

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

Michelle Seibel da Rosa

**DISPÊNDIO ENERGÉTICO DO TREINO DE FORÇA: análise do efeito agudo das
diferentes ordens dos exercícios do treino concorrente**

Porto Alegre

2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

Michelle Seibel da Rosa

**DISPÊNDIO ENERGÉTICO DO TREINO DE FORÇA: análise do efeito agudo das
diferentes ordens dos exercícios do treino concorrente**

Monografia apresentada à Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como pré-requisito para a conclusão do curso de Bacharelado em Educação Física.

Orientador: Professor Doutor Ronei Silveira Pinto

Porto Alegre

2011

Michelle Seibel da Rosa

**DISPÊNDIO ENERGÉTICO DO TREINO DE FORÇA: análise do efeito agudo das
diferentes ordens dos exercícios do treino concorrente**

Conceito Final:.....

Aprovado em 11 de julho de 2011.

BANCA EXAMINADORA

Professor Doutor Flávio Antônio de Souza Castro - UFRGS

Orientador – Professor Doutor Ronei Silveira Pinto

Dedico este trabalho à memória de minha mãe,
Terezinha Seibel, a quem me deu a vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer ao meu pai Sérgio Santos da Rosa e sua esposa Maria Olinda Silveira da Rosa pelas oportunidades e pela dedicação que me ofereceram, ao longo de minha vida, em minha formação pessoal. Agradeço, também, aos meus irmãos Patrícia, Bianca e Thiago, e aos meus cunhados, Giovani e Leonardo, por estarem sempre ao meu lado em situações de tantas alegrias, assim como, em momentos tão difíceis dos quais já vivi. Incluo, ainda, em minha lista de familiares, o agradecimento pela existência e o amor de meus queridos e maravilhosos sobrinhos: Giovanna, Luíza e Heitor.

Quanto à minha futura nova família, sou muito grata ao meu noivo, Fernando Prux Athanazio, que me proporcionou, e, ainda proporciona, seu amor, compreensão, dedicação, carinho e muitos momentos de alegria. E, sem menos importância, agradeço aos seus, a família Athanazio, por terem me aceito em seu seio familiar, de braços abertos, e por me fazerem feliz nos maravilhosos dias de domingo.

Na Universidade agradeço aos meus colegas, professores e funcionários pela companhia, assistência e excelente formação, além de terem me abrigado durante esses quatro anos e meio na Escola de Educação Física. Em especial, ao meu Orientador/Professor, Dr. Ronei Silveria Pinto, por ter aceitado compartilhar comigo esse desafio de desenvolver esta pesquisa; às minhas colegas e amigas Lissandra Carvalho Pinto e Larissa Xavier Neves, por serem as melhores companheiras em momentos de euforia e angústia, e ao meu colega, Eurico Nestor Wilhelm Neto, pela participação e comprometimento nas coletas de dados desta pesquisa e por apresentar-se sempre disposto a me ajudar em situações de dúvida. Agradeço, ainda, às meninas que se dispuseram a participar da minha pesquisa como sujeitos da amostra, para que eu pudesse desenvolver este trabalho de conclusão de curso.

Por fim, agradeço a todos que estiveram presentes em minha vida pessoal e acadêmica e, que, de alguma forma, contribuíram para a chegada desse momento tão especial: a graduação em Educação Física.

