



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO FÍSICA UPE/UFPB
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA



RODRIGO RAMALHO ANICETO

**MÉTODOS DE TREINAMENTO COM PESOS EM CIRCUITO E TRADICIONAL
TÊM SIMILAR EFEITO NO GASTO ENERGÉTICO TOTAL**

RECIFE/PE

2012

RODRIGO RAMALHO ANICETO

**MÉTODOS DE TREINAMENTO COM PESOS EM CIRCUITO E TRADICIONAL
TÊM SIMILAR EFEITO NO GASTO ENERGÉTICO TOTAL**

Dissertação de Mestrado apresentada a Banca Examinadora, referente ao Exame de Defesa do Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre. Área de concentração: Saúde, Desempenho e Movimento Humano. Linha de pesquisa: Avaliação do Desempenho Humano.

Prof. Dr. Wagner Luiz do Prado
Orientador

Prof. Dr. Raphael Mendes Ritti Dias
Co-orientador

RECIFE/PE
2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Universidade de Pernambuco – Recife

A578m	<p>Aniceto, Rodrigo Ramalho Métodos de treinamento com pesos em circuito e tradicional têm similar efeito no gasto energético total / Rodrigo Ramalho Aniceto. – Recife: Universidade de Pernambuco; Paraíba : Universidade Federal da Paraíba, 2012. 66 f.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Wagner Luiz do Prado Co-orientador: Prof. Dr. Raphael Mendes Ritti Dias Dissertação (Mestrado – Educação Física) – Universidade de Pernambuco - Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal da Paraíba.</p> <p>1.Gasto energético 2.Lactato 3.Consumo de oxigênio 4.Treinamento com pesos 5. Exercício com pesos 6. Exercícios resistido 7. Educação Física – dissertação I. Prado, Wagner Luiz do (orient.) II. Dias, Raphael Mendes Ritti (co-orient.) III. Universidade de Pernambuco, Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física IV. Universidade Federal da Paraíba, Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física V. Título</p>
CDU 796:612	

**UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO FÍSICA UPE/UFPB
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

A dissertação Métodos de treinamento com pesos em circuito e tradicional têm similar efeito no gasto energético total

Elaborada por Rodrigo Ramalho Aniceto

Foi julgada pelos membros da Comissão Examinadora e aprovado para obtenção do grau de MESTRE EM EDUCAÇÃO FÍSICA na área de concentração: Saúde, Desempenho e Movimento Humano.

Data: 29 de Fevereiro de 2012.

Prof. Dr. Wagner Luiz do Prado

Coordenador do Programa Associado de Pós-graduação em Educação Física
UPE/UFPB

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marco Antônio Fidalgo Amorim
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

Prof. Dr. Manoel da Cunha Costa
(Universidade de Pernambuco – UPE)

Prof. Dr. Fernando José de Sá Pereira Guimarães
(Universidade de Pernambuco – UPE)

*Dedico este trabalho aos meus pais José Rivaldo e
Maria Marly, que são a iluminação da minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela força, coragem e bênção que a mim foi concebida.

Aos meus pais José Rivaldo e Maria Marly, e irmãos Rutênio e Rafaella, que sempre acreditaram no meu desempenho a tudo aquilo ao qual estou inserido, incentivando e compartilhando.

A minha noiva Rosimere Alves, pelo amor, carinho, atenção, incentivo, companheirismo e compreensão, ao longo desses anos. Tendo em vista, que nessa jornada necessitou-se ser bastante paciente e compreensível.

Aos meus familiares que acreditam no meu crescimento profissional e de alguma forma ajudaram no meu mestrado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Wagner Prado, pelo acolhimento e pela oportunidade concebida ao acreditar no meu trabalho. Além dos seus ensinamentos, discussões e aprendizado conquistado, sendo essenciais para minha formação acadêmica.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Raphael Ritti, pela oportunidade, incentivo, discussões e ensinamentos, essenciais para concretização desta obra.

Ao colaborador, Prof. Dr. Christopher B. Scott da University of Southern Maine, pela parceira concebida, ensinamentos, discussões, críticas e sugestões para formulação desta obra.

A banca examinadora, Prof. Dr. Herbert Simões, Prof. Dr. Manoel Costa, Prof. Dr. Fernando Guimarães e Prof. Dr. Marco Fidalgo, por todas as contribuições fornecidas para concretização desta obra.

A amiga e professora, Prof. Dr. Socorro Cirilo, que, de longe sempre incentivou e acreditou na minha carreira acadêmica.

Aos alunos de iniciação científica, Fábio Felipe e Thaliane Mayara, “peças” fundamentais pela coleta de dados e materialização desta obra. Além das discussões, incentivos e tamanha dedicação fornecida a este trabalho.

Aos outros componentes da equipe pesquisadora, Manoel Freitas e André Pirauá, pelos esforços concebidos à coleta de dados.

Aos integrantes do Grupo de Estudos em Nutrição e Exercício (GENE/ESEF), pelo companheirismo, amizade e contribuição fornecida a esta pesquisa.

Aos meus irmãos acadêmicos, Humberto, Tatiane e Pedro, pelas discussões, sugestões, críticas e contribuições.

Aos mestrandos moradores do Belmar C3, Leonardo e Emília, pela constante descontração, companheirismo, amizade, incentivo e estudos.

Ao Prof. Dr. Pablo B. Costa, pelos artigos fornecidos, amizade, discussão e acessibilidade.

A todos os colegas de mestrado, pelas discussões, descontração, incentivo, coleguismo e contribuição direta ou indireta para formulação do projeto.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento da bolsa de mestrado.

Ao Laboratório de Performance Humana, pelo campo de pesquisa cedido.

Ao Laboratório de Biodinâmica, pela utilização dos equipamentos para coleta de dados.

A Valedourado, pela doação dos sucos para o lanche padrão.

A Diretoria da Escola Superior de Educação Física, pela disponibilidade dos horários para coleta de dados.

Aos Professores do Mestrado, pela disseminação do conhecimento e respostas fornecidas, perante dúvidas durante esta jornada.

Aos voluntários da pesquisa, que contribuíram para a ciência e formulação desta obra.

Enfim, minha gratidão a todos que se sensibilizaram e viabilizaram a concretização deste trabalho.

*“A mente que se abre a uma nova idéia
jamais voltará ao seu tamanho normal”*

Albert Einstein

RESUMO

Introdução: Dentre os diversos objetivos, recentemente o treinamento com pesos vem sendo amplamente utilizado para a redução ponderal, assim o gasto energético (GE) contribui de forma significativa para este processo. Nesse sentido, observa-se que a literatura apresenta lacunas de conhecimento em relação ao GE, no que se refere aos efeitos dos métodos de treinamento em circuito (MC) e tradicional (MT), já que investigações não equalizaram o trabalho total produzido entre as condições testadas e não estimaram o GE anaeróbio. **Objetivo:** Analisar os efeitos agudos de diferentes métodos de treinamento com pesos sobre o gasto energético total.

Materiais e Métodos: Trata-se de uma pesquisa com delineamento cruzado (*crossover*) e aleatorizado, a amostra foi composta por 10 homens adultos treinados ($21,30 \pm 3,33$ anos, $80,46 \pm 6,84$ kg, $176,55 \pm 5,11$ cm) não obesos ($25,88 \pm 2,85$ kg/m²), nos quais foram realizadas as medidas antropométricas de massa corporal, estatura e dobras cutâneas, teste de uma repetição máxima, medidas de lactato sanguíneo e análises de gases respiratórios. Foram realizadas duas sessões experimentais (MC e MT) com *wash out* de sete dias entre as mesmas, no MC os exercícios foram realizados alternados por segmento em forma de estações, enquanto que durante o MT os exercícios foram executados em séries consecutivas. Ambos os métodos de treinamento seguiram a mesma ordem de oito exercícios com o mesmo trabalho total: 60% de 1RM, 24 séries ou estações e 10 repetições. A coleta de lactato foi realizada em repouso, a cada 3 séries ou estações durante os exercícios (3 min, 7 min, 11 min, 15 min, 19 min, 23 min, 27 min, 31 min) e 5 min, 15 min, 30 min, 45 min e 60 min de recuperação. O ar expirado foi coletado durante 30 min antes do início das sessões de exercícios (repouso), durante e até 60 min após o término da sessão. O GE aeróbio (kj) foi estimado pela calorimetria indireta através da medida do consumo de oxigênio e o GE anaeróbio (kj) pela concentração de lactato sanguíneo. O GE total (kj) foi calculado pelo somatório do GE aeróbio mais o GE anaeróbio. **Resultados:** O GE anaeróbio durante e pós-sessão de exercícios foi maior no MT do que o MC, no entanto, o GE aeróbio de exercício, do intervalo de recuperação e pós-sessão de exercícios não foi diferente significativamente entre os métodos. O MT apresentou maiores concentrações de lactato sanguíneo durante a sessão de exercícios (exceto para os 19º min e 23º min) e em todos os momentos

pós-sessão. **Conclusão:** Conclui-se que o MC e o MT promovem similar GE total, contudo, percebe-se que o MT apresenta uma maior contribuição da via anaeróbia do que o MC.

Palavras-chave: gasto energético, lactato, consumo de oxigênio, treinamento com pesos, exercício resistido

ABSTRACT

Introduction: Among the many goals, recently weight training has been widely used for weight reduction, so the energy expenditure (EE) contributes significantly to this process. In this sense, it is observed that the literature shows knowledge gaps in relation to EE, with regard to the effects of circuit training methods (CM) and traditional (TM), since no investigations equalizaram the total work produced between the conditions tested and not estimated the anaerobic EE.

Objective: To analyze the acute effects of different methods of weight training on total EE.

Methods: This is a research with randomized crossover design, the sample consisted of 10 adult men trained ($21,30 \pm 3,33$ years, $80,46 \pm 6,84$ kg, $176,55 \pm 5,11$ cm) no obese ($25,88 \pm 2,85$ kg/m²), where were taken anthropometric measurements of body weight, height and skinfold thickness, one repetition maximum test, measurements of blood lactate and respiratory gas analysis. There were two experimental sessions (CM and TM) with seven-day washout between them, in CM the exercises were performed by alternating segment in form of stations, while the TM the exercises were performed in consecutive sets. Both training methods followed the same order of eight exercises with the same total work: 60% of 1RM, 24 sets or stations and 10 repetitions. The collection of lactate was performed at rest, every third sets or stations during exercise (3 min, 7 min, 11 min, 15 min, 19 min, 23 min, 27 min, 31 min) and 5 min, 15 min, 30 min, 45 min and 60 min of recovery. The expired air was collected for 30 min before the start of exercise sessions (rest), during and up to 60 min after the end of the session. The aerobic EE (kj) was estimated by indirect calorimetry by measuring oxygen consumption and anaerobic

EE (kj) by blood lactate concentration. The total EE (kj) was calculated by summing of aerobic EE plus the anaerobic EE. **Results:** The anaerobic EE during and post-exercise session was higher in TM than in MC, however, the exercise, the rest interval and post-exercise session of aerobic EEs was not significantly different between the methods. The TM had higher blood lactate concentrations during the exercise session (except for 19^o and 23^o min) and at all times post-session.

Conclusion: We conclude that the CM and TM promoting similar total EE, however, one realizes that the TM has a greater contribution of anaerobic system than the CM.

Key words: energy expenditure, lactate, oxygen uptake, weight training, resistance exercise.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Desenho experimental.....	30
Figura 2 – Protocolo experimental.....	35
Figura 3 – Concentração média de lactato sanguíneo durante as sessões dos métodos de treinamentos com pesos.....	38
Figura 4 – Concentração média de lactato sanguíneo após as sessões dos métodos de treinamentos com pesos	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

[La]	Concentração de lactato sanguíneo
1RM	Uma repetição máxima
ATP	Trifosfato de adenosina
BE	Balanço energético
CO ₂	Dióxido de carbono
CP	Creatina fosfato
DAO	Déficit acumulado de oxigênio
EPOC	Consumo excessivo de oxigênio pós-exercício
GE	Gasto energético
GEAE	Gasto energético aeróbio de exercício
GEAIR	Gasto energético aeróbio do intervalo de recuperação
GEASE	Gasto energético anaeróbio da sessão de exercícios
GEAP	Gasto energético aeróbio pós-sessão de exercícios
GEAPE	Gasto energético anaeróbio pós-sessão de exercícios
GESE	Gasto energético da sessão de exercícios
GEPE	Gasto energético pós-sessão de exercícios
GET	Gasto energético total
GEnet	Gasto energético líquido
H ₂ O	Água
HCO ₃ ⁻	Ácido carbônico
IA	Ingestão alimentar
IMC	Índice de massa corporal
MC	Método circuito
MCT	Transportadores de monocarboxilatos
MT	Método tradicional
O ₂	Oxigênio
PAM	Potência aeróbia máxima
PAR-Q	Questionário de prontidão para atividade física
PM	Potência metabólica
RER	Razão de troca respiratória
TMB	Taxa metabólica basal

TMR	Taxa metabólica de repouso
TP	Treinamento com pesos
VCO ₂	Produção de dióxido de carbono
VO ₂	Consumo de oxigênio
VO ₂ Net	Consumo de oxigênio líquido

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.2 Objetivos	19
1.2.1 Objetivo geral	19
1.2.2 Objetivos específicos.....	19
2. REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 Métodos de Treinamento com Pesos.....	20
2.2 Gasto Energético.....	22
2.2.1 Gasto energético aeróbio	24
2.2.2 Gasto energético anaeróbio	25
3. MATERIAIS E MÉTODOS	29
3.1 Caracterização da Pesquisa.....	29
3.2 Desenho do Estudo.....	29
3.3 Amostra.....	30
3.4 Instrumentos e Protocolos Utilizados	31
3.4.1 Medidas antropométricas e composição corporal	31
3.4.2 Teste de uma repetição máxima	31
3.4.3 Familiarização com o metrônomo	32
3.4.4 Concentração de lactato sanguíneo.....	32
3.4.5 Análise direta de gases	33
3.4.6 Taxa metabólica de repouso e gasto energético aeróbio e anaeróbio	33
3.4.7 Protocolos experimentais	34
3.5 Aspectos Éticos	36
3.6 Análise Estatística	36
4. RESULTADOS.....	37
4. DISCUSSÃO	41
5. Gasto Energético da Sessão de Exercícios	42
5. Gasto Energético Pós-Sessão de Exercícios	45
6. CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS.....	49
ANEXOS	62
ANEXO A – Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/UPE)	63

ANEXO B – Termo de Compromisso Livre e Esclarecido (TCLE)	64
ANEXO C – Questionário de Prontidão para Atividade Física (PAR-Q)	66

1. INTRODUÇÃO

O treinamento com pesos (TP), também conhecido como exercício resistido (THORNTON; POTTEIGER, 2002; WILLARDSON, 2006), contra-resistência (CASTINHEIRAS NETO; SILVA; FARINATTI, 2009; MATSUURA; MEIRELLES; GOMES, 2006) ou treinamento de força (DE SALLES et al., 2009; UCHIDA et al., 2006b), classicamente é utilizado visando aumentar a massa muscular, resistência, força e potência muscular de seus praticantes (ACSM, 2009b; BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005), entretanto, mais recentemente este tipo de treinamento também vem sendo amplamente utilizado para a redução ponderal (ACSM, 2009a). Para que os objetivos sejam alcançados, a prescrição deste tipo de treinamento envolve a manipulação de diversas variáveis (KRAEMER; RATAMESS, 2004), dependentes das características do indivíduo.

