Pós-exercício**

ind	exerc	intervalo	Fcrep	r1	r2	r3	r4	r5	r10	r20	r30	r40	r50	r60	r70	r80	r90
1	vp	1	64	100	79	78	77	77	75	74	73	71	70	68	68	67	67
1	vp	3	64	102	100	96	92	89	85	80	76	73	68	65	66	67	67
1	lp	1	64	134	107	100	97	91	90	80	70	68	68	68	67	67	67
1	lp	3	64	117	93	89	85	80	74	73	69	67	64	64	65	64	64
2	vp	1	71	115	97	84	74	70	67	67	64	64	62	61	60	58	58
2	vp	3	71	99	86	75	65	64	62	58	57	57	59	59	59	59	57
2	lp	1	71	132	108	100	97	91	88	86	90	88	76	72	70	70	69
2	lp	3	71	127	82	78	81	80	79	74	68	60	58	57	57	58	57
3	vp	1	67	107	84	80	77	77	70	70	68	70	66	67	64	62	63
3	vp	3	67	103	98	96	92	89	85	78	75	70	67	65	66	66	66
3	lp	1	67	130	110	98	96	94	80	76	74	74	76	72	72	72	69
3	lp	3	67	120	103	91	90	80	79	72	72	75	71	63	64	69	70
4	vp	1	65	147	122	112	99	90	90	88	85	80	76	78	79	78	78
4	vp	3	65	129	110	95	90	90	80	80	76	76	75	76	75	76	75
4	lp	1	65	158	134	118	108	99	96	82	83	79	82	80	79	78	79
4	lp	3	65	145	128	118	99	97	80	80	79	81	80	80	78	79	77
5	vp	1	54	132	98	95	92	92	92	80	76	76	72	71	70	71	70
5	vp	3	54	124	97	95	93	90	86	80	76	76	72	71	70	71	70
5	lp	1	54	122	117	101	100	97	90	80	77	75	74	75	73	73	74
5	lp	3	54	117	93	89	85	80	74	73	69	67	64	64	65	64	64
6	vp	1	64	112	97	84	79	70	67	67	64	64	62	61	60	58	60
6	vp	3	64	116	103	97	94	91	87	80	73	72	72	70	70	71	69
6	lp	1	64	132	116	100	96	94	80	80	77	74	76	73	73	72	73
6	lp	3	64	120	103	91	90	80	79	72	72	75	71	63	64	69	67

7	vp	1	76	118	99	92	88	85	80	74	73	70	68	68	69	68	68
7	vp	3	76	106	98	90	88	86	82	78	75	70	67	65	66	66	68
7	lp	1	76	142	130	122	106	100	89	90	88	86	84	82	82	78	79
7	lp	3	76	111	80	85	87	86	81	75	73	72	66	65	64	60	62
8	vp	1	56	104	92	88	84	84	75	74	73	71	70	68	68	68	66
8	vp	3	56	100	86	78	70	66	62	60	57	58	60	59	58	59	60
8	lp	1	56	140	118	100	92	91	88	89	85	84	80	77	79	75	76
8	lp	3	56	120	100	97	97	95	90	87	84	84	80	77	73	70	69
9	vp	1	60	115	97	84	74	70	67	67	63	62	61	60	58	59	58
9	vp	3	60	100	86	78	70	66	62	60	57	58	60	59	58	59	60
9	lp	1	60	130	116	100	96	94	80	80	77	74	76	73	73	72	71
9	lp	3	60	110	80	85	87	86	81	75	73	72	66	65	64	60	60
10	vp	1	68	103	93	89	85	83	76	75	74	71	70	68	69	67	67
10	vp	3	68	102	99	98	88	85	80	76	77	73	70	66	65	66	65
10	lp	1	68	134	107	102	97	90	80	80	75	76	73	75	74	70	68
10	lp	3	68	113	90	87	82	80	81	70	72	68	67	65	61	60	61

### É VEDADA A REPRODUÇÃO PARCIAL OU TOTAL DESTA OBRA SEM A DEVIDA CITAÇÃO BIBLIOGRÁFICA.

a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/br/"><a><br /><span xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/" href="http://purl.org/dc/dcmitype/Text" property="dc:title" rel="dc:type">INFLU&#202;NCIA DA MASSA MUSCULAR ENVOLVIDA E DOS INTERVALOS DE RECUPERA&#199;&#195;O ENTRE S&#201;RIES SOBRE AS RESPOSTAS CARDIORRESPIRAT&#211;RIAS EM EXERC&#205;CIOS CONTRA RESIST&#202;NCIA</span> by <span xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" property="cc:attributionName">Antonio Gil Castinheiras Neto</span> is licensed under a <a rel="license" href="http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/br/">Creative Commons Atribui&#231;&#227;o 2.5 Brasil License</a>.