RESUMO

O treinamento de força, hoje, é reconhecido pela população mundial como uma importante modalidade para os cuidados da saúde e da estética. Além disso, seria interessante utilizar essa modalidade de treino para ajudar indivíduos que sofrem com o sobrepeso e a obesidade, já que essas predisõem aos mesmos o desenvolvimento de várias doenças. Com base nisso, este estudo tem por finalidade investigar o dispêndio energético no treino de força a partir das diferentes ordens de execução dos exercícios do treino concorrente. Para tanto, oito mulheres jovens e ativas tiveram os valores de uma repetição máxima, 15 repetições máximas, consumo de oxigênio de pico e consumo de oxigênio de repouso, previamente avaliados, e executaram, posteriormente, dois protocolos agudos de treino concorrente, compostos pelas seguintes ordens: aeróbio - força e força - aeróbio. Ambos os protocolos foram randomizados. A parte aeróbia foi constituída de 30 minutos de corrida (60% da velocidade em que estavam no segundo limiar ventilatório), enquanto que a parte de força foi formada de oito exercícios (supino, *leg press*, puxada frontal, flexão de joelhos, remada alta, adução do quadril, elevação lateral do ombro e extensão dos joelhos) de duas séries de 15 RMs, com intervalo de 60 segundos entre as séries e os exercícios. O dispêndio energético, expressos em média e desvio-padrão, foram de: $63,14 \pm 12,72$ kcal para o protocolo em que o treino de força antecedeu o treino aeróbio e de $53,06 \pm 12,11$ kcal para o protocolo de ordem inversa. No entanto, não foi possível uma análise estatística inferencial para esses valores devido ao pequeno “n” amostral dessa pesquisa. Contudo, é possível especular, a partir de uma análise, que não houve diferença no dispêndio energético do treino de força entre os protocolos. Caso esse resultado seja confirmado, uma possível explicação para isso encontra-se na intensidade insignificante do EPOC do treino aeróbio, do qual não se repercutiu no dispêndio energético do treino de força, quando este foi executado posteriormente ao treino aeróbio. Portanto, para uma melhor investigação, esse estudo irá futuramente continuar as coletas de dados até que se consiga um “n” de 14 mulheres e, assim, uma análise estatística inferencial para esses dados.

Palavras-Chave: treino concorrente, dispêndio energético e treino de força.

ABSTRACT

The strength training is on this days, by the world populations, recognized to be an important tool for health care and esthetics. Moreover, it would be interesting to use this type of training to help people who suffer with overweight and obesity, since this conditions already predispose them into developing a number of diseases. With that being said, this study intend to investigate the energy expenditure in the strength training, using different orders in the concurrent training. For this, eight young and active women had their one repetition values, 25 maximum repetitions values, pick oxygen uptake and rest oxygen uptake previously analyzed and computed and then later executed two acute protocols of concurrent training, in the orders: aerobic – strength and strength – aerobic. Each protocol was randomized. The aerobic part consisted in 30 minutes of running (60% of the speed they were in the second threshold ventilatory), while the strength part was constructed into 8 exercises (bench press, leg press, pulldown, leg curl, seated high row, hip adduction shoulder lateral raises and leg extension) 2 series of 15 maximum repetitions, with a rest between them and between the exercises of 60 seconds. The energy expenditure, expressed by averaged and standard deviation was: $63,14 \pm 12,72$ kcal for the protocol which the strength training came first and $53,06 \pm 12,11$ kcal for the protocol which the aerobic training came first. But it wasn't possible to make an inferential statistic analyzes for this values due to the small "n" sample of the research. Nevertheless, it's possible to speculate, from an analyzes, that there were no difference in the energy expenditure regarding the strength training from the different protocols. In case this is confirmed, a possible explanation for this occurrence relies in the insignificant intensity of the EPOC on the aerobic training, from which this didn't echoes on the energy expenditure of the strength training, when it was executed post aerobic training. So, for a better investigation, this study will, in the future, continue the data collection until there are 14 women in the study, so that a inferential statistic analyzes can be done.

Keywords: concurrent training, energy expenditure and strength training.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 - Desenho Experimental.....	32
Ilustração 2 - Gráfico do consumo de oxigênio do protocolo aeróbio/força.....	42
Ilustração 3 - Gráfico do consumo de oxigênio do protocolo força/aeróbio.....	42