As principais variáveis manipuladas são as ações musculares, o número de séries e repetições, a carga de trabalho, a velocidade de execução do movimento, o intervalo de recuperação entre séries e exercícios, a seleção e ordem dos exercícios, além da frequência semanal (ACSM, 2009b; BIRD; TARPENNING; MARINO, 2005; KRAEMER; RATAMESS, 2004). Consequentemente, a manipulação dessas variáveis determina os métodos de treinamento, que de acordo com Gentil et al. (2006), utilizam-nas de diferentes maneiras, fornecendo estímulos tensionais e metabólicos em várias magnitudes.

Os métodos de treinamento em circuito (MC) e tradicional (MT), são bastante difundidos na prática dos profissionais que trabalham com a prescrição de TP, podendo ser aplicados em diferentes grupos populacionais, respeitando-se as limitações e objetivos de seus praticantes. Assim, basicamente o que diferencia estes dois métodos é a estruturação do programa de treinamento, visto que o MC é realizado com exercícios alternados por segmento entre membros superiores e inferiores em forma de estações (BRENTANO et al., 2008; DA SILVA; BRENTANO; KRUEL, 2010; MONTEIRO et al., 2008), enquanto que o MT é executado com exercícios em séries consecutivas, podendo ser alternado por segmento (KELLEHER et al., 2010; PICHON et al., 1996; ROBBINS; YOUNG; BEHM, 2010).

O TP, assim como outras formas de treinamento físico, promove elevação do gasto energético (GE), dessa maneira, o GE é um componente chave da prescrição do TP, especialmente em situações que se busca modular a massa corporal (hipertrofia muscular ou redução ponderal), acredita-se que, de acordo com as características da sessão de treinamento, o GE possa ser induzido com magnitudes diferentes. Neste sentido, diversos estudos têm comparado o MC com o MT sobre o gasto energético (ELLIOT; GOLDBERG; KUEHL, 1992; MURPHY; SCHWARZKOPF, 1992; PICHON et al., 1996), porém até o presente momento, os dados são controversos.

Para estimativa deste GE, durante e após o esforço físico, o protocolo mais utilizado é a calorimetria indireta, através do consumo de oxigênio (VO_2). Entretanto, vários pesquisadores questionam a utilização apenas deste método, visto que durante a realização do TP, uma atividade essencialmente anaeróbia, existe uma grande participação de processos glicolíticos anaeróbios. Dessa forma, a quantificação da energia advinda desse sistema, torna-se essencial para uma estimativa mais precisa e confiável do GE anaeróbio. Para tal, a quantificação do GE utilizando-se a concentração de lactato sanguíneo [La] surge como uma alternativa (HUNTER; SEELHORST; SNYDER, 2003; MAZZETTI et al., 2007; SCOTT, 2006).

Percebe-se que a falta de uma padronização nos protocolos de observação das pesquisas, ocasiona uma “falha” nas comparações, resultando em conclusões insuficientes sobre a relação entre TP e GE (CASTINHEIRAS NETO; SILVA; FARINATTI, 2009; MATSUURA; MEIRELLES; GOMES, 2006). Apesar dos estudos demonstrarem que o MC eleva o GE em uma magnitude maior do que o MT, observa-se que a literatura apresenta lacunas de conhecimento em relação ao GE, já que as investigações (ELLIOT; GOLDBERG; KUEHL, 1992; MURPHY; SCHWARZKOPF, 1992; PICHON et al., 1996) não equipararam o trabalho total produzido entre as condições testadas. Nesta perspectiva, o presente estudo traz como diferencial equiparar as condições pelo trabalho total e analisar o gasto energético utilizando a medida da [La] mais o VO_2 . Nossa hipótese é que, quando padronizados o trabalho total da sessão, o gasto energético total (aeróbio+anaeróbio) seja maior em resposta ao MT quando comparado ao MC.

1.1 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Analisar os efeitos agudos de diferentes métodos de treinamento com pesos sobre o gasto energético de homens adultos treinados.

1.2.2 Objetivos específicos

- Comparar os efeitos do método circuito e tradicional sobre o gasto energético durante a sessão de exercício com pesos;
- Comparar os efeitos do método circuito e tradicional sobre o gasto energético após a sessão de exercício com pesos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Métodos de Treinamento com Pesos

Os métodos de TP são amplamente utilizados por atletas e praticantes recreacionais com o objetivo de intensificar o programa e, consequentemente, melhorar os resultados (SILVA et al., 2010). No entanto, a maioria dos métodos de treinamento foi elaborada por fisiculturistas, levantadores de peso e treinadores, de forma empírica e sem comprovação científica (DE SALLES et al., 2008; SILVA et al., 2010). Desta forma, diversos pesquisadores têm analisado cientificamente estes métodos, com intuito de encontrar evidências que suportem, ou não, sua utilização (UCHIDA et al., 2006a).

Dentre os métodos existentes o circuito e o tradicional são os que, até o presente, apresentam maior quantidade de investigações científicas, em relação às alterações hormonais (AHTIAINEN et al., 2003; SMILIOS et al., 2003), cardiovasculares (GOTSHALK; BERGER; KRAEMER, 2004; PICHON et al., 1996), metabólicas (ELLIOT; GOLDBERG; KUEHL, 1992; GENTIL et al., 2006; KELLEHER et al., 2010), imunológicas e morfológicas (FOSCHINI; PRESTES, 2007; UCHIDA et al., 2006b).

O MC teve seus estudos iniciados a partir da década de 70 (ALLEN; BYRD; SMITH, 1976; GETTMAN et al., 1978; WILMORE et al., 1978a; WILMORE et al., 1978b), com diferentes grupos populacionais, como homens e/ou mulheres saudáveis (BRAUN; HAWTHORNE; MARKOFSKI, 2005; GHANBARI-NIAKI; NABATCHIAN; HEDAYATI, 2007; MONTEIRO et al., 2008), idosos (BRENTANO et al., 2008), sedentários (FERREIRA et al., 2010; KAIKKONEN et al., 2000), treinados e/ou não treinados (DIXON et al., 2006; HARBER et al., 2004), hipertensos (HARRIS; HOLLY, 1987), diabéticos (DUNSTAN et al., 1998), pacientes com insuficiência cardíaca crônica (MAIORANA et al., 2000; WILLIAMS et al., 2007), doença arterial coronariana (DEGROOT et al., 1998a; b) e paraplégicos (JACOBS; NASH; RUSINOWSKI, 2001; NASH et al., 2002).

A grande popularidade deste método pode ser atribuída as suas características, uma vez que, geralmente é realizado com cargas moderadas de 40% a 60% de uma repetição máxima (1RM) e, aproximadamente 10 a 15 repetições em cada exercício (FLECK; KRAEMER, 2004; MONTEIRO et al., 2008), ou com um tempo sob tensão (trabalho muscular) entre 30 s e 60 s (DEGROOT et al., 1998a; b; WHITEHURST et al., 2005) e curtos intervalos de recuperação, variando de 10 a 60 segundos entre as passagens pelas estações (HALTOM et al., 1999; HARBER et al., 2004; PICHON et al., 1996).

Em relação ao MT, desde meados da década de 50 que vêm sendo pesquisado (BERGER, 1962; 1963; CAPEN, 1956; LEIGHTON et al., 1967). No entanto, sua aplicação parece ser mais restrita, a homens e/ou mulheres saudáveis (EGAN et al., 2006; KELLY et al., 2007; KING et al., 2010) e indivíduos não treinados e/ou treinados (ELLIOT; GOLDBERG; KUEHL, 1992; HUNTER; SEELHORST; SNYDER, 2003; MARX et al., 2001; MURPHY; SCHWARZKOPF, 1992; UCHIDA et al., 2006b).

O MT é considerado mais intenso que o MC, visto ser realizado de forma seriada e direcionado para um determinado grupo muscular, sendo que, o próximo exercício só é executado após completar a quantidade de séries no anterior. Geralmente é realizado com cargas entre 60% a 80% de 1RM, de 2 a 4 séries por exercício, com 60 s a 120 s de recuperação entre as séries, e 8 a 12 repetições – ou até a falha concêntrica momentânea (HUNTER; SEELHORST; SNYDER, 2003; KELLEHER et al., 2010; PICHON et al., 1996).

Vale ressaltar que, além dos métodos anteriormente citados, outros têm recebido atenção da comunidade científica, tais como: pré-exaustão (AUGUSTSSON et al., 2003; DE SALLES et al., 2008), *bi-set* (FOSCHINI; PRESTES, 2007), *tri-set* (UCHIDA et al., 2006b), super série (KELLEHER et al., 2010; MAYNARD; EBBEN, 2003), pirâmide (FISH et al., 2003), repetições forçadas (AHTIAINEN et al., 2003; GENTIL et al., 2006), super lento (HUNTER; SEELHORST; SNYDER, 2003; WESTCOTT et al., 2001), excêntrico (DOLEZAL et al., 2000), oclusão vascular (TAKARADA; SATO; ISHII, 2002; TAKARADA et al., 2000), isometria funcional (GENTIL; OLIVEIRA; BOTTARO, 2006), potência máxima (EGAN et al., 2006; KEOGH; WILSON; WEATHERBY, 1999), pausa-descanso e *drop-set* (GENTIL et al., 2006; KEOGH; WILSON; WEATHERBY, 1999), porém, os métodos

de circuito e tradicional são, indubitavelmente, os mais difundidos entre os praticantes desta modalidade de exercício.

Nesta perspectiva, independente do método, comparações entre métodos devem ser realizadas após cuidadosa padronização da razão trabalho:descanso ou trabalho:pausa (ELLIOT; GOLDBERG; KUEHL, 1992; LARSON; POTTEIGER, 1997; PRICE; HALABI, 2005; PRICE; MOSS, 2007). Nesta razão o trabalho significa o tempo total sob tensão (em cada série ou estação), e é estimado pelo produto do número de séries, repetições e cargas utilizadas (MAZZETTI et al., 2007; MORGAN; WOODRUFF; TIIDUS, 2003; OLDS; ABERNETHY, 1993; THORNTON; POTTEIGER, 2002). A pausa é o tempo de recuperação entre os esforços, podendo ser ativa ou passiva.

2.2 Gasto Energético

O balanço energético (BE) é determinado pela relação entre GE e ingestão alimentar (IA), e esta relação pode se apresentar de três formas: a) BE neutro: quando IA e GE se equivalem, mantendo a massa corporal estável; b) BE negativo: quando o GE é maior que a IA, reduzindo a massa corporal; e c) BE positivo: quando a IA é maior que o GE, aumentando a massa corporal (CANCELLO et al., 2004). Dada a grande relevância do tema, especialmente para a área de ciências do esporte, a relação entre o GE promovido pela realização de atividade física e a IA, tem sido foco de investigação, visando compreender melhor os efeitos do exercício físico sobre o BE (BLUNDELL et al., 2007).

O GE diário que é composto pela taxa metabólica basal (TMB), efeito térmico do alimento e gasto energético advindo da realização de atividade física (LEVINE, 2004). Entende-se por TMB a energia utilizada pelo organismo para manutenção dos processos fisiológicos, quando o indivíduo se encontra após jejum noturno de 12 a 14 horas em completo repouso no estado pós-absortivo pela manhã e, dependendo do nível de atividade física pode compreender 60 a 70% do GE diário (LEVINE, 2004; MEIRELLES; GOMES, 2004). Entretanto, a taxa metabólica de

repouso (TMR) é a energia gasta em completo repouso no estado pós-absortivo, em qualquer horário do dia, e geralmente representa 10% da TMB (LEVINE, 2004).

O efeito térmico do alimento também chamado de termogênese induzida pela dieta é definido pelo aumento do GE associado com a digestão, absorção e armazenamento dos nutrientes, podendo representar 10 a 15% do GE diário (LEVINE, 2004; MEIRELLES; GOMES, 2004; REED; HILL, 1996), dependendo do tipo de dieta ingerida.

Sem dúvida alguma, o componente mais variável do GE total é a energia utilizada para realização de atividades físicas (FOUREAUX; DE CASTRO PINTO; DÂMASO, 2006), efeito térmico do exercício (REED; HILL, 1996) ou como também chamado, termogênese da atividade (LEVINE, 2004). Este pode ser separado em duas categorias: termogênese sem exercício físico e termogênese do exercício físico. A diferença entre ambas está relacionada com a definição dos termos, atividade física e exercício físico, no qual, respectivamente, a primeira categoria relaciona-se ao GE de qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos (caminhar, dançar, jogar e etc) e o segundo compreende o GE produzido por atividades planejadas, estruturadas e repetitivas, nas quais são controladas, por exemplo, a intensidade e o volume (LEVINE, 2004).

O GE do exercício é influenciado pelo tipo de exercício físico realizado (com pesos e/ou aeróbio), pela duração e intensidade (BORSHEIM; BAHR, 2003; FREY; BYRNES; MAZZEO, 1993; LAFORGIA; WITHERS; GORE, 2006). No entanto, diversos outros fatores interferem nesta resposta, como idade (JOHNSTONE et al., 2005; PIERS et al., 1998), dimensão e composição corporal (CENSI et al., 1998; HUNTER et al., 2001), nível de aptidão física (FREY; BYRNES; MAZZEO, 1993; SHORT; SEDLOCK, 1997), temperatura corporal (BAHR, 1992; NEARY; DOCHERTY; WENGER, 1993) e taxas hormonais (DAY et al., 2005; KIM, 2008; MATSUURA; MEIRELLES; GOMES, 2006; PRITZLAFF et al., 2000).

De acordo com Reed e Hill (1996) o GE do exercício, representa relativamente uma proporção pequena do GE diário, cerca de 3 a 10%. Em contrapartida, para Dauncey (1990) e Livingstone et al. (1991), conforme o nível de aptidão física pode variar de 15 a 50% do total. Independente da quantidade representada, a contribuição para execução de atividades físicas em geral é decorrente das vias energéticas, sendo pelos sistemas anaeróbios e aeróbios

(GASTIN, 2001), os quais embora utilizem mecanismos de transferência de energia diferentes, ambos têm a finalidade de ressíntese do trifosfato de adenosina (ATP) (SCOTT, 2005a; SCOTT, 2005b).

2.2.1 Gasto energético aeróbio

O sistema energético aeróbio ou oxidativo ocorre na mitocôndria e produz energia através da utilização de oxigênio (O_2) nas reações advinda do Ciclo de Krebs, cadeia do transporte de elétrons, gradientes quimiosmótico (H^+) e ATPases ligada a membrana (SCOTT; DJURISIC, 2008). Este sistema fornece energia em sua predominância para exercícios com o VO_2 no *steady-state*, como por exemplo, exercícios contínuos em esteira e bicicleta, realizados em baixa intensidade e longa duração. Dessa maneira, este sistema responde lentamente às demandas de exercício de alta intensidade e desempenha um pequeno papel na determinação da performance de curtas durações (GASTIN, 2001).

Neste caso, para estimar o GE aeróbio, necessita-se medir o VO_2 , sabendo que apenas este sistema energético utiliza O_2 no processo de degradação dos substratos. O método mais utilizado em diferentes exercícios é a calorimetria indireta, que analisa indiretamente a produção de calor estimando a taxa metabólica pela medida do VO_2 e produção de dióxido de carbono (VCO_2) (FERRANNINI, 1988; SIMONSON; DEFRONZO, 1990). Através deste método é possível analisar a utilização dos substratos energéticos e a produção de calor, pela razão de troca respiratória (RER) que é calculado pela VCO_2 dividido pelo VO_2 ($RER = VCO_2/VO_2$), sendo utilizado os valores de 1,00 para representar a degradação de 1 mol de carboidrato, 0,70 para gordura e 0,80 para proteínas.