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1	– Equivalente térmico do oxigênio para o quociente respiratório não-protéico, incluindo percentual kcal.....	18
Quadro 2	– Classificação do sobrepeso e da obesidade pelo IMC.....	34
Tabela 1	– Caracterização dos sujeitos da amostra, com variáveis antropométricas, fisiológicas e de força.....	41
Tabela 2	– Médias e desvios-padrão do dispêndio energético líquido de ambos os protocolos do treino concorrente. Valores absolutos expressos em kcal e kJ.....	43
Tabela 3	– Médias e desvios-padrão do dispêndio energético líquido de ambos os protocolos do treino concorrente. Valores relativos ao tempo expressos em kcal/min. e kJ/min.....	43
Tabela 4	– Médias e desvios-padrão do dispêndio energético líquido de ambos os protocolos do treino concorrente. Valores relativos à massa corporal e ao tempo expressos em kcal/kg.min. e kJ/kg.min.....	44
Tabela 5	– Dispendio energético relativo: alguns estudos relacionados ao treino de força.....	46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1. METABOLISMO ENERGÉTICO.....	13
2.2. DISPÊNDIO ENERGÉTICO.....	14
2.3. CONSUMO DE OXIGÊNIO.....	15
2.4. MENSURAÇÃO DO DISPÊNDIO ENERGÉTICO.....	16
2.4.1. Calorimetria Direta.....	16
2.4.2. Calorimetria Indireta.....	16
2.4.3. Avaliação do Dispêndio Energético.....	17
2.4.4. Avaliação do Dispêndio Energético em Exercício.....	19
2.5. TREINAMENTO CONCORRENTE.....	20
2.5.1. Dispêndio Energético no Treinamento Concorrente.....	22
2.5.2. Dispêndio Energético no Treino de Força.....	23
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	28
3.1. OBJETIVO GERAL.....	28
3.2. QUESTÃO DA PESQUISA.....	28
3.3. DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	28
3.4. DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS.....	28
3.5. POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	29
3.5.1. População.....	29
3.5.2. Cálculo Amostral.....	29
3.5.3. Divulgação da Pesquisa.....	29
3.5.4. Critérios de Inclusão.....	30
3.5.5. Fator Limitante do Estudo.....	30
3.6. INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	30
3.7. DESENHO EXPERIMENTAL DO ESTUDO.....	31
3.8. MÉTODO DE ABORDAGEM.....	32
3.8.1. Realização dos Testes Pré-Protocolos.....	33
3.8.1.1. Primeira Fase – Caracterização da Amostra.....	33

3.8.1.2. Segunda Fase – Determinação de Cargas.....	35
3.8.2. Aplicação dos Protocolos.....	38
3.8.2.1. Terceira Fase.....	38
PROCEDIMENTOS PARA A ANÁLISE DO CONSUMO DE OXIGÊNIO E PARA A EFETUAÇÃO DOS CÁLCULOS DO DISPÊNDIO ENERGÉTICO DO TREINO DE FORÇA E DO TREINO AERÓBIO.....	39
3.9.	
3.10. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	40
4. RESULTADOS.....	41
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	41
4.2. VALORES DO CONSUMO DE OXIGÊNIO DO TREINO DE FORÇA.....	42
4.3. VALORES ABSOLUTOS DO DISPÊNDIO ENERGÉTICO LÍQUIDO DO TREINO DE FORÇA.....	43
4.4. VALORES RELATIVOS AO TEMPO DO DISPÊNDIO ENERGÉTICO LÍQUIDO DO TREINO DE FORÇA.....	43
4.5. VALORES RELATIVOS À MASSA CORPORAL E AO TEMPO DO DISPÊNDIO ENERGÉTICO LÍQUIDO DO TREINO DE FORÇA.....	44
5. DISCUSSÃO.....	45
6. CONCLUSÃO.....	48
7. REFERÊNCIAS.....	49
8. ANEXOS.....	54
8.1. ANEXO 1.....	54
8.2. ANEXO 2.....	56
8.3. ANEXO 3.....	57

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a saúde pública mundial vem sofrendo abalos estruturais quanto à crescente população de pessoas com excesso de peso e obesidade, isto porque essas condições predispõem à população ao desenvolvimento de uma série de doenças psicológicas, sociais e físicas (MEIRELLES; GOMES, 2004), podendo esta última (as físicas) ser do tipo crônico-degenerativo, como no caso das doenças cardiovasculares - arteriais coronarianas, acidentes vasculares cerebrais, hipertensão, insuficiência cardíaca, valvulopatias e cardiopatias reumáticas - diabetes do tipo II, osteoarticulares, patologias biliares e vários tipos de câncer (MONTEIRO e col., 2004). Essa problemática tem alcançado os mais diversos tipos de indivíduos, de todas as faixas etárias, de ambos os sexos e de diferentes classes sociais (BOUCHARD, 2000 *apud* PINTO, 2007; WHO, 2011), tanto em países subdesenvolvidos como em países desenvolvidos.