A RER foi desenvolvida baseada em processos estequiométricos, referindo-se as medidas dos elementos químicos das substâncias, então por meio de cálculos estequiométricos pode-se calcular as quantidades de substâncias que participam de uma reação química a partir das quantidades de outras substâncias. No entanto, no metabolismo do corpo humano as reações não acontecem tão diretamente. Durante e após o exercício, os valores da RER acima de 1,00 são geralmente providos de

um resultado não-respiratório da VCO_2 , isso ocorre devido ao sistema de tamponamento do bicarbonato, onde o aumento da concentração de H^+ vai ser tamponado pelo ácido carbônico (HCO_3^-) e o excesso do dióxido de carbono (CO_2) provoca hiperventilação (JEUKENDRUP; WALLIS, 2005; SCOTT, 2011).

Além disso, outros processos metabólicos podem influenciar potencialmente a RER, como a gliconeogênese, lipogênese e cetogênese, assim a elevação do VCO_2 pode superestimar e subestimar a oxidação do carboidrato e gordura, respectivamente (JEUKENDRUP; WALLIS, 2005). Desta forma, uma medida fidedigna da RER é melhor encontrada apenas quando o sistema está em um *steady-state* de troca gasosa (FERRANNINI, 1988), tais como em exercícios contínuos de intensidade leve a moderada. Neste caso, se o VO_2 melhor representa o GE aeróbio do que a VCO_2 , então acredita-se que RER fornece uma explicação pobre da eficiência da transferência de energia (SCOTT, 2005b). Por isso, não é recomendado a utilização da RER no TP e sugere-se utilizar apenas a medida do VO_2 para quantificar o GE aeróbio.

2.2.1 Gasto energético anaeróbio

O sistema energético anaeróbio ocorre no citoplasma da célula e produz energia sem a utilização de O_2 nas reações, podendo ser subdividido em metabolismo alático (fosfagênico) e lático (glicolítico), nos quais a energia é derivada da rápida divisão do ATP e creatina fosfato (CP) armazenados no músculo, e da quebra do carboidrato resultando na formação de lactato, respectivamente (BANGSBO, 1998; GASTIN, 2001). Dessa forma, o TP é conhecido como um exercício anaeróbio, devido a utilizar na maioria das vezes energia predominantemente advinda do sistema anaeróbio. Além disso, este tipo de exercício é realizado de forma intermitente, sendo o VO_2 *non-steady-state* (SCOTT, 2011).

Assim, percebe-se que quantificar o GE anaeróbio neste tipo de exercício é necessário e essencial, no entanto, segundo Gastin (2001) e Reis et al. (2011) métodos para estimar o GE anaeróbio são menos precisos, pois uma variedade de

procedimentos foi e está sendo usados, mas até o momento não existe um método universalmente aceito e que demonstre mais acurácia do que o outro. Dentre os diversos métodos, especificamente utilizados no TP podemos citar o déficit acumulado de oxigênio (DAO), medidas da [La] e biopsia muscular.

A biopsia muscular é um método direto que quantifica o GE anaeróbio, através da diminuição de ATP-CP no músculo e acúmulo de metabolitos como o piruvato e o lactato (BANGSBO, 1998; GASTIN, 2001). Apesar de ser um método direto apresenta algumas limitações e desvantagens, por ser altamente invasivo, de alto custo e fornecer informações sobre concentrações relativas e não quantitativas (SCOTT et al., 1991). Além disso, há dificuldade em determinar o *turnover* de energia anaeróbia total durante exercícios para diferentes grupos musculares (corpo todo), tendo em vista, que a massa e a atividade muscular envolvida não são conhecidas e a resposta metabólica do músculo biopsiado pode não ser representativa para todos os músculos incluídos no exercício (BANGSBO, 1998; GASTIN, 2001), resultando assim em uma estimativa subestimada da produção anaeróbia de energia.

Outro método para estimar indiretamente o GE anaeróbio é o DAO, que foi introduzido em 1920 pelo o conceito de déficit de oxigênio por Krogh e Lindhard (1920), sendo validado posteriormente através da pesquisa de Medbo et al. (1988). O DAO é quantificado pela diferença entre a demanda de energia estimada de esforço e o VO_2 acumulado durante esse mesmo esforço. Vale ressaltar que este método foi desenvolvido em exercícios sub e supramáximo e não em exercícios com pesos. No entanto, vem sendo proposto sua utilização no TP de acordo com Reis et al. (2011) e Vianna et al. (2011), apesar dos pesquisadores reportarem que novos estudos são necessários para investigar a validade deste método no TP.

De fato a literatura não evidencia um consenso sobre o método de análise da via anaeróbia no TP. No entanto, segundo di Prampero e Ferreti (1999), desde 1963 estudos vêm sendo desenvolvidos com a perspectiva de encontrar um equivalente energético através da medida da [La], sendo encontrado para cada 1 mM de lactato sanguíneo aumentado: $3,3 \text{ mL O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{mM}^{-1}$ (MARGARIA et al., 1963) e $3,0 \text{ mL O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{mM}^{-1}$ (MARGARIA; AGHEMO; SASSI, 1971) em corrida na esteira e $2,7 \text{ mL O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{mM}^{-1}$ em natação (PENDERGAST et al., 1977). Esses resultados foram calculados pela equação abaixo proposta por di Prampero e Ferreti (1999).

$$PM = PAM + \beta(\Delta[La])$$

Onde: PM – potência metabólica; PAM – potência aeróbia máxima ($VO_{2\max}$); β = equivalente energético do acúmulo de lactato no sangue; $\Delta[La]$ = taxa de lactato acumulado no sangue, calculada pela diferença entre o lactato de pico e o valor de lactato no repouso.

Utilizando essa equação em outras pesquisas, di Prampero e Ferreti (1999) observaram que os valores são semelhantes, independente dos sujeitos, tipo de exercício, intensidade de exercício e músculos envolvidos, enfatizando que o β é realmente o equivalente energético do acúmulo da [La] e suporta a sua validade geral. Dessa forma, a partir desses dados, investigações vêm utilizando no TP uma média de equivalente energético de 3,0 mL de O_2 por kg de massa corporal para cada 1 mM da lactato sanguíneo aumentado (PANISSA et al., 2009; SCOTT, 2006; SCOTT; CROTEAU; RAVLO, 2009; SCOTT; LEARY; TENBRAAK, 2011).

Gladden e Welch (1978) encontraram em bicicleta ergométrica outra constante de 5,2 mL de O_2 por kg de massa corporal para cada 1 mM de lactato sanguíneo aumentado, sendo observado neste mesmo estudo um equivalente energético de 3,2 mL de O_2 quando a amostra é homogênea. Assim, utilizando a constante de 5,2 mL de O_2 pesquisas vêm estimando o GE anaeróbio no TP (HUNTER; SEELHORST; SNYDER, 2003; KELLEHER et al., 2010; MAZZETTI et al., 2007).

Parece que o equivalente energético através da medida da [La] é o método mais aceito na comunidade científica quando se objetiva quantificar o GE anaeróbio no TP, isso pode estar relacionado ao fato de ser uma medida direta e de fácil coleta. Vale salientar, que este método também apresenta algumas limitações como os outros supracitados. A grande questão é porque medimos a [La] que é o balanço entre a produção e remoção de lactato (DI PRAMPERO; FERRETTI, 1999), sendo observado que a [La] não reflete de fato a produção de lactato no músculo (MEDBO; TOSKA, 2001; TESCH; DANIELS; SHARP, 1982). Dessa forma, a estimativa do GE anaeróbio através da medida da [La] pode ser subestimada (GASTIN, 2001).

Este aspecto ocorre devido à remoção do lactato através de vários órgãos e tecidos, sendo usado como substrato energético pelo coração, cérebro, rins, fígado, bem como pelo músculo esquelético e podendo resultar sua oxidação em CO_2 e água (H_2O) (BROOKS et al., 1999; GLADDEN, 2008). Além disso, por meio do Ciclo de Cori no fígado, o lactato pode ser estocado como glicogênio ou convertido para glicose, sendo posteriormente liberado na corrente sanguínea. As fibras do tipo II

(glicolíticas) produzem lactato mais facilmente, em contrapartida, as fibras tipo I (oxidativas) consomem mais lactato, todo esse processo acontece mediante a lançadeira de lactato via os transportadores de monocarboxilatos (MCT) (GLADDEN, 2008).

Possivelmente o método de estimativa do GE anaeróbio perante medida da [La], pode apresentar pouca sensibilidade no TP, tendo em vista, que o equivalente energético foi encontrado em exercícios como bicicleta, corrida e natação. Entretanto, segundo o estudo de Scott (2006), os dados demonstraram que a adição estimada pelo rápido nível de substrato do *turnover* de ATP baseado na [La] ($3,0 \text{ mL O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{mM}^{-1}$), tem potencial para influenciar significativamente o GE no TP, quando comparado apenas com a medida do GE aeróbio (VO_2). Concluindo que somente interpretações utilizando o O_2 , associado com certos tipos de TP podem ser falsas e enganosas (subestimação). Dessa forma, a análise do GE antes e após o TP é melhorada com a inclusão, em lugar de omissão desta estimativa de GE anaeróbio através da [La].

Visando investigar o impacto dos métodos de treinamento no GE, basicamente dois destes recebem atenção especial, que é o MC e MT. De acordo com as revisões de Matsuura, Meirelles, Gomes (2006) e Castinheiras Neto, Silva, Farinatti (2009) e busca na literatura, apenas três estudos tiveram como objetivo analisar a comparação desses métodos sobre o GE (ELLIOT; GOLDBERG; KUEHL, 1992; MURPHY; SCHWARZKOPF, 1992; PICHON et al., 1996), observando que geralmente o MC promove taxas maiores de GE do que o MT. Entretanto, vale ressaltar que estes resultados foram encontrados perante uma falta de padronização entre os protocolos testados, no qual os autores não controlaram as variáveis como volume e intensidade, o que prejudica qualquer comparação e posterior conclusão.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Pesquisa

Trata-se de uma pesquisa com delineamento cruzado (*crossover*) e aleatorizado, no qual os sujeitos foram controles deles mesmos e submetidos a todas as condições experimentais (HOCHMAN et al., 2005; SOUSA; DRIESSNACK; MENDES, 2007).

3.2 Desenho do Estudo

O desenho experimental do nosso estudo está apresentado na Figura 1, após 5-7 dias da realização das medidas antropométricas, avaliação da composição corporal e do teste de 1RM, os sujeitos realizaram duas sessões experimentais com *wash out* de sete dias entre as mesmas. Para realização das sessões experimentais, os sujeitos foram aleatorizados através de sorteio (randomizer.org). As sessões consistiam na realização de dois métodos de treinamento: MT e MC. Os métodos foram idênticos em relação aos exercícios, velocidade de execução, amplitude do movimento, intervalo de recuperação, número de séries e repetições, carga de trabalho e duração da sessão, a única diferença entre os métodos foi à estruturação da sessão de exercício, uma vez que durante o MC os voluntários realizavam os exercícios alternados por segmento (tronco, membros superiores ou inferiores) em forma de estações, enquanto que durante o MT os exercícios foram realizados em séries consecutivas para um determinado grupo muscular, sendo que, o próximo exercício só foi executado após completar as três séries.

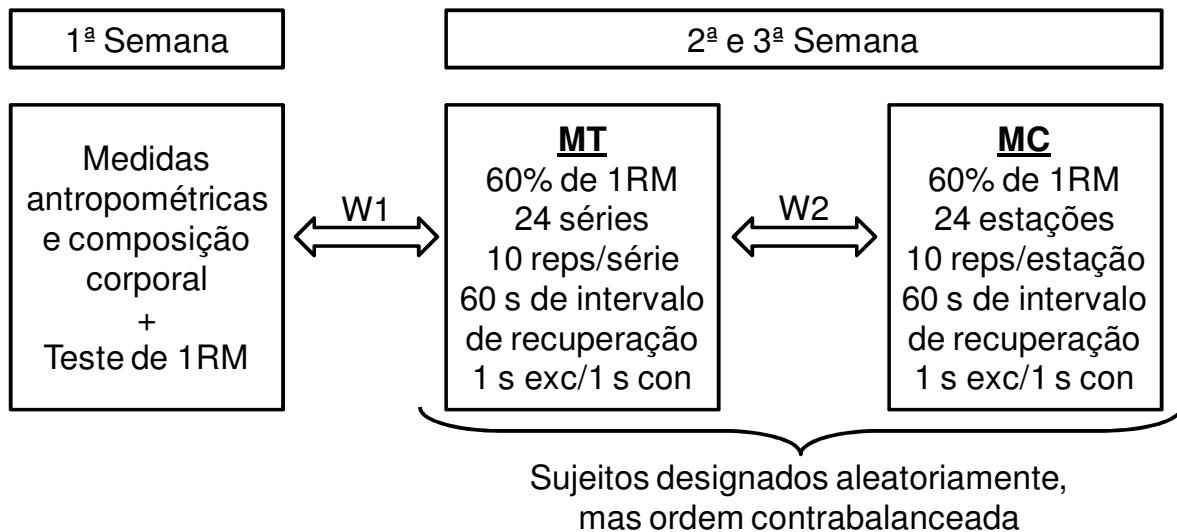


Figura 1 – Desenho experimental.

MT – método tradicional; MC – método circuito; 1 s exc/1 s con – velocidade de execução com 1 segundo na fase excêntrica e 1 segundo na fase concêntrica; W1 – *wash out* de 5 a 7 dias; W2 – *wash out* de 7 dias.

3.3 Amostra

A amostra foi constituída por 10 homens adultos treinados. A seleção da amostra foi feita através de divulgação (cartazes/convites) realizada no campus da Escola Superior de Educação Física da Universidade de Pernambuco (ESEF/UPE).

Os critérios de inclusão amostral foram: ser homem com idade entre 18 a 30 anos; estarem aptos para prática de atividade física, avaliados pelo questionário PAR-Q (Anexo C) (CSEP, 2002); prática regular de TP por no mínimo de seis meses e máximo de dois anos (ACSM, 2002) com frequência mínima de três vezes por semana; não ser obeso com índice de massa corporal entre 18,5 kg/m² e 29,9 kg/m² (WHO, 1998) e participar da pesquisa voluntariamente, assinando o termo de consentimento livre e esclarecido. Foram adotados os seguintes critérios de exclusão: consumir suplementos alimentares, medicamentos, bebidas alcoólicas ou fumo; relato de doença; apresentar algum agravante osteomuscular ou cardiovascular; realizar qualquer exercício físico 48 h antes de cada sessão experimental; conclusão inadequada do teste de 1RM e sessões experimentais e/ou abandono da pesquisa.

O dimensionamento amostral foi realizado com auxílio do *software G*Power* 3.1 e baseado em um estudo piloto, utilizando-se à média e o desvio padrão do GE das sessões de treinamento e um coeficiente de correlação de 0,5, obtendo assim um *effect size* de 1,16 (ENG, 2003; FAUL et al., 2007; WHITLEY; BALL, 2002). Dessa forma, usando um poder de 0,80 (bi-caudal) e um α de 0,05, o tamanho amostral foi estimado em um mínimo de 8 indivíduos.

3.4 Instrumentos e Protocolos Utilizados

3.4.1 Medidas antropométricas e composição corporal

Utilizou-se balança da *Filizola*® com precisão de 100 g, para obtenção da massa corporal (kg); estadiômetro de madeira montado, com precisão de 0,05 mm para estatura (cm); adipômetro científico *Lange*® com precisão de 0,5 mm e resolução de 1 mm para mensuração das dobras cutâneas. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado dividindo-se a massa corporal pela estatura ao quadrado (kg/m^2). O protocolo utilizado para predição da densidade corporal foi o de três dobras cutâneas (peitoral, abdominal e coxa média) de Jackson e Pollock (1978). Em seguida para estimativa do percentual de gordura (%), utilizou-se a equação de Siri (1961). As variáveis foram coletadas conforme os procedimentos padronizados pelo *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK, 2001).