Um importante instrumento utilizado como indicador geral de saúde é o IMC (índice de massa corporal), que segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), considera indivíduos com excesso de peso e obesidade quando apresentam valores superiores ou iguais a 25 e 30 kg/m², respectivamente (WHO, 2011).

Uma justificativa para esse aumento desenfreado de pessoas com excesso de peso e obesidade é o contexto em que a população atual está inserida, que, por consequência, interfere na formação dos seus hábitos diários. Primeiramente, é visível perceber a crescente diversidade alimentícia, sobretudo a alimentos não saudáveis e de origem artificial, os quais expõem os hábitos alimentares das pessoas a uma má nutrição. Além disso, outra situação é a rotina estressante e competitiva em que a sociedade vive no dia a dia; rotina esta, que ocasiona a falta de tempo para a adesão de um programa de exercícios físicos, argumento normalmente relatado por grande parte da população. Logo, esse desordenado estilo de vida, aliado aos altos consumos calóricos e aos baixos níveis de exercícios físicos são os responsáveis pela crescente situação de casos de obesos e sobrepesos.

Segundo a comunidade científica, a obesidade e o sobrepeso são definidos como o acúmulo excessivo de gordura que apresenta risco para a saúde (WHO, 2011; MONTEIRO e col., 2004). Tais doenças, consideradas crônicas, podem estar relacionadas a causas genéticas, endócrino-metabólicas ou, de maior causa, a distúrbios nutricionais (FERNANDEZ e col., 2004 *apud* SCUSSOLIN e NAVARRO, 2007). Essas causas, quando se manifestam individualmente ou interligadas, causam distúrbios no balanço energético diário, sendo este o componente responsável pela regulação da massa corporal (MEIRELLES; GOMES, 2004). O

balanço energético diário, resultante da diferença entre o valor energético despendido e o consumido, pode propiciar três distintos resultados finais: positivo (quando o valor consumido é maior do que o despendido), negativo (quando o valor consumido é menor do que despendido) e equilibrado (quando o valor consumido é igual ao despendido).

Para que seja possível a manipulação do balanço energético diário conforme o recomendado para o controle da massa corporal, é necessário conhecer fatores essenciais que interfiram no gasto energético diário. Um desses fatores, e bastante importante para essa pesquisa, é o gasto energético de atividades espontâneas e voluntárias, como por exemplo, o de exercícios físicos (POHELMAN e col., 2002), que quando bem manipulados e regulados, condicionam mudanças significativas na composição corporal do indivíduo. Além desse, há ainda a existência de outro fator, que quando bem associado aos exercícios físicos, dispõem de condições favoráveis para o controle da massa corporal, sendo nesse caso, a adição de uma dieta hipocalórica. Tais fatores quando bem ministrados, simultaneamente, são capazes de proporcionar excelentes condições para que um indivíduo obtenha uma vida saudável e livre de doenças associadas à obesidade. Entretanto, é preciso lembrar que existem outros componentes capazes de interferir no balanço energético diário, os quais são mais difíceis de serem manipulados, como a taxa metabólica basal - que é a energia gasta necessária em manter as funções vitais do organismo, sendo responsável de 60 - 70% da energia total (SCHNEIDER; MEYER, 2005) – e do efeito termogênico dos alimentos – que é a energia consumida para que haja o funcionamento do processo de digestão, absorção e assimilação de vários nutrientes (MCARDLE e col., 1991).

Durante muito tempo os exercícios aeróbios e a diminuição na quantidade de energia ingerida foram apontados como o meio mais eficaz para a perda de peso. Contudo, conforme Meirelles e Gomes (2004), alguns estudos apontam que com uma restrição alimentar muito severa, essa combinação pode não evitar as inerentes perdas de massa corporal magra e a conseqüente redução do gasto energético de repouso, visto que a massa corporal magra é a variável que mais contribui para este componente do gasto energético total.

Segundo Pinto (2007), nas últimas décadas, o treino de força vem conquistando espaços significativos em programas direcionados a intervenções contra o excesso de peso e/ou obesidade; isso vem ocorrendo devido às melhoras que esse tipo de treinamento proporciona para aqueles que desejam controlar a massa corporal. Esse tipo de treinamento apresenta como vantagens a possibilidade de ganhos de força, resistência muscular, potência e, principalmente, de massa magra (massa livre de gordura), sendo que esta repercute diretamente nos valores da taxa metabólica basal e na taxa metabólica de repouso

(SCHNEIDER; MEYER, 2005; PINTO e col., 2011). Porém, como desvantagens, alguns investigadores mencionam que o treino de força não apresenta um impacto metabólico tão significativo como o do treino aeróbio (PINTO e col., 2011), fato esse ainda muito intrigante na comunidade científica, devido às inúmeras possibilidades de organização do treino por meio da manipulação das variáveis do treinamento físico.

Portanto, a fim de discutir melhor a questão do dispêndio energético no treino de força e contribuir com as investigações científicas, essa pesquisa tem como finalidade fazer uma investigação sobre o dispêndio energético do treino de força que resulta das diferentes ordens de execução dos exercícios do treino concorrente em mulheres jovens. E, como objetivo específico, pretende-se verificar esse dispêndio energético, de forma aguda, através de duas sessões de treino concorrente, sendo que, em uma das sessões, o treino de força inicia antes do treino aeróbio e, em outra sessão, o treino de força inicia após o treino aeróbio. Dessa forma, será possível investigar a interferência, ou não, do treino aeróbio sobre o dispêndio energético do treino de força, visto que são ainda escassos esse assunto na literatura científica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. METABOLISMO ENERGÉTICO

Metabolismo energético é a soma de todas as reações bioquímicas que ocorrem no organismo, incluindo as de síntese (anabólicas) e as de decomposição (catabólicas), ou seja, compreende todas as vias utilizadas pelo organismo para obter, por meio da oxidação dos nutrientes contidos nos alimentos ingeridos, a energia necessária para prover as funções vitais do organismo. O metabolismo é influenciado pela composição corporal do indivíduo e é determinado principalmente por fatores como a massa livre de gordura, a massa de gordura, a idade e o sexo (FERREIRA, 2006).

A energia gerada no fracionamento dos nutrientes alimentares comporta uma finalidade – fosforilar ADP para formar novamente o composto rico em energia ATP. O ATP é uma forma de armazenamento de energia intracelular prontamente disponível para realizar trabalho químico ou mecânico, por meio da sua hidrólise em difosfato de adenosina (ADP) com liberação da energia armazenada. Assim, a energia química dos hidratos de carbono (carboidratos), das gorduras e das proteínas é convertida pelos músculos em energia mecânica para a realização de movimentos (PINTO, 2007). A decomposição dos vários alimentos durante o metabolismo energético se processa com a finalidade de gerar a energia ligada aos fosfatos. Em uma série de passos bioquímicos que ocorrem no citosol e nas mitocôndrias, a energia química potencial contida nas ligações dos substratos energéticos é liberada por oxidação (DIENER, 1997). No entanto, para que isso ocorra, existem diferentes vias específicas para a degradação, da qual dependerá dos nutrientes metabolizados (MCARDLE e col., 1991).

Segundo Fox (1991), como a quantidade de ATP disponível no corpo humano é pequena, permanentemente a sua recomposição é realizada através de três vias metabólicas: a anaeróbia aláctica (na qual ocorre a degradação da fosfocreatina para a formação do ATP, sem a presença de oxigênio); a anaeróbia láctica (na qual, com a glicólise anaeróbia, uma molécula de glicose é degradada para recompor o ATP sem a presença de oxigênio, resultando a produção de ácido láctico) e a aeróbia (via em que predominantemente a glicose e a gordura são usadas como substrato energético com a presença de oxigênio). Sendo que a via metabólica predominante será determinada pela intensidade e duração do exercício.

Aproximadamente 62% da energia liberada na oxidação do substrato são transformadas em energia química armazenada no ATP e 38% da energia são liberadas sob a forma de calor (MCARDLE e col. 1991).