3.4.2 Teste de uma repetição máxima

Para determinação do percentual da carga utilizada nas sessões experimentais (60% de 1RM), foi realizado um teste de 1RM conforme recomendações de Kraemer et al. (2006). Sendo realizado um leve aquecimento de cinco a dez repetições utilizando-se 40 a 60% da carga estimada de 1RM, auto

relatadas pelo sujeito. Após um 1 min de recuperação os voluntários executaram três a cinco repetições com 60 a 80% da carga estimada de 1RM. Subseqüentemente, após 2 min foram realizadas de três a cinco tentativas com cargas progressivas buscando identificar 1RM, com intervalo de 3 min entre as tentativas. Esse processo de aumento da carga continuou até ocorrer uma tentativa falha.

Instruções padronizadas foram fornecidas antes do teste, a todos os voluntários. A ordem de testagem seguiu a mesma ordem de execução dos exercícios utilizados nas sessões experimentais subsequentes. Foi feita apenas uma sessão de testes por ser considerado suficiente para determinar 1RM, já que todos os sujeitos são familiarizados com os exercícios (KELLEHER et al., 2010; RITTI-DIAS et al., 2011). Recomendações prévias foram dadas aos sujeitos, para não realizar exercício físico 24 hs antes do teste e alimentar-se 2 hs antes do teste.

3.4.3 Familiarização com o metrônomo

Após o término do teste de 1RM para controlar a cadência nas sessões experimentais, foi realizado uma sessão de familiarização de 1 série com 10 repetições, utilizando-se o metrônomo em todos os exercícios, seguindo a mesma ordem execução de exercícios das sessões.

3.4.4 Concentração de lactato sanguíneo

Após assepsia local com álcool, amostras de sangue do lóbulo da orelha (25 μ L) foram coletadas em tubos capilares heparinizados em diferentes momentos: basal, a cada 3 séries ou estações (3 min, 7 min, 11 min, 15 min, 19 min, 23 min, 27 min, 31 min) e 5 min, 15 min, 30 min, 45 min e 60 min de recuperação. Após coletadas, todas as amostras foram imediatamente transferidas para tubos plásticos estéreis (eppendorfs) contendo 50 μ L de fluoreto de sódio a 1%, sendo

posteriormente analisadas em $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ utilizando um analisador de lactato (*YSI 1500 Sport Lactate Analyzer, Yellow Springs, OH*) com precisão de $\pm 2\%$ e resolução de $0,01 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$.

3.4.5 Análise direta de gases

O ar expirado foi coletado durante 30 min antes do início das sessões de exercícios (repouso), durante e até 60 min após o término da sessão, utilizando um analisador de gases portátil (*Cosmed K4b², Rome, Italy*) com leitura *breath by breath*, sendo mensuradas as variáveis – consumo de oxigênio (VO_2 , $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$) e dióxido de carbono (VCO_2 , $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$) (DUFFIELD et al., 2004; MCLAUGHLIN et al., 2001). O consumo de oxigênio líquido ($\text{VO}_{2\text{net}}$, L) foi calculado pelo somatório do VO_2 durante a sessão de exercícios com o VO_2 de recuperação subtraindo-se o VO_2 de repouso ($\text{VO}_{2\text{net}} = [\text{VO}_2 \text{ de exercício} + \text{de recuperação}] - \text{VO}_2 \text{ de repouso}$).

Antes de cada sessão experimental o equipamento era devidamente calibrado: *room air*, gás referência (*Cilindro White Martins, O₂= 11,92 e CO₂= 4,99*), turbina (seringa de 3 L, *Cardioequipo, Brasil*) e gás *delay*, seguindo todas as recomendações do fabricante. As condições ambientais foram controladas, com temperatura mantida entre 22 e 24 °C e umidade relativa de 40% a 60%.

3.4.6 Taxa metabólica de repouso e gasto energético aeróbio e anaeróbio

A TMR (kj) foi calculada utilizando a equação de Weir (1949) ($3,9 [\text{VO}_2 \text{ L}] + 1,1 [\text{VCO}_2 \text{ L}]^*10$), sendo obtida pela calorimetria indireta com indivíduo em jejum noturno de 10-12 hs. O VO_2 e VCO_2 foram coletados por um período de 30 min, no entanto, foi tomado como medida para TMR apenas os 10 min finais. Para estimativa do GE aeróbio (kj) utilizou-se o método de calorimetria indireta através do VO_2 , foi utilizado o valor calorífico de 21,1 kj durante o exercício e 19,6 kj para intervalo de recuperação e pós-exercício, os respectivos valores foram multiplicados

por cada litro de O_2 consumido (SCOTT; CROTEAU; RAVLO, 2009; SCOTT; LEARY; TENBRAAK, 2011).

O GE anaeróbio (kj) foi analisado através da $[La]$, sendo calculado durante o exercício pelo delta de variação (Δ) entre a medida subsequente e a anterior (por exemplo, $\Delta_1 = [La]_{3\text{min}} - [La]_{\text{basal}}$, $\Delta_2 = [La]_{7\text{min}} - [La]_{3\text{min}}$), todos os deltas foram somados (zero foi atribuído a delta negativo) e o valor multiplicado pela massa corporal (kg) e por 3 mL de O_2 (DI PRAMPERO; FERRETTI, 1999; SCOTT, 2006). O GE anaeróbio pós-exercício foi obtido conforme Gladden e Welch (1978), no qual cada medida da $[La]$ foi subtraída do basal (zero foi atribuído a diferenças negativas), somadas e posteriormente multiplicado o valor pela massa corporal (kg) e por 5,2 mL de O_2 . Estas conversões para equivalentes de O_2 durante e pós-exercício foi subsequente convertida para Joules, onde 1 L de $O_2 = 21,1$ kj (SCOTT; CROTEAU; RAVLO, 2009; SCOTT; LEARY; TENBRAAK, 2011).

O gasto energético da sessão de exercícios (GESE) foi registrado pelo somatório do gasto energético aeróbio de exercício (GEAE) e do intervalo de recuperação (GEAIR) mais o gasto energético anaeróbio da sessão de exercícios (GEASE). O gasto energético pós-sessão de exercícios (GEPE) foi registrado pelo somatório do gasto energético aeróbio pós-sessão de exercícios (GEAP) e o gasto energético anaeróbio pós-sessão de exercícios (GEAPE). O gasto energético líquido (GEnet, L) foi calculado pelo somatório dos valores obtidos pelo GESE mais o GEPE subtraído da TMR. O gasto energético total (GET) foi quantificado incluindo dados do GESE mais o GEPE.

3.4.7 Protocolos experimentais

Para os dois protocolos exercícios, os sujeitos chegaram ao laboratório entre 7 e 8 hs da manhã e ficaram sentados na posição supina em repouso por 15 min, logo após foi colocado a máscara (*Hans Rudolph, Inc., Kansas City, MO*) e coletado o ar expirado para análise da TMR. Em seguida, foi ingerido um lanche padrão (1 pão francês de 50 gr com 1 fatia de queijo prato de 30 gr e 1 copo de suco frutas de 200 ml) com densidade energética de 350 kcal (Carboidrato: 61,7%; Proteína:

13,44% e Lipídeos: 24,86%), logo após os sujeitos ficaram em repouso sentados na posição supina durante 30 min, sendo posteriormente mensurado o VO_2 e a [La] durante e após os protocolos de exercícios (Figura 2). Os procedimentos para coleta do consumo excessivo de oxigênio pós-exercício (EPOC) foram os mesmos da TMR pelo período de 60 min, este período justifica-se por estudos observaram o retorno VO_2 a valores basais (KELLEHER et al., 2010; MAZZETTI et al., 2007). Todos os protocolos de exercícios tiveram a mesma ordem de exercícios: supino horizontal, *leg press 45º*, remada sentada, mesa flexora, tríceps na polia, cadeira extensora, rosca direta e cadeira adutora.

Os dois protocolos também tiveram o mesmo trabalho total: 60% de 1RM, 24 séries ou estações, 10 repetições e velocidade de execução com 1 s na fase excêntrica e 1 s na fase concêntrica (controlada pelo metrônomo, *Korg MA-30*), sendo a razão trabalho:descanso 1:3. O trabalho foi calculado através da multiplicação da carga, número de séries e repetições (DA SILVA; BRENTANO; KRUEL, 2010; MAZZETTI et al., 2007; THORNTON; POTTEIGER, 2002). Além disso, foi padronizado o posicionamento, técnica de execução do exercício e a amplitude articular, no qual quando os indivíduos não conseguirem manter a cadência ou não atingir o ângulo necessário, instruções verbais foram fornecidas. O tempo de duração da sessão também foi registrado. Os indivíduos abstiveram de cafeína 24 hs antes dos protocolos experimentais, e outros procedimentos foram tomados de acordo com Compher et al. (2006).

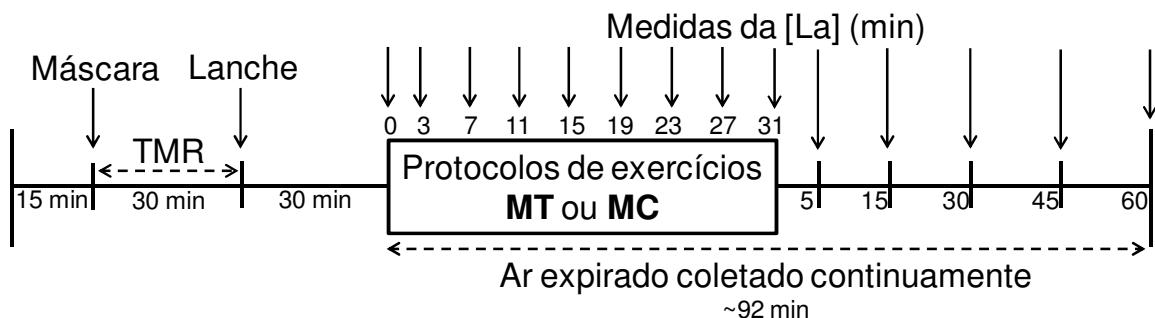


Figura 2 – Protocolo experimental.

MT – método tradicional; MC – método circuito; [La] – concentração de lactato sanguíneo no repouso, a cada 3 séries ou estações durante os exercícios (3 min, 7 min, 11 min, 15 min, 19 min, 23 min, 27 min, 31 min) e +5 min, +15 min, +30 min, +45 min e +60 min de recuperação.

Todas as coletas foram realizadas no Laboratório de Biodinâmica da ESEF/UPE e as sessões foram acompanhadas pelo pesquisador responsável e

outros pesquisadores experientes na prescrição do TP, componentes do Grupo de Estudo em Exercício e Nutrição (GENE/ESEF/UPE).

3.5 Aspectos Éticos

A presente pesquisa seguiu todos os aspectos éticos, sendo inicialmente aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/UPE), sob protocolo 226/10 atendendo assim os requisitos do Conselho Nacional de Saúde – Resolução 196/96 (Anexo A). Quanto aos participantes do estudo, após seleção da amostra de forma aleatória e voluntária, foi solicitada a assinatura individual do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo B), sendo apresentando neste momento os objetivos da pesquisa e métodos empregados, bem como informados os possíveis riscos e benefícios do estudo, além da confidencialidade das informações a serem adquiridas.

3.6 Análise Estatística

A normalidade e homogeneidade de variância dos dados foram confirmadas pelo teste de *Shapiro-Wilk* e *Levene*, respectivamente. Utilizou o teste t pareado para comparar o MC com o MT no GEASE, GEAE, GEAIR, GESE, GEAPE, GEAP, GEPE, TMR, GET, GEnet e VO₂net. A ANOVA two-way (condições x momentos) com *post-hoc* de *Newman-Keuls* foi usada para comparar medidas da [La], sendo 2 x 9 durante e 2 x 7 pós-exercício. Os dados são apresentados em média ± desvio padrão com nível de significância adotado de p<0,05. As análises foram feitas no SPSS 16.0 e STATISTICA 5.1.

4. RESULTADOS

Após leitura dos cartazes fixados pelo campus, 21 sujeitos se voluntariaram à participar da pesquisa, entretanto, 6 não atenderam aos critérios de inclusão, 5 não concluíram todas as sessões experimentais. Desta forma, a amostra final foi composta por dez voluntários com idade de $21,30 \pm 3,33$ anos, massa corporal de $80,46 \pm 6,84$ kg, estatura de $176,55 \pm 5,11$ cm, IMC de $25,88 \pm 2,85$ kg/m², gordura corporal de $19,98 \pm 4,30$ % e tempo de treinamento de $13,10 \pm 6,38$ meses.

Dada a padronização das sessões experimentais, não houve diferença entre os métodos para o trabalho total realizado (Tabela 1), e duração da sessão de exercícios, sendo $33,20 \pm 1,35$ min para o MC e $33,11 \pm 1,26$ min para o MT ($p=0,833$). Quanto ao GE das sessões de exercícios, a Tabela 2 demonstra que o GEASE é maior no MT do que o MC (11,15%), no entanto, o GEAE, GEAIR e GESE não apresentaram diferenças entre os métodos.

Tabela 1 – Trabalho total realizado durante as sessões experimentais (N= 10).

Exercícios	Trabalho Total (kg)
Supino horizontal	$1418,40 \pm 364,05$
Leg press 45º	$4395,60 \pm 1261,59$
Remada sentada	$1634,40 \pm 323,19$
Mesa flexora	$792,00 \pm 103,57$
Tríceps na polia	$691,20 \pm 134,21$
Cadeira extensora	$1150,20 \pm 215,07$
Rosca direta	$655,20 \pm 149,68$
Cadeira adutora	$909,00 \pm 155,13$

Tabela 2 – Gasto energético durante as sessões de treinamento com pesos (N= 10).

Método de treinamento	GEASE (kj)	GEAE (kj)	GEAIR (kj)	GESE (kj)
MC	$51,75 \pm 15,46$	$162,19 \pm 20,91$	$526,98 \pm 63,68$	$740,93 \pm 96,63$
MT	$57,52 \pm 14,47$	$153,87 \pm 19,87$	$508,68 \pm 66,65$	$720,08 \pm 89,43$
<i>p</i>	0,033	0,262	0,410	0,469

MC – método circuito; MT – método tradicional; GEASE – gasto energético anaeróbio da sessão de exercícios; GEAE – gasto energético aeróbio de exercício; GEAIR – gasto energético aeróbio do intervalo de recuperação; GESE – gasto energético da sessão de exercícios.

A Figura 3 apresenta os dados da concentração média de lactato sanguíneo, a cada 3 séries para o MT e 3 estações para o MC, observa-se que não existe diferenças nos valores basais entre os métodos. A partir do 3º min até o final das sessões (31º min) ambos os métodos elevaram as concentrações de lactato sanguíneo, e os maiores valores foram observados em resposta ao MT, exceto para os 19º min e 23º min. O pico na [La] ocorreu no 27º min ($12,89 \pm 2,54 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$) e 31º min ($11,08 \pm 2,54 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$) para o MT e MC, respectivamente. Demonstrando uma tendência de estabilização a partir do 23º min em ambos os métodos de treinamento.