Em repouso o organismo geralmente utiliza a energia proveniente dos hidratos de carbono e das gorduras (WILMORE; COSTILL, 2001), sendo a contribuição das proteínas significativamente mais reduzida (FOX, 1991). No exercício, os hidratos de carbono e as gorduras também são os principais substratos energéticos utilizados, tendo as proteínas uma menor participação. Fatores como a dieta, a intensidade e a duração do exercício vão determinar qual a participação das gorduras e dos hidratos de carbono como fonte energética (THOMPSON e col., 1998; POWERS; HOWLEY, 2005), ocorrendo uma maior participação dos hidratos de carbono nos exercícios de moderada à alta intensidade e das gorduras nos exercícios de baixa intensidade (THOMPSON e col., 1998).

2.2. DISPÊNDIO ENERGÉTICO

Quando a energia despendida pelo indivíduo exceder o seu consumo de energia, um balanço energético negativo ocorre e conseqüentemente sua massa corporal é reduzida (DOLEZAL; POTTEIGER, 1998), ou seja, do dispêndio energético depende o balanço energético do indivíduo. O dispêndio energético inclui a TMB, a termogênese dos alimentos e a energia gasta com o exercício físico (POWERS; HOWLEY, 2005).

Conforme Diener (1997), a TMB representa a energia despendida por um indivíduo mantido em repouso, em um ambiente termicamente neutro, pela manhã, ao acordar (após 12 horas de jejum) e depende da massa corporal magra e, em menor extensão, da idade, do sexo e de fatores familiares. Essa taxa corresponde a 60 a 75% do gasto energético total (DIAS e col., 2009).

Powers e Howley (2005) observam que, devido à dificuldade de mensuração nas condições supracitadas, os cientistas têm mensurado a taxa metabólica de repouso (TMR) em seu lugar, para qual o indivíduo, após aproximadamente quatro horas da ingestão de uma refeição leve, vai ao local onde, cerca de trinta a sessenta minutos depois, a mensuração é realizada. A TMR apresenta uma variação de cerca de 10% da TMB.

Meirelles e Gomes (2004) definem a TMR como sendo o gasto energético necessário à manutenção dos processos fisiológicos no estado pós-absortivo e, dependendo do nível de atividade física, pode compreender aproximadamente 60 a 70% do gasto energético total. O efeito térmico dos alimentos, como sendo o aumento da taxa metabólica acima dos valores de

repouso em resposta ao consumo de uma refeição que corresponde a aproximadamente 10% do gasto energético total. A atividade física, como sendo o componente mais variável e que diz respeito ao gasto energético necessário à atividade muscular esquelética. Em sedentários, representa aproximadamente 15% do gasto energético total, enquanto em indivíduos fisicamente ativos, pode chegar a compreender cerca de 30%.

Devido à grande participação da TMB no gasto energético, é grande o interesse em intervenções que possam potencializar o aumento na TMB e na TMR e assim facilitar a perda de peso. Como nessas condições basicamente os hidratos de carbono e as gorduras fornecem energia para a atividade celular (PINTO, 2007), visando à alteração da composição corporal – dado que a massa magra aumenta a TMB – e à utilização de gordura como substrato energético, os exercícios físicos são empregados (DOLEZAL; POTTEIGER, 1998).

Segundo Bryner e col. (1999 *apud* Neto e col., 2009), as variáveis do treinamento físico irão influenciar a magnitude do gasto energético acumulado em uma semana e, dependendo da dieta alimentar, o exercício pode contribuir para o balanço energético favorável à diminuição do peso corporal, mantendo-se a massa corporal magra.

Para Pohelman e col. (2002); Meirelles e Gomes (2004); Foureaux e col. (2006), a atividade física pode provocar o aumento no gasto energético total de forma aguda – pelo próprio custo energético da realização dos exercícios e durante a fase de recuperação.

2.3. CONSUMO DE OXIGÊNIO

O consumo de oxigênio representa a capacidade de o organismo transportar e utilizar o oxigênio para a produção de energia. Ele aumenta de forma linear conforme o incremento na sobrecarga de trabalho, porém quando o VO_2 se estabiliza – independentemente desse aumento de carga – tem-se o considerado consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx.) e quando a estabilidade não é alcançada, o VO_2 é de pico.