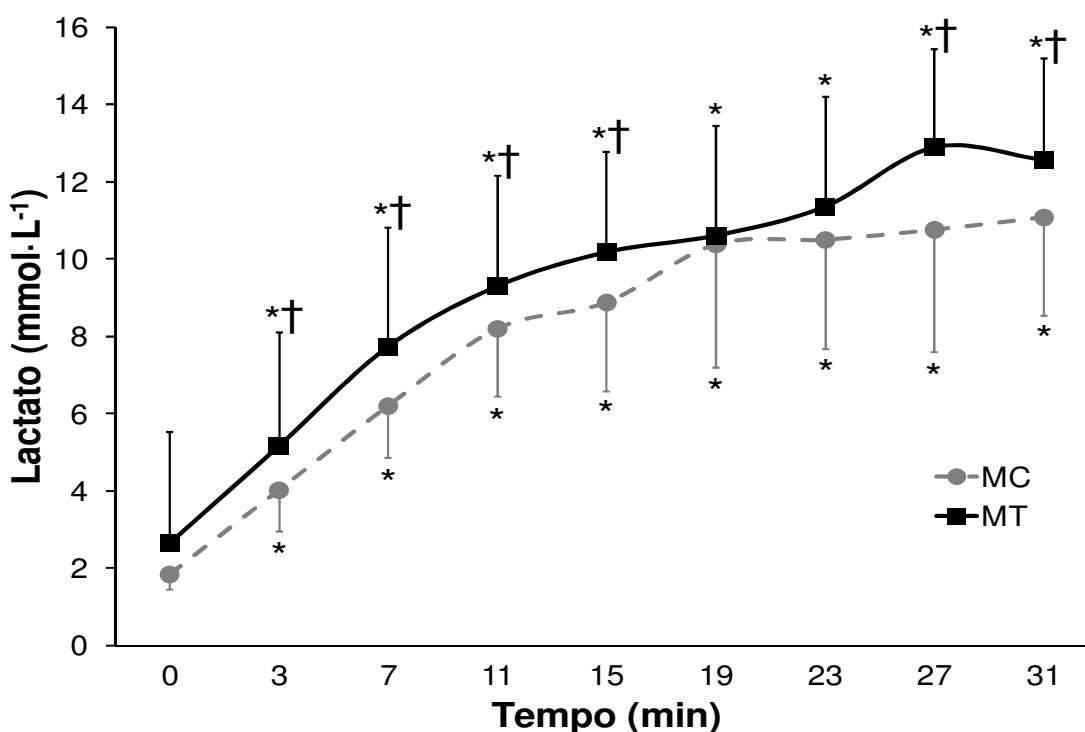


Figura 3 – Concentração média de lactato sanguíneo durante as sessões dos métodos de treinamentos com pesos.

MC – método circuito; MT – método tradicional; *Significativamente diferente do lactato basal; †Significativamente diferente entre os métodos.

Em relação ao GE após as sessões de exercícios, a Tabela 3 demonstra que o MT resultou maior GEAPE do que o MC, no entanto, o GEAP e GEPE não são diferentes entre os métodos. Observa-se que tanto durante quanto após as sessões de exercícios, o MT apresenta uma maior contribuição da via anaeróbia para o fornecimento de energia, do que o MC (Tabela 2 e Tabela 3).

Tabela 3 – Gasto energético pós-sessão dos métodos de treinamento com pesos (N= 10).

Método de treinamento	GEAPE (kj)	GEAP (kj)	GEPE (kj)
MC	147,33 ± 62,40	438,08 ± 81,88	585,42 ± 116,55
MT	191,11 ± 86,09	440,20 ± 71,66	631,32 ± 125,81
<i>p</i>	0,004	0,943	0,229

MC – método circuito; MT – método tradicional; GEAPE – gasto energético anaeróbio pós-sessão de exercícios; GEAP – gasto energético aeróbio pós-sessão de exercícios; GEPE – gasto energético pós-sessão de exercícios.

A [La] pós-sessão de exercícios reportada na Figura 3, demonstra maiores valores de lactato em resposta ao MT quanto comparado ao MC em todos os momentos, verifica-se também que, após 60 min de recuperação, a [La] retornou a valores basais em ambos os métodos.

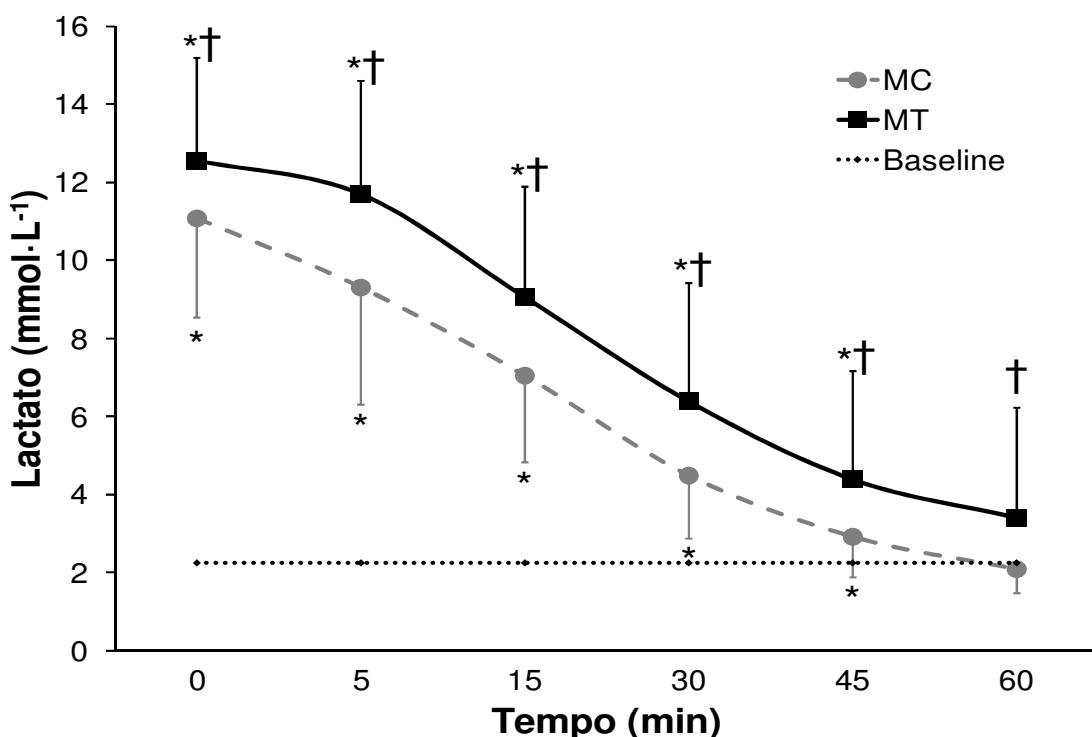


Figura 4 – Concentração média de lactato sanguíneo após as sessões dos métodos de treinamento com pesos.

MC – método circuito; MT – método tradicional; *Significativamente diferente do lactato basal; †Significativamente diferente entre os métodos; Linha pontilhada representa os valores de lactato do basal.

A TMR foi similar em ambos os métodos, MC ($13,35 \pm 3,50$ kj) e MT ($12,42 \pm 2,81$ kj), demonstrando que os sujeitos iniciaram as sessões experimentais com o mesmo dispêndio de energia. Essa mesma resposta foi encontrada no GET (MC:

1326,35 \pm 195,19 kj; MT: 1351,41 \pm 199,20 kj; $p= 0,648$), GEnet (MC: 1312,99 \pm 191,97 kj; MT: 1338,99 \pm 197,00 kj; $p= 0,630$) e VO₂net (MC: 54,34 \pm 6,60 L; MT: 53,28 \pm 6,93 L; $p= 0,654$).

5. DISCUSSÃO

O presente estudo teve por objetivo analisar os efeitos dos métodos de treinamento tradicional e circuito sobre o GE durante e após sessão de exercícios com pesos em homens adultos treinados. A hipótese inicial era que o MT resultasse em um maior GE durante e após a sessão de exercícios, devido, principalmente, as características metabólicas do MT (maior contribuição da via anaeróbia com consequente maior produção de lactato) que acarretam aumento do VO_2 no intervalo de recuperação e do EPOC, para remoção do lactato e ressíntese do ATP. A hipótese foi parcialmente comprovada, uma vez que os voluntários apresentaram maior dispêndio energético anaeróbio em resposta ao MT, entretanto, não foram verificadas diferenças entre os métodos para o GE durante e após as sessões de exercícios.

Quando se objetiva comparar métodos de TP, a padronização das sessões experimentais é essencial, visto que, as variáveis manipuladas para a prescrição do TP, tais como velocidade de execução (MAZZETTI et al., 2007), intervalo de recuperação (HALTOM et al., 1999; RATAMESS et al., 2007), intensidade da carga (DEGROOT et al., 1998a; THORNTON; POTTEIGER, 2002), número de séries (HADDOCK; WILKIN, 2006), número de repetições (RATAMESS et al., 2007), volume de treinamento (KANG et al., 2005) e massa muscular envolvida (FARINATTI; CASTINHEIRAS NETO, 2011) apresentam-se independentemente associadas ao GE.

Desta forma, vale ressaltar que no presente estudo, as sessões experimentais foram idênticas em relação à velocidade de execução, amplitude do movimento, intervalo de recuperação, número de séries e repetições, carga de trabalho e duração da sessão, a única diferença entre os métodos foi a estruturação da sessão de exercício, uma vez que durante o MC os voluntários realizavam os exercícios alternados por segmento (tronco, membros superiores ou inferiores) em forma de estações, enquanto que durante o MT os exercícios foram realizados em séries consecutivas.

Gasto Energético da Sessão de Exercícios

Estudos prévios demonstraram haver uma associação positiva entre trabalho e o GE (SCOTT; CROTEAU; RAVLO, 2009; SCOTT; LEARY; TENBRAAK, 2011), ou seja, sempre que o indivíduo realizar mais trabalho (incrementos na intensidade ou volume) o GE será elevado de forma proporcional, visando fornecer a energia necessária para suprir as demandas energéticas do organismo. Na maioria dos trabalhos este GE é estimado durante uma sessão de TP apenas utilizando o VO_2 , através da técnica de calorimetria indireta, ignorando a contribuição anaeróbia, que é predominante neste tipo de exercício, desta forma, a estimativa da contribuição anaeróbia durante sessões de TP é essencial para obtenção de resultados mais fidedignos (HUNTER; SEELHORST; SNYDER, 2003; MAZZETTI et al., 2007; SCOTT, 2006; SCOTT et al., 2011).

Com o intuito de minimizar tais vieses, o presente estudo utilizou a proposta de Scott (2005b; 2006), estimando o GE das sessões de exercícios através do somatório de três medidas: GE anaeróbio ($[La]$), GE aeróbio (VO_2) e GE aeróbio durante o intervalo de recuperação (VO_2), mesmo com as limitações do método, acreditamos que, desta forma, foram estimados tanto o metabolismo anaeróbio quanto o aeróbio.

Elliot, Goldberg e Kuehl (1992) e Pichon et al. (1996), previamente se propuseram a comparar os efeitos do MT e MC, em ambos o MC produziu um GE maior do que o MT, resultados este diferentes dos encontrados no presente estudo, no entanto, percebe-se que os estudos anteriormente citados, não equipararam os métodos testados, pois as variáveis de intensidade e volume eram diferentes, apesar de em ambos os estudos o MC apresentou maior volume e menor intensidade. Desta forma, estes fatores podem ter ocasionado o fato do MC produzir mais GE do que o MT, tendo em vista, que as evidências demonstraram que quanto maior o volume de TP maior o GE (HADDOCK; WILKIN, 2006; SCOTT, 2006). Adicionalmente, ao relativizar o GE pelo trabalho realizado (razão trabalho:gasto), Pichon et al. (1996) observaram que o MT, mesmo gerando menor trabalho, resultou em maior dispêndio energético do que o MC. Outra limitação nos estudos de Elliot, Goldberg e Kuehl (1992) e Pichon et al. (1996) foi que ambos utilizaram apenas a

medida do VO_2 para estimar o GESE e não estimaram o GE anaeróbio, limitando tais resultados e possíveis comparações.

No presente estudo, a [La] foi maior no MT do que no MC, tal fato pode ser atribuído ao balanço entre a produção e remoção de lactato (GAESSER; BROOKS, 1984), desta forma, especula-se que dada às características estruturais do MT, este método apresenta maior produção local de lactato (devido às séries consecutivas) e menor remoção. Esse processo está envolvido nos tipos de fibras musculares, tendo em vista, que os membros superiores podem ter a predominância de fibras do tipo II (glicolíticas) e os membros inferiores fibras do tipo I (oxidativas) (ELDER; BRADBURY; ROBERTS, 1982).

Assim, quando foi realizado o MC possivelmente as fibras do tipo II produziam lactato e em seguida este lactato era parcialmente removido pelas fibras do tipo I (GLADDEN, 2008), podendo também a maior remoção ser ocasionada pelo aumento do fluxo sanguíneo (GLADDEN, 2000). No MT este fenômeno parecer ser atenuado, apesar do lactato produzido ser removido pela sua própria oxidação no músculo ativo, via lançadeira de lactato intracelular – MCT1 (BROOKS, 2000; GLADDEN, 2008). Nesse sentido, parece que no MC a lançadeira de lactato extracelular (célula a célula) via MCT4 foi determinante para remoção do [La], fato este, que ocorreu no estudo de van Hall et al. (2003), no qual foi medido o balanço do lactato *net* entre membros superiores e inferiores durante 40 min de exercício contínuo em esqui utilizando ambos os membros, os dados mostraram que os braços liberavam o lactato, enquanto as coxas removiam o lactato.

Kelleher et al. (2010), reforça esta possibilidade de mecanismo fisiológico, quando compararam o método super série com o tradicional (padronizados pelo trabalho total). Neste estudo a única diferença entre os métodos era a estruturação do treino, no qual o MT foi similar ao presente estudo e o método super série era realizado com exercícios pareados de grupos musculares agonista-antagonista (exemplo, supino horizontal e remada curvada), então era realizado uma série de exercício para o músculo agonista seguida imediatamente de uma série de exercício para o músculo antagonista, logo após este último exercício, foi dado 1 min de intervalo de recuperação e repetiu-se este processo até completar quatro séries, assim sucessivamente para os outros grupos musculares. Os resultados demonstraram que o super série apresentou valores maiores de lactato sanguíneo

do que o MT. Dessa forma, parece que quando os exercícios com pesos são realizados com séries ou exercícios consecutivos para o mesmo grupo muscular ou segmento, a [La] é aumentada, diferentemente da resposta no MC.

O GEAIR foi o componente que mais contribuiu para o GESE nos métodos de treinamento, estes resultados foram parcialmente similares a estudos prévios, sendo demonstrado no supino horizontal que após 1 série tanto o GEASE quanto o GEAIR podem exceder o GEAE (SCOTT; CROTEAU; RAVLO, 2009; SCOTT et al., 2011) e após 2 séries até a fadiga em diferentes intensidades (70%, 80% e 90% de 1RM) o GEAE foi sempre o componente que representou a menor contribuição para o GESE (SCOTT; LEARY; TENBRAAK, 2011).

O GEAIR obtido em 1 min representa uma grande parcela do componente rápido do EPOC, onde uma quantidade significativa de O_2 consumido é utilizada para restabelecer os estoques de ATP e CP celulares usados durante a contração muscular, e ressaturação da oxihemoglobina e oximoglobina (BAHR, 1992). Nesse período de recuperação a energia advém quase que exclusivamente da via aeróbia, sendo o lactato e a gordura os principais substratos oxidados durante o processo de respiração mitocondrial (SCOTT, 2011). Nesta perspectiva, percebe-se que o MT poderia ter induzido mais GEAIR do que o MC, sabendo que o MT obteve maiores concentrações de lactato e pode ter recrutado mais fibras musculares pelo fato das séries consecutivas (BRENTANO et al., 2008), necessitando assim de uma maior velocidade na ressíntese do ATP-CP.

Outro aspecto que afeta o GE no TP é o dano muscular, causado pela contração muscular (DOLEZAL et al., 2000). Assim, além da maior produção de lactato, esperava-se que o MT induzisse maior dano muscular quando comparado ao MC. Entretanto, Deminice et al. (2011) após compararem o MT realizado com 3 séries, 10 repetições, 75% de 1RM e 90 s de intervalo de recuperação e o MC com similar trabalho e sem intervalo de recuperação, observaram que os métodos não são diferentes significativamente em relação ao dano muscular, apesar de ambos apresentarem elevação na atividade enzimática da creatina quinase pós exercício. Nesse sentido, parece que quando os sujeitos são treinados e os métodos de treinamento são padronizados pelo trabalho, tanto o MC quanto o MT, produzem respostas semelhantes relacionadas ao dano muscular, tendo em vista, que o

estudo de Evangelista et al. (2011) demonstraram não haver correlação entre o trabalho total e o delta da atividade da creatina quinase.

Gasto Energético Pós-Sessão de Exercícios

No presente estudo, além da comparação durante o exercício, nós comparamos entre os métodos o GEPE. Nós observamos que o GEPE e o GEAP não foram diferentes entre os métodos, porém o GEAPE foi maior após o MT quando comparado ao MC. Em relação ao GEAP, os resultados do presente estudo corroboram com Elliot, Goldberg e Kuehl (1992), no entanto, são contraditórios ao estudo de Murphy e Schwarzkopf (1992), no qual foi observado que o MC produz mais GEAP do que o MT. A contradição de resultados entre os estudos está relacionada à falta de padronização entre os métodos testados, pois as variáveis de intensidade e volume foram diferentes. Adicionalmente, Kelleher et al. (2010) demonstraram que o método super série produz mais GEAP quando comparado ao MT, já Da Silva, Brentano e Kruel (2010) observaram que o método pré-exaustão não tem diferença do MC. Assim, como no presente estudo, basicamente a principal diferença entre os métodos de treinamento dos estudos supracitados, foi a sequência de exercícios (por exemplo, agonista-antagonista, alternados por segmento, séries consecutivas e etc), nesse sentido, parece que a literatura não apresenta um consenso da influência desta variável em relação ao GEAP.

Apesar do GEAPE contribuir para o GEPE no TP, apenas o estudo de Kelleher et al. (2010) analisou o GEAPE (HUNTER et al., 2006; MAZZETTI et al., 2007). Os resultados do presente estudo indicaram que o MT apresentou maior [La] do que o MC. Dessa forma, acreditávamos que o EPOC seria maior no MT quando comparado ao MC, devido a este ser aumentado para participar da remoção do lactato. No entanto, de fato, os fatores que interferem no EPOC lento são bem menos compreendidos, principalmente no TP, assim podemos citar o aumento na circulação, ventilação e temperatura corporal, alterações no substrato energético (por exemplo, aumento no metabolismo dos ácidos graxos) e concentrações

hormonais, como catecolaminas, cortisol e tiroxina (BORSHEIM; BAHR, 2003; GAESSER; BROOKS, 1984).

De acordo com os resultados deste estudo, foi observado que ambos os métodos retornaram a [La] aos valores basais em 60 min, o que está em concordância com os resultados obtidos após o TP realizado com o método super série e tradicional (KELLEHER et al., 2010). Entretanto, no estudo de Mazzetti et al. (2007) quando foi realizado diferentes protocolos de agachamento na máquina com o mesmo trabalho, a [La] não retornou aos valores basais em 60 min, mesmo obtendo valores menores do pico de lactato sanguíneo durante o exercício (aproximadamente 6,3 a 9,5 mmol·L⁻¹).

Possivelmente, essa diferença entre os estudos em relação ao retorno da [La] aos valores basais, está relacionado ao tempo de duração da sessão de exercícios e o trabalho total. No presente estudo e no de Kelleher et al. (2010), o trabalho total e a duração da sessão (~33 min e ~31-40 min, respectivamente) foram parecidos, já no estudo de Mazzetti et al. (2007) o trabalho e a duração da sessão de exercícios (~8-10,5 min) foram menores. De acordo com as evidências, quando realizou-se exercícios contínuos, os resultados demonstraram que quanto menor a taxa de trabalho maior a remoção de lactato após a sessão de exercício (FREUND et al., 1986) e aumentando-se a duração de exercício, a capacidade de remoção de lactato tende a diminuir (FREUND et al., 1989; FREUND et al., 1990).

Durante o período pós-sessão de exercícios, as concentrações elevadas de lactato sanguíneo podem ser caracterizadas como um reservatório de carbono, semelhantemente a CP que é vista como o reservatório de fosfato de alta energia (GAESSER; BROOKS, 1984), este atributo é devido ao destino metabólico do lactato, no qual inicialmente é oxidado através de vários órgãos e tecidos, sendo usado como substrato energético pelo músculo esquelético, coração, cérebro, rins e fígado, podendo resultar sua oxidação em CO₂ e H₂O (BROOKS et al., 1999; GLADDEN, 2008). Além disso, por meio do Ciclo de Cori realizado no fígado, o lactato pode ser estocado como glicogênio ou convertido para glicose, sendo posteriormente liberado na corrente sanguínea (GLADDEN, 2008) e/ou também transformado em proteínas e aminoácidos (GAESSER; BROOKS, 1984; SCOTT, 2011).

Contudo, o nosso estudo apresenta algumas limitações, pois por causa de recursos financeiros não foi possível analisar determinadas variáveis intervenientes, como taxas hormonais e temperatura corporal, as quais poderiam dar subsídios para melhor explicar os nossos achados. Além disso, percebemos que a estimativa do GEASE e GEAPE perante medida da [La], podem ter sido subestimados, tendo em vista, que o equivalente energético foi encontrado em exercícios contínuos, como bicicleta, corrida e natação.

6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados do presente estudo, conclui-se que o método circuito e o tradicional promovem similar gasto energético total, quando são padronizados pelo trabalho total, e o gasto energético anaeróbio é estimado. Contudo, percebe-se que o método tradicional apresenta uma maior contribuição da via anaeróbia do que o método circuito, verificada pelas maiores concentrações de lactato durante e pós-sessão de exercícios.

Em suma, na perspectiva da prescrição do exercício, tanto o método tradicional quanto o método circuito devem ser usados com o objetivo de maximizar o gasto energético, porém sugere-se a utilização do método tradicional para melhoria do metabolismo anaeróbio. Todavia, novas investigações devem ser realizadas em diferentes populações, principalmente em sujeitos obesos que tem como objetivo aumentar o dispêndio de energia. Finalmente, cabe ressaltar a importância dos estudos padronizarem as condições testadas e utilizar procedimentos metodológicos que minimizem a influência de variáveis intervenientes, propiciando assim maior comparabilidade entre os resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

- ACSM. American College of Sports Medicine. Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 34, n. 2, p. 364-380, 2002.
- _____. American College of Sports Medicine. Position stand: appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 2, p. 459-471, 2009a.
- _____. American College of Sports Medicine. Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009b.
- AHTIAINEN, J. P.; PAKARINEN, A.; KRAEMER, W. J.; HAKKINEN, K. Acute hormonal and neuromuscular responses and recovery to forced vs maximum repetitions multiple resistance exercises. **International Journal of Sports Medicine**, v. 24, n. 6, p. 410-418, 2003.
- ALLEN, T. E.; BYRD, R. J.; SMITH, D. P. Hemodynamic consequences of circuit weight training. **Research Quarterly**, v. 47, n. 3, p. 229-306, 1976.
- AUGUSTSSON, J.; THOME, R.; HORNSTEDT, P.; LINDBLOM, J.; KARLSSON, J.; GRIMBY, G. Effect of pre-exhaustion exercise on lower-extremity muscle activation during a leg press exercise. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 17, n. 2, p. 411-416, 2003.
- BAHR, R. Excess postexercise oxygen consumption-magnitude, mechanisms and practical implications. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 605, p. 1-70, 1992.
- BANGSBO, J. Quantification of anaerobic energy production during intense exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 30, n. 1, p. 47-52, 1998.
- BERGER, R. Effect of varied weight training programs on strength. **Research Quarterly**, v. 33, n. 2, p. 168-181, 1962.
- _____. Comparative effects of three weight training programs. **Research Quarterly**, v. 34, n. 3, p. 396-398, 1963.
- BIRD, S. P.; TARPPENNING, K. M.; MARINO, F. E. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. **Sports Medicine**, v. 35, n. 10, p. 841-851, 2005.
- BLUNDELL, J.; STUBBS, R.; HUGHES, D.; WHYBROW, S.; KING, N. Cross talk between physical activity and appetite control: does physical activity stimulate appetite? **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 62, n. 3, p. 651-661, 2007.
- BORSHEIM, E.; BAHR, R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. **Sports Medicine**, v. 33, n. 14, p. 1037-1060, 2003.

BRAUN, W. A.; HAWTHORNE, W. E.; MARKOFSKI, M. M. Acute EPOC response in women to circuit training and treadmill exercise of matched oxygen consumption. **European Journal of Applied Physiology**, v. 94, n. 5-6, p. 500-504, 2005.

BRENTANO, M. A.; CADORE, E. L.; DA SILVA, E. M.; AMBROSINI, A. B.; COERTJENS, M.; PETKOWICZ, R.; VIERO, I.; KRUEL, L. F. Physiological adaptations to strength and circuit training in postmenopausal women with bone loss. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 22, n. 6, p. 1816-1825, 2008.

BROOKS, G. A. Intra- and extra-cellular lactate shuttles. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 32, n. 4, p. 790-799, 2000.

BROOKS, G. A.; DUBOUCHAUD, H.; BROWN, M.; SICURELLO, J. P.; BUTZ, C. E. Role of mitochondrial lactate dehydrogenase and lactate oxidation in the intracellular lactate shuttle. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 96, n. 3, p. 1129-1134, 1999.

CANCELLA, R.; TOUMANIAN, A.; POITOU, C.; CLEMENT, K. Adiposity signals, genetic and body weight regulation in humans. **Diabetes & Metabolism**, v. 30, n. 3, p. 215-227, 2004.

CAPEN, E. Study of four programs of heavy resistance exercise for development of muscular strength. **Research Quarterly**, v. 27, n. 2, p. 132-134, 1956.

CASTINHEIRAS NETO, A. G.; SILVA, N. L. D.; FARINATTI, P. D. T. V. Influência das variáveis do treinamento contra-resistência sobre o consumo de oxigênio em excesso após o exercício: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n. 1, p. 70-78, 2009.

CENSI, L.; TOTI, E.; PASTORE, G.; FERRO-LUZZI, A. The basal metabolic rate and energy cost of standardised walking of short and tall men. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 52, n. 6, p. 441-446, 1998.

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. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 106, n. 6, p. 881-903, 2006.

CSEP. Canadian Society for Exercise Physiology. **Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q)**, 2002. Disponível em: < <http://www.csep.ca/english/view.asp?x=1> >. Acesso em: 16 fev. 2011.

DA SILVA, R. L.; BRENTANO, M. A.; KRUEL, L. F. Effects of different strength training methods on postexercise energetic expenditure. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 8, p. 2255-2260, 2010.

DAUNCEY, M. J. Activity and energy expenditure. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 68, n. 1, p. 17-27, 1990.

DAY, D. S.;GOZANSKY, W. S.;VAN PELT, R. E.;SCHWARTZ, R. S.;KOHRT, W. M. Sex hormone suppression reduces resting energy expenditure and β -adrenergic support of resting energy expenditure. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 90, n. 6, p. 3312-3317, 2005.

DE SALLES, B.;OLIVEIRA, N.;RIBEIRO, F.;SIMÃO, R.;NOVAES, J. Comparação do método pré-exaustão e da ordem inversa em exercícios para membros inferiores. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 19, n. 1, p. 85-92, 2008.

DE SALLES, B. F.;SIMAO, R.;MIRANDA, F.;DA SILVA NOVAES, J.;LEMOS, A.;WILLARDSON, J. M. Rest Interval between sets in strength training. **Sports Medicine**, v. 39, n. 9, p. 765-777, 2009.

DEGROOT, D. W.;QUINN, T. J.;KERTZER, R.;VROMAN, N. B.;OLNEY, W. B. Circuit weight training in cardiac patients: determining optimal workloads for safety and energy expenditure. **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation**, v. 18, n. 2, p. 145-152, 1998a.

_____. Lactic acid accumulation in cardiac patients performing circuit weight training: implications for exercise prescription. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 79, n. 7, p. 838-841, 1998b.

DEMINICE, R.;SICCHIERI, T.;MIALICH, M. S.;MILANI, F.;OVIDIO, P. P.;JORDAO, A. A. Oxidative stress biomarker responses to an acute session of hypertrophy-resistance traditional interval training and circuit training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 3, p. 798-804, 2011.

DI PRAMPERO, P. E.; FERRETTI, G. The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts. **Respiratory Physiology**, v. 118, n. 2-3, p. 103-115, 1999.

DIXON, C. B.;ROBERTSON, R. J.;GOSS, F. L.;Timmer, J. M.;NAGLE, E. F.;EVANS, R. W. The effect of acute resistance exercise on serum malondialdehyde in resistance-trained and untrained collegiate men. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 20, n. 3, p. 693-698, 2006.

DOLEZAL, B. A.; POTTEIGER, J. A.; JACOBSEN, D. J.; BENEDICT, S. H. Muscle damage and resting metabolic rate after acute resistance exercise with an eccentric overload. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 32, n. 7, p. 1202-1207, 2000.

DUFFIELD, R.; DAWSON, B.; PINNINGTON, H. C.; WONG, P. Accuracy and reliability of a Cosmed K4b2 portable gas analysis system. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 7, n. 1, p. 11-22, 2004.

DUNSTAN, D. W.;PUDDLEY, I. B.;BEILIN, L. J.;BURKE, V.;MORTON, A. R.;STANTON, K. G. Effects of a short-term circuit weight training program on glycaemic control in NIDDM. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 40, n. 1, p. 53-61, 1998.

- EGAN, A.; WINCHESTER, J.; FOSTER, C.; MCGUIGAN, M. Using session RPE to monitor different methods of resistance exercise. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 5, n. 2, p. 289-295, 2006.
- ELDER, G. C.; BRADBURY, K.; ROBERTS, R. Variability of fiber type distributions within human muscles. **Journal of Applied Physiology**, v. 53, n. 6, p. 1473-1480, 1982.
- ELLIOT, D.; GOLDBERG, L.; KUEHL, K. Effect of resistance training on excess post-exercise oxygen consumption. **Journal of Applied Sport Science Research**, v. 6, n. 2, p. 77-81, 1992.
- ENG, J. Sample size estimation: how many individuals should be studied? **Radiology**, v. 227, n. 2, p. 309-313, 2003.
- EVANGELISTA, R.; PEREIRA, R.; HACKNEY, A. C.; MACHADO, M. Rest interval between resistance exercise sets: length affects volume but not creatine kinase activity or muscle soreness. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 6, n. 1, p. 118-127, 2011.
- FARINATTI, P. T.; CASTINHEIRAS NETO, A. G. The effect of between-set rest intervals on the oxygen uptake during and after resistance exercise sessions performed with large- and small-muscle mass. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 11, p. 3181-3190, 2011.
- FAUL, F.; ERDFELDER, E.; LANG, A. G.; BUCHNER, A. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior Research Methods**, v. 39, n. 2, p. 175-191, 2007.
- FERRANNINI, E. The theoretical bases of indirect calorimetry: a review. **Metabolism**, v. 37, n. 3, p. 287-301, 1988.
- FERREIRA, F.; DE MEDEIROS, A.; NICIOLI, C.; NUNES, J.; SHIGUEMOTO, G.; PRESTES, J.; VERZOLA, R.; BALDISSERA, V.; DE ANDRADE PEREZ, S. Circuit resistance training in sedentary women: body composition and serum cytokine levels. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 35, n. 2, p. 163-171, 2010.
- FISH, D. E.; KRABAK, B. J.; JOHNSON-GREENE, D.; DELATEUR, B. J. Optimal resistance training: comparison of DeLorme with Oxford techniques. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 82, n. 12, p. 903-909, 2003.
- FLECK, S.; KRAEMER, W. **Designing resistance training programs**. 3nd ed. Champaign:Human Kinetics, 2004.
- FOSCHINI, D.; PRESTES, J. Respostas hormonais e imunes agudas decorrentes do treinamento de força em bi-set. **Fitness & performance journal**, v. 6, n. 1, p. 38-44, 2007.