Sendo a quantidade máxima de oxigênio que o organismo pode captar, transportar e consumir para todos os seus processos metabólicos (OLIVEIRA e col., 1998), o VO_2 máx. reflete o volume de oxigênio consumido por unidade de tempo, podendo ser expresso em valor absoluto (l/min.) ou (ml/min.), ou quilograma corporal (ml/kg/min.) (MCARDLE e col., 2002).

O VO_2 máx. demonstra a condição física do indivíduo e, segundo Ricart e col. (1989 *apud* Oliveira e col. 1998), é um dos mais preciosos indicadores da eficiência do sistema

cardiovascular, respiratório e metabólico do organismo. O VO_2 máx. depende da idade, do sexo e da composição corporal do indivíduo.

2.4. MENSURAÇÃO DO DISPÊNDIO ENERGÉTICO

A fim de avaliar o dispêndio energético, calorímetros diretos e indiretos foram desenvolvidos no século XIX para registrar a magnitude da calorigênese (COSTA e col., 2007).

2.4.1. Calorimetria Direta

A calorimetria direta requer uma câmara altamente sofisticada, que permite a medida do calor sensível liberado pelo o organismo, além do vapor e da água liberada pela respiração e pela a pele. Para a mensuração, o avaliado deve permanecer na câmara por um período igual ou superior a 24 horas (MELO e col., 2008). Segundo autores citados por Costa e col. (2007) este tem método como vantagem a maior acurácia (exatidão) à realização de medidas do gasto energético (1-2% de erro), porém como desvantagem apresenta pouca praticidade e alto custo, motivo pelo qual não convém a sua utilização no presente estudo.

2.4.2. Calorimetria Indireta

O método indireto tem como base para a mensuração do gasto calórico a quantidade de trocas gasosas de O_2 e CO_2 nos pulmões (WILMORE; COSTILL, 2001), usado a partir de substratos energéticos. Segundo Costa e col. (2007) tal técnica possui também uma boa acurácia à realização de medidas do gasto energético (2-5% de erro), porém inferior a calorimetria direta. Como vantagem, disponibiliza um custo razoável, não invasivo e simples, adequada às condições de pesquisa do presente estudo.

A denominação indireta indica que a produção de energia, diferentemente da calorimetria direta que mede a transferência de calor do organismo para o meio ambiente, é calculada a partir dos equivalentes calóricos do oxigênio consumido e do gás carbônico produzido. Admitindo-se que todo o oxigênio consumido é utilizado para oxidar os substratos energéticos e que todo o gás carbônico produzido é eliminado pela respiração, é possível calcular a quantidade total de energia. Essa “produção de energia” significa a conversão da

energia química armazenada nos nutrientes em energia química armazenada no ATP mais a energia dissipada como calor durante o processo de oxidação (DIENER, 1997).

Além das vantagens, este método oferece duas diferentes opções: por circuito fechado e por circuito aberto.

No circuito fechado, segundo Melo e col. (2008), o indivíduo é conectado a uma máscara por meio da qual ele respira o ar com composição conhecida, vindo de um cilindro, e volta a respirar somente o ar do espirômetro. O consumo de oxigênio pode ser determinado a partir da quantidade removida do sistema. Essa técnica não permite ao avaliado muita mobilidade e, por isso, é utilizada prioritariamente para situações de repouso.

No circuito aberto, segundo Melo e col. (2008), o avaliado respira por uma válvula de duas vias, por uma das quais é inspirado o ar do ambiente, e por outra o ar expirado é coletado e analisado. Essa análise pode ser feita em tempo real (instrumentação computadorizada) ou pode ser armazenada para análise posterior (espirometria portátil ou de bolsa). A análise é feita em intervalos determinados e depois os valores são extrapolados para as 24 horas do dia, a partir de relações e fórmulas específicas. Este último (calorimetria indireta de circuito aberto), é o método mais usado entre as pesquisas científicas, logo será o aplicado no presente estudo.

O gasto calórico pode ser estimado pela mensuração dos gases respiratórios O_2 e CO_2 , uma vez que a quantidade desses gases trocados nos pulmões, normalmente é igual àquela utilizada e liberada pelos tecidos corporais.

2.4.3. Avaliação do Dispêndio Energético

Para se avaliar a quantidade de energia utilizada pelo corpo é necessário conhecer o tipo de substrato energético que está sendo oxidado, pois deste dependerá a quantidade de oxigênio utilizada durante o metabolismo.