FOUREAUX, G.; DE CASTRO PINTO, K.; DÂMASO, A. Efeito do consumo excessivo de oxigênio após exercício e da taxa metabólica de repouso no gasto energético. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 6, p. 393-398, 2006.

FREUND, H.;OYONO-ENGUELLE, S.;HEITZ, A.;MARBACH, J.;OTT, C.;GARTNER, M. Effect of exercise duration on lactate kinetics after short muscular exercise. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 58, n. 5, p. 534-542, 1989.

FREUND, H.;OYONO-ENGUELLE, S.;HEITZ, A.;MARBACH, J.;OTT, C.;ZOULOUMIAN, P.;LAMPERT, E. Work rate-dependent lactate kinetics after exercise in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 61, n. 3, p. 932-939, 1986.

FREUND, H.;OYONO-ENGUELLE, S.;HEITZ, A.;OTT, C.;MARBACH, J.;GARTNER, M.;PAPE, A. Comparative lactate kinetics after short and prolonged submaximal exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v. 11, n. 4, p. 284-288, 1990.

FREY, G. C.; BYRNES, W. C.; MAZZEO, R. S. Factors influencing excess postexercise oxygen consumption in trained and untrained women. **Metabolism**, v. 42, n. 7, p. 822-828, 1993.

GAESSER, G. A.; BROOKS, G. A. Metabolic bases of excess post-exercise oxygen consumption: a review. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 16, n. 1, p. 29-43, 1984.

GASTIN, P. B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. **Sports Medicine**, v. 31, n. 10, p. 725-741, 2001.

GENTIL, P.; OLIVEIRA, E.; BOTTARO, M. Time under tension and blood lactate response during four different resistance training methods. **Journal of Physiological Anthropology**, v. 25, n. 5, p. 339-344, 2006.

GENTIL, P.;OLIVEIRA, E.;FONTANA, K.;MOLINA, G.;OLIVEIRA, R. J. D.;BOTTARO, M. Efeitos agudos de vários métodos de treinamento de força no lactato sanguíneo e características de cargas em homens treinados recreacionalmente. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 6, p. 303-307, 2006.

GETTMAN, L. R.; AYRES, J. J.; POLLOCK, M. L.; JACKSON, A. The effect of circuit weight training on strength, cardiorespiratory function, and body composition of adult men. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 10, n. 3, p. 171-176, 1978.

GHANBARI-NIAKI, A.; NABATCHIAN, S.; HEDAYATI, M. Plasma agouti-related protein (AGRP), growth hormone, insulin responses to a single circuit-resistance exercise in male college students. **Peptides**, v. 28, n. 5, p. 1035-1039, 2007.

GLADDEN, L. B. Muscle as a consumer of lactate. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 32, n. 4, p. 764-771, 2000.

_____. A lactatic perspective on metabolism. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 40, n. 3, p. 477-485, 2008.

GLADDEN, L. B.; WELCH, H. G. Efficiency of anaerobic work. **Journal of Applied Physiology**, v. 44, n. 4, p. 564-570, 1978.

GOTSHALK, L. A.; BERGER, R. A.; KRAEMER, W. J. Cardiovascular responses to a high-volume continuous circuit resistance training protocol. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 18, n. 4, p. 760-764, 2004.

HADDOCK, B. L.; WILKIN, L. D. Resistance training volume and post exercise energy expenditure. **International Journal of Sports Medicine**, v. 27, n. 2, p. 143-148, 2006.

HALTOM, R. W.;KRAEMER, R. R.;SLOAN, R. A.;HEBERT, E. P.;FRANK, K.;TRYNIECKI, J. L. Circuit weight training and its effects on excess postexercise oxygen consumption. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 31, n. 11, p. 1613-1618, 1999.

HARBER, M. P.;FRY, A. C.;RUBIN, M. R.;SMITH, J. C.;WEISS, L. W. Skeletal muscle and hormonal adaptations to circuit weight training in untrained men. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 14, n. 3, p. 176-185, 2004.

HARRIS, K. A.; HOLLY, R. G. Physiological response to circuit weight training in borderline hypertensive subjects. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 19, n. 3, p. 246-252, 1987.

HOCHMAN, B.; NAHAS, F.; OLIVEIRA FILHO, R.; FERREIRA, L. Desenhos de pesquisa. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 2-9, 2005.

HUNTER, G. R.;BYRNE, N. M.;GOWER, B. A.;SIRIKUL, B.;HILLS, A. P. Increased resting energy expenditure after 40 minutes of aerobic but not resistance exercise. **Obesity**, v. 14, n. 11, p. 2018-2025, 2006.

HUNTER, G. R.; SEELHORST, D.; SNYDER, S. Comparison of metabolic and heart rate responses to super slow vs. traditional resistance training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 17, n. 1, p. 76-81, 2003.

HUNTER, G. R.; WEINSIER, R. L.; GOWER, B. A.; WETZSTEIN, C. Age-related decrease in resting energy expenditure in sedentary white women: effects of regional differences in lean and fat mass. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 73, n. 2, p. 333-337, 2001.

ISAK. **International Society for the Advancement of Kinanthropometry. International standards for anthropometric assessment.** Australia:National Library of Australia, 2001.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497-504, 1978.

JACOBS, P. L.; NASH, M. S.; RUSINOWSKI, J. W. Circuit training provides cardiorespiratory and strength benefits in persons with paraplegia. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 33, n. 5, p. 711-717, 2001.

JEUKENDRUP, A. E.; WALLIS, G. A. Measurement of substrate oxidation during exercise by means of gas exchange measurements. **International Journal of Sports Medicine**, v. 26 Suppl 1, p. S28-37, 2005.

JOHNSTONE, A. M.; MURISON, S. D.; DUNCAN, J. S.; RANCE, K. A.; SPEAKMAN, J. R. Factors influencing variation in basal metabolic rate include fat-free mass, fat mass, age, and circulating thyroxine but not sex, circulating leptin, or triiodothyronine. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 82, n. 5, p. 941-948, 2005.

KAIKKONEN, H.; YRJAMA, M.; SILJANDER, E.; BYMAN, P.; LAUKKANEN, R. The effect of heart rate controlled low resistance circuit weight training and endurance training on maximal aerobic power in sedentary adults. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 10, n. 4, p. 211-215, 2000.

KANG, J.; HOFFMAN, J. R.; IM, J.; SPIERING, B. A.; RATAMESS, N. A.; RUNDELL, K. W.; NIOKA, S.; COOPER, J.; CHANCE, B. Evaluation of physiological responses during recovery following three resistance exercise programs. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 19, n. 2, p. 305-309, 2005.

KELLEHER, A. R.; HACKNEY, K. J.; FAIRCHILD, T. J.; KESLACY, S.; PLOUTZ-SNYDER, L. L. The metabolic costs of reciprocal supersets vs. traditional resistance exercise in young recreationally active adults. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 4, p. 1043-1051, 2010.

KELLY, S. B.; BROWN, L. E.; COBURN, J. W.; ZINDER, S. M.; GARDNER, L. M.; NGUYEN, D. The effect of single versus multiple sets on strength. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 21, n. 4, p. 1003-1006, 2007.

KEOGH, J. W. L.; WILSON, G. J.; WEATHERBY, R. E. A cross-sectional comparison of different resistance training techniques in the bench press. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 13, n. 3, p. 247-258, 1999.

KIM, B. Thyroid hormone as a determinant of energy expenditure and the basal metabolic rate. **Thyroid**, v. 18, n. 2, p. 141-144, 2008.

KING, N.; BYRNE, N. M.; HUNT, A.; HILLS, A. Comparing exercise prescribed with exercise completed: effects of gender and mode of exercise. **Journal of Sports Sciences**, v. 28, n. 6, p. 633-640, 2010.

KRAEMER, W.; FRY, A.; RATAMESS, N.; FRENCH, D. Strength testing: development and evaluation of methodology. In: MAUD, P.; FOSTER, C. (Ed.). **Physiological assessment of human fitness**. Champaign: Human Kinetics, 2006. p. 119-150.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 4, p. 674-688, 2004.

KROGH, A.; LINDHARD, J. The changes in respiration at the transition from work to rest. **The Journal of Physiology**, v. 53, n. 6, p. 431-439, 1920.

LAFORGIA, J.; WITHERS, R. T.; GORE, C. J. Effects of exercise intensity and duration on the excess post-exercise oxygen consumption. **Journal of Sports Sciences**, v. 24, n. 12, p. 1247-1264, 2006.

LARSON, G.; POTTEIGER, J. A comparison of three different rest intervals between multiple squat bouts. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 11, n. 2, p. 115-118, 1997.

LEIGHTON, J.; HOLMES, D.; BENSON, J.; WOOTEN, B.; SCHMERER, R. A study on the effectiveness of ten different methods of progressive resistance exercise on the development of strength, flexibility, girth and bodyweight. **Journal of the Association for Physical and Mental Rehabilitation**, v. 21, n. 3, p. 78-81, 1967.

LEVINE, J. A. Nonexercise activity thermogenesis (NEAT): environment and biology. **American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism**, v. 286, n. 5, p. E675-E685, 2004.

LIVINGSTONE, M. B.; STRAIN, J. J.; PRENTICE, A. M.; COWARD, W. A.; NEVIN, G. B.; BARKER, M. E.; HICKEY, R. J.; MCKENNA, P. G.; WHITEHEAD, R. G. Potential contribution of leisure activity to the energy expenditure patterns of sedentary populations. **British Journal of Nutrition**, v. 65, n. 2, p. 145-155, 1991.

MAIORANA, A.; O'DRISCOLL, G.; CHEETHAM, C.; COLLIS, J.; GOODMAN, C.; RANKIN, S.; TAYLOR, R.; GREEN, D. Combined aerobic and resistance exercise training improves functional capacity and strength in CHF. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 5, p. 1565-1570, 2000.

MARGARIA, R.; AGHEMO, P.; SASSI, G. Lactic acid production in supramaximal exercise. **Pflügers Archiv European Journal of Physiology**, v. 326, n. 2, p. 152-161, 1971.

MARGARIA, R.; CERRETELLI, P.; DIPRAMPERO, P. E.; MASSARI, C.; TORELLI, G. Kinetics and mechanism of oxygen debt contraction in man. **Journal of Applied Physiology**, v. 18, p. 371-377, 1963.

MARX, J. O.; RATAMESS, N. A.; NINDL, B. C.; GOTSHALK, L. A.; VOLEK, J. S.; DOHL, K.; BUSH, J. A.; GOMEZ, A. L.; MAZZETTI, S. A.; FLECK, S. J.; HAKKINEN, K.; NEWTON, R. U.; KRAEMER, W. J. Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 33, n. 4, p. 635-643, 2001.

MATSUURA, C.; MEIRELLES, C. D. M.; GOMES, P. S. C. Gasto energético e consumo de oxigênio pós-exercício contra-resistência. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, p. 729-740, 2006.

MAYNARD, J.; EBBEN, W. P. The effects of antagonist prefatigue on agonist torque and electromyography. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 17, n. 3, p. 469-474, 2003.

MAZZETTI, S.; DOUGLASS, M.; YOCUM, A.; HARBER, M. Effect of explosive versus slow contractions and exercise intensity on energy expenditure. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 39, n. 8, p. 1291-1301, 2007.

MCLAUGHLIN, J. E.; KING, G. A.; HOWLEY, E. T.; BASSETT, D. R., JR.; AINSWORTH, B. E. Validation of the COSMED K4 b2 portable metabolic system. **International Journal of Sports Medicine**, v. 22, n. 4, p. 280-284, 2001.

MEDBO, J. I.; MOHN, A. C.; TABATA, I.; BAHR, R.; VAAGE, O.; SEJERSTED, O. M. Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O₂ deficit. **Journal of Applied Physiology**, v. 64, n. 1, p. 50-60, 1988.

MEDBO, J. I.; TOSKA, K. Lactate release, concentration in blood, and apparent distribution volume after intense bicycling. **The Japanese Journal of Physiology**, v. 51, n. 3, p. 303-312, 2001.

MEIRELLES, C. D. M.; GOMES, P. S. C. Efeitos agudos da atividade contra-resistência sobre o gasto energético: revisitando o impacto das principais variáveis. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 10, n. 2, p. 122-130, 2004.

MONTEIRO, A. G.; ALVENO, D. A.; PRADO, M.; MONTEIRO, G. A.; UGRINOWITSCH, C.; AOKI, M. S.; PICARRO, I. C. Acute physiological responses to different circuit training protocols. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 48, n. 4, p. 438-442, 2008.

MORGAN, B.; WOODRUFF, S. J.; TIIDUS, P. M. Aerobic energy expenditure during recreational weight training in females and males. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 2, p. 117-122, 2003.

MURPHY, E.; SCHWARZKOPF, R. Effects of standard set and circuit weight training on excess post-exercise oxygen consumption. **Journal of Applied Sport Science Research**, v. 6, n. 2, p. 88-91, 1992.

NASH, M. S.; JACOBS, P. L.; WOODS, J. M.; CLARK, J. E.; PRAY, T. A.; PUMAREJO, A. E. A comparison of 2 circuit exercise training techniques for eliciting matched metabolic responses in persons with paraplegia. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 83, n. 2, p. 201-209, 2002.

NEARY, J.; DOCHERTY, D.; WENGER, H. Post-exercise metabolic rate is influenced by elevated core temperature. **Australian Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 25, n. 2, p. 43-47, 1993.

OLDS, T. S.; ABERNETHY, P. J. Postexercise oxygen consumption following heavy and light resistance exercise. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 7, n. 3, p. 147-152, 1993.

PANISSA, V. L. G.;BERTUZZI, R. C. D. M.;LIRA, F. S. D.;JÚLIO, U. F.;FRANCHINI, E. Exercício concorrente: análise do efeito agudo da ordem de execução sobre o gasto energético total. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n. 2, p. 127-131, 2009.

PENDERGAST, D. R.;DI PRAMPERO, P. E.;CRAIG, A. B., JR.;WILSON, D. R.;RENNIE, D. W. Quantitative analysis of the front crawl in men and women. **Journal of Applied Physiology**, v. 43, n. 3, p. 475-479, 1977.

PICHON, C.;HUNTER, G.;MORRIS, M.;BOND, R.;METZ, J. Blood pressure and heart rate response and metabolic cost of circuit versus traditional weight training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 10, n. 3, p. 153-156, 1996.

PIERS, L.; SOARES, M.; MCCORMACK, L.; O'DEA, K. Is there evidence for an age-related reduction in metabolic rate? **Journal of Applied Physiology**, v. 85, n. 6, p. 2196-2204, 1998.

PRICE, M.; HALABI, K. The effects of work-rest duration on intermittent exercise and subsequent performance. **Journal of Sports Sciences**, v. 23, n. 8, p. 835-842, 2005.

PRICE, M.; MOSS, P. The effects of work:rest duration on physiological and perceptual responses during intermittent exercise and performance. **Journal of Sports Sciences**, v. 25, n. 14, p. 1613-1621, 2007.

PRITZLAFF, C. J.;WIDEMAN, L.;BLUMER, J.;JENSEN, M.;ABBOTT, R. D.;GAESSER, G. A.;VELDHUIS, J. D.;WELTMAN, A. Catecholamine release, growth hormone secretion, and energy expenditure during exercise vs. recovery in men. **Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 3, p. 937-946, 2000.

RATAMESS, N. A.;FALVO, M. J.;MANGINE, G. T.;HOFFMAN, J. R.;FAIGENBAUM, A. D.;KANG, J. The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 100, n. 1, p. 1-17, 2007.

REED, G. W.; HILL, J. O. Measuring the thermic effect of food. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 63, n. 2, p. 164-169, 1996.

REIS, V. M.; JÚNIOR, R. S.; ZAJAC, A.; OLIVEIRA, D. R. Energy Cost of Resistance Exercises: an Uptade. **Journal of Human Kinetics**, n. -1, p. 33-39, 2011.

RITTI-DIAS, R. M.; AVELAR, A.; SALVADOR, E. P.; CYRINO, E. S. Influence of previous experience on resistance training on reliability of one-repetition maximum test. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 5, p. 1418-1422, 2011.

ROBBINS, D. W.; YOUNG, W. B.; BEHM, D. G. The effect of an upper-body agonist-antagonist resistance training protocol on volume load and efficiency. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 10, p. 2632-2640, 2010.

SCOTT, C. Misconceptions about aerobic and anaerobic energy expenditure. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 2, n. 2, p. 32-37, 2005a.

SCOTT, C.; DJURISIC, Z. The metabolic oxidation of glucose: Thermodynamic considerations for anaerobic and aerobic energy expenditure. **Journal of Exercise Physiology Online**, v. 11, n. 4, p. 34-43, 2008.

SCOTT, C. B. Contribution of anaerobic energy expenditure to whole body thermogenesis. **Nutrition & Metabolism**, v. 2, n. 14, 2005b.

_____. Contribution of blood lactate to the energy expenditure of weight training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 20, n. 2, p. 404-411, 2006.

_____. Quantifying the immediate recovery energy expenditure of resistance training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 4, p. 1159-1163, 2011.

SCOTT, C. B.; CROTEAU, A.; RAVLO, T. Energy expenditure before, during, and after the bench press. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 23, n. 2, p. 611-618, 2009.

SCOTT, C. B.; LEARY, M. P.; TENBRAAK, A. J. Energy expenditure characteristics of weight lifting: 2 sets to fatigue. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 36, n. 1, p. 115-120, 2011.

SCOTT, C. B.; LEIGHTON, B. H.; AHEARN, K. J.; MCMANUS, J. J. Aerobic, anaerobic, and excess postexercise oxygen consumption energy expenditure of muscular endurance and strength: 1-set of bench press to muscular fatigue. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 4, p. 903-908, 2011.

SCOTT, C. B.; ROBY, F. B.; LOHMAN, T. G.; BUNT, J. C. The maximally accumulated oxygen deficit as an indicator of anaerobic capacity. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 23, n. 5, p. 618-624, 1991.

SHORT, K. R.; SEDLOCK, D. A. Excess postexercise oxygen consumption and recovery rate in trained and untrained subjects. **Journal of Applied Physiology**, v. 83, n. 1, p. 153-159, 1997.

SILVA, A. S.; FERREIRA, A. C. D.; ANICETO, R. R.; NOQUEIRA, F. R. S. **Musculação: aspectos fisiológicos, metodológicos e nutricionais**. 1. ed. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2010.

SIMONSON, D. C.; DEFRONZO, R. A. Indirect calorimetry: methodological and interpretative problems. **American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism**, v. 258, n. 3 Pt 1, p. E399-412, 1990.

SIRI, W. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: BROZECK, J.; HENSCHEL, A. (Ed.). **Techniques for measuring body composition**. Washington-DC: National Academy of Sciences, National Research Council, 1961. p. 223-224.

SMILIOS, I.; PILIANIDIS, T.; KARAMOUZIS, M.; TOKMAKIDIS, S. P. Hormonal responses after various resistance exercise protocols. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 4, p. 644-654, 2003.

SOUSA, V. D.; DRIESSNACK, M.; MENDES, I. A. C. Revisão dos desenhos de pesquisa relevantes para enfermagem. parte 1: desenhos de pesquisa quantitativa. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 15, n. 3, p. 502-507, 2007.

TAKARADA, Y.; SATO, Y.; ISHII, N. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. **European Journal of Applied Physiology**, v. 86, n. 4, p. 308-314, 2002.

TAKARADA, Y.; TAKAZAWA, H.; SATO, Y.; TAKEBAYASHI, S.; TANAKA, Y.; ISHII, N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 6, p. 2097-2106, 2000.

TESCH, P.; DANIELS, W.; SHARP, D. Lactate accumulation in muscle and blood during submaximal exercise. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 114, n. 3, p. 441-446, 1982.

THORNTON, M. K.; POTTEIGER, J. A. Effects of resistance exercise bouts of different intensities but equal work on EPOC. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 34, n. 4, p. 715-722, apr. 2002.

UCHIDA, M.; CHARRO, M.; BACURAU, R.; NAVARRO, F.; PONTES JUNIOR, F. **Manual de musculação**: uma abordagem teórico-prática ao treinamento de força. 4. ed. São Paulo: Phorte, 2006a.

UCHIDA, M. C.; AOKI, M. S.; NAVARRO, F.; TESSUTTI, V. D.; BACURAU, R. F. P. Efeito de diferentes protocolos de treinamento de força sobre parâmetros morofuncionais, hormonais e imunológicos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 1, p. 21-26, 2006b.

VAN HALL, G.; JENSEN-URSTAD, M.; ROSDAHL, H.; HOLMBERG, H. C.; SALTIN, B.; CALBET, J. A. Leg and arm lactate and substrate kinetics during exercise. **American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism**, v. 284, n. 1, p. E193-205, 2003.

VIANNA, J. M.; LIMA, J. P.; SAAVEDRA, F. J.; REIS, V. M. Aerobic and anaerobic energy during resistance exercise at 80% 1RM. **Journal of Human Kinetics**, p. 69-74, 2011.

WEIR, J. B. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. **The Journal of Physiology**, v. 109, n. 1-2, p. 1-9, 1949.

WESTCOTT, W. L.;WINETT, R. A.;ANDERSON, E. S.;WOJCIK, J. R.;LOUD, R. L.;CLEGGETT, E.;GLOVER, S. Effects of regular and slow speed resistance training on muscle strength. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 41, n. 2, p. 154-158, 2001.

WHITEHURST, M. A.;JOHNSON, B. L.;PARKER, C. M.;BROWN, L. E.;FORD, A. M. The benefits of a functional exercise circuit for older adults. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 19, n. 3, p. 647-651, 2005.

WHITLEY, E.; BALL, J. Statistics review 4: sample size calculations. **Critical Care**, v. 6, n. 4, p. 335-341, 2002.

WHO. **Word Heath Organization. Obesity status**: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation on obesity. Geneva, 1998.

WILLARDSON, J. M. A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 20, n. 4, p. 978-984, 2006.

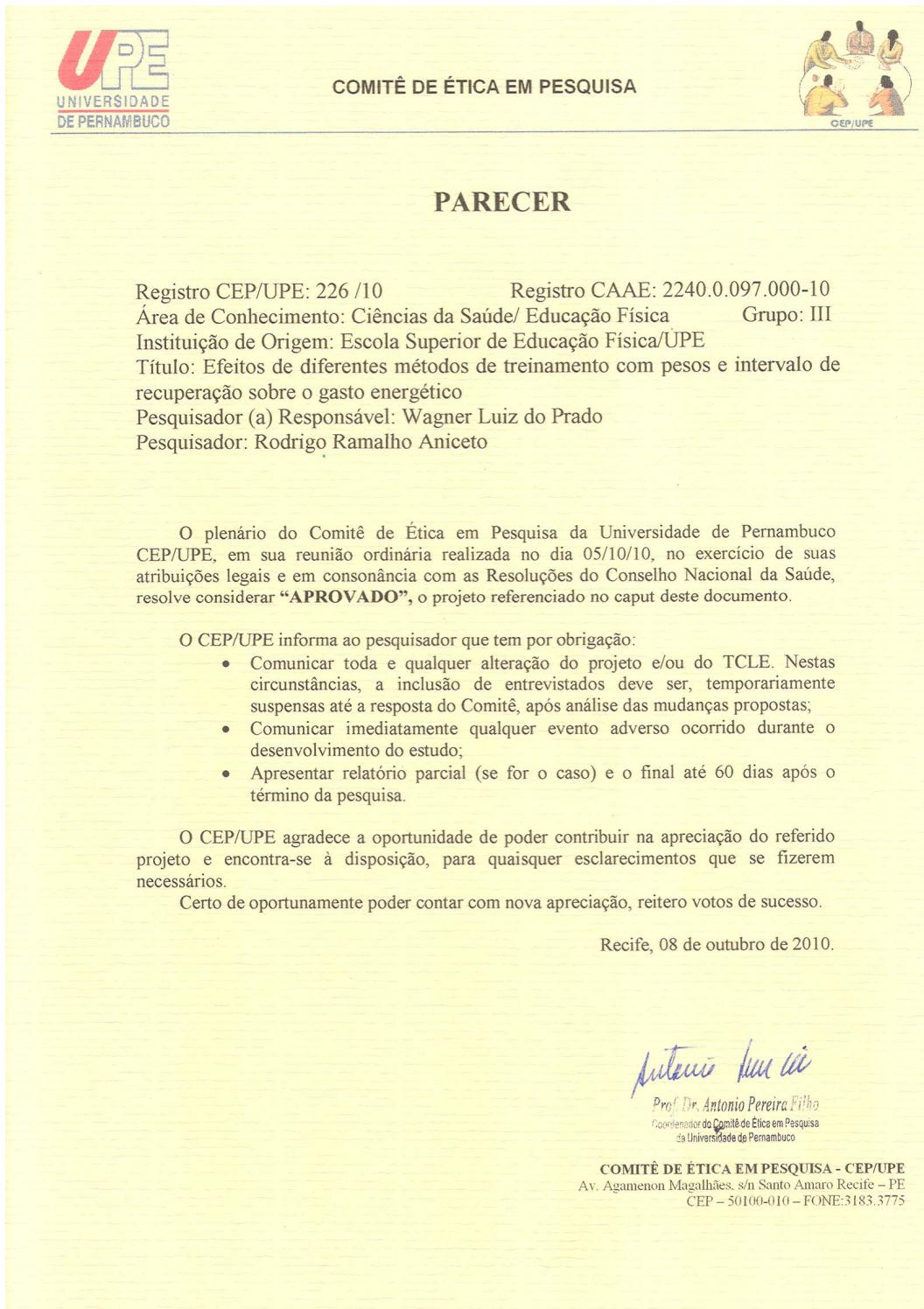
WILLIAMS, A. D.;CAREY, M. F.;SELIG, S.;HAYES, A.;KRUM, H.;PATTERSON, J.;TOIA, D.;HARE, D. L. Circuit resistance training in chronic heart failure improves skeletal muscle mitochondrial ATP production rate--a randomized controlled trial. **Journal of Cardiac Failure**, v. 13, n. 2, p. 79-85, 2007.

WILMORE, J. H.;PARR, R. B.;GIRANDOLA, R. N.;WARD, P.;VODAK, P. A.;BARSTOW, T. J.;PIPES, T. V.;ROMERO, G. T.;LESLIE, P. Physiological alterations consequent to circuit weight training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 10, n. 2, p. 79-84, 1978a.

WILMORE, J. H.;PARR, R. B.;WARD, P.;VODAK, P. A.;BARSTOW, T. J.;PIPES, T. V.;GRIMDITCH, G.;LESLIE, P. Energy cost of circuit weight training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 10, n. 2, p. 75-78, 1978b.

ANEXOS

ANEXO A – Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/UPE)



ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Eu, _____, R.G: _____,

declaro, por meio deste termo, que concordo em participar da pesquisa intitulada: Efeitos de diferentes métodos de treinamento com pesos e intervalo de recuperação sobre o gasto energético. Fui informado, ainda, de que a pesquisa é [coordenada / orientada] pelo Prof. Dr. Wagner Luiz do Prado e é projeto de mestrado do [aluno] Rodrigo Ramalho Aniceto, aos quais poderei contatar ou consultar a qualquer momento que julgar necessário, através dos telefones: 31833378 / 97998707, respectivamente.

Afirmo que aceito participar de forma voluntária, sem receber qualquer incentivo financeiro e com a finalidade exclusiva de colaborar para o desenvolvimento da pesquisa. Fui informado dos objetivos estritamente acadêmicos do estudo, que, em linhas gerais é analisar os efeitos agudos de exercício com pesos em diferentes métodos e intervalos de recuperação entre séries sobre o gasto energético em indivíduos adultos treinados.

Na primeira visita ao laboratório será realizada a avaliação da composição corporal e força muscular. A partir da segunda até a quarta visita, serão realizadas: a sessões de exercícios com pesos em suas respectivas intensidades, coleta de lactato, consumo de oxigênio, percepção subjetiva do esforço e freqüência cardíaca.

Fui também esclarecido de que o uso das informações por mim oferecidas está submetido às normas éticas destinadas à pesquisa envolvendo seres humanos, da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), perante a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde. O acesso e a análise dos dados coletados se farão apenas pelo (a) pesquisador (a) e/ou seu(s) orientador (es) / coordenador (es).

Em relação aos riscos e desconfortos: não há riscos de saúde para os indivíduos no presente estudo, apenas apresenta leve desconforto devido à coleta de lactato, e a realização de teste de força muscular; ocorre um desconforto mínimo relativo à (entrevistas, exame físicos e protocolos experimentais); o teste de força muscular será realizado dentro dos padrões de referência de segurança, com pessoal habilitado, podendo apresentar desconforto físico devido à realização de

esforço máximo, mas, sem nenhum dano à saúde dos sujeitos da pesquisa. Todo procedimento será realizado por profissionais habilitados e capacitados, sendo tudo dentro dos padrões de exigência de higiene e segurança.

Na condição de sujeito pesquisado, fui informado dos meus direitos: garantia de esclarecimento e resposta a qualquer pergunta; liberdade de abandonar a pesquisa a qualquer momento sem prejuízo para si ou para meu tratamento (se for o caso); garantia de privacidade à minha identidade e do sigilo das informações e garantia de que os gastos adicionais serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa.

Abaixo assinado, tendo recebido todos os esclarecimentos acima citados, e ciente dos meus direitos, por intermédio deste, dou livremente meu consentimento para participar desta pesquisa, bem como autorizo toda documentação necessária, a divulgação e a publicação em periódicos, revistas bem como apresentação em congressos, workshop e quaisquer eventos de caráter científico.

Dúvidas e Esclarecimentos: Wagner Luiz do Prado (pesquisador responsável) – telefone: 31833378. Rodrigo Ramalho Aniceto – telefone: 97998707. Endereço: Escola Superior de Educação Física – UPE, Rua Arnóbio Marques, 310, Santo Amaro, Recife – PE. CEP: 50100-130.

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Pernambuco – telefone: 3183.3775.

Recife, ____ de ____ de ____.

Assinatura do (a) participante: _____

Assinatura do (a) pesquisador(a): _____

ANEXO C – Questionário de Prontidão para Atividade Física (PAR-Q)

1. Algum médico já disse que você possui algum problema cardíaco e que só deveria realizar atividade física supervisionada por profissionais de saúde?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
2. Você sente dores no peito quando pratica atividade física?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
3. No último mês, você sentiu dores no peito quando praticava atividade física?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
4. Você apresenta desequilíbrio devido a tontura e/ou perda de consciência?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
5. Você possui algum problema ósseo ou articular que poderia ser piorado pela atividade física?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
6. Você toma atualmente algum medicamento para pressão arterial e/ou problema de coração?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
7. Sabe de alguma outra razão pela qual você não deve realizar atividade física?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não