Para fins de cálculo do dispêndio energético, com base no método de calorimetria indireta de circuito aberto, utilizam-se os valores consumidos de oxigênio (O_2) e os expirados de gás carbônico (CO_2). A razão entre a quantidade de CO_2 liberada pelo organismo e a quantidade de O_2 consumida pelo organismo é denominada razão de quociente respiratório (R), que varia conforme o substrato energético que estiver sendo utilizado (MARCHINI e col., 2005). Como a participação das proteínas é reduzida e como há a dificuldade destas serem totalmente oxidadas no organismo, sua oxidação é desprezada na utilização da R (FOX e col., 1991; PINTO, 2007).

Segundo McArdle e col. (1991), os substratos energéticos apresentam diferentes composições químicas, o que faz cada um necessitar de quantidades diferentes de oxigênio para oxidar completamente os átomos de carbono e de hidrogênio presentes na molécula, até surgirem os produtos terminais de dióxido de carbono e água. Sendo assim, a quantidade de dióxido de carbono produzida, em relação ao oxigênio consumido, varia ligeiramente na dependência do substrato metabolizado. Razão pela qual, a relação entre as trocas gasosas é utilizada, visando identificar a rota metabólica predominante para a produção de energia e estimar com precisão a produção de calor pelo corpo.

Quadro 1 - Equivalente Térmico do Oxigênio para Quociente Respiratório Não-Protéico, Incluindo Percentual de kcal.			
QR Não- protéico	Kcal por litro de oxigênio consumido	Percentual de Kcal derivado de:	
		Carboidratos	Gordura
0,707	4,686	0,0	100
0,71	4,69	1,1	98,9
0,72	4,702	4,8	95,2
0,73	4,714	8,4	91,6
0,74	4,727	12,0	88
0,75	4,739	15,6	84,4
0,76	4,751	19,2	80,8
0,77	4,764	22,8	77,2
0,78	4,776	26,3	73,7
0,79	4,788	29,9	70,1
0,8	4,801	33,4	66,6
0,81	4,813	36,9	63,1
0,82	4,825	40,3	59,7
0,83	4,838	43,8	56,2
0,84	4,85	47,2	52,8
0,85	4,862	50,7	49,3
0,86	4,875	54,1	45,9
0,87	4,887	57,5	42,5
0,87	4,887	57,5	42,5
0,88	4,899	60,8	39,2
0,89	4,911	64,2	35,8

0,90	4,924	67,5	32,5
0,91	4,936	70,8	29,2
0,92	4,948	74,1	23,9
0,93	4,961	77,4	22,6
0,94	4,973	80,7	19,3
0,95	4,985	84,0	16
0,96	4,998	87,2	12,8
0,97	5,01	90,4	9,38
0,98	5,022	93,6	6,37
0,99	5,035	96,8	3,18
1,00	5,047	100,0	0

Fonte - McArdle, W.D; Katch, F.I; Katch, V.L; Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1992.

Estimativas podem ser realizadas, durante o repouso, o exercício e a recuperação, a partir da mensuração do consumo total de oxigênio e de seu equivalente calórico (Quadro 1). É possível calcular o gasto energético de uma pessoa média em repouso, sabendo que a mesma consome aproximadamente 0,3 litros de O₂/min., ou seja, 18 litros de O₂/h ou 432litros de O₂/dia. Por exemplo, uma R de 0,80 em repouso é comum entre pessoas submetidas a uma dieta mista, valor que apresenta uma equivalência calórica de 4,80 quilocalorias (Kcal) por litro de O₂ consumido (Quadro 1). Assim, o gasto energético pode ser calculado da seguinte maneira: Kcal /dia= litros de O₂ consumido por dia x 4,80Kcal/l de O₂ = 2.074 kcal/dia (WILMORE; COSTILL, 2001).

2.4.4. Avaliação do Dispêndio Energético em Exercício

Para exercícios com intensidade constante de leve a moderada, sabe-se que o sistema que vigora é o aeróbio (com a presença de oxigênio). Comumente os exercícios aeróbios apresentam um tempo de duração relativamente longo. A fim de estimar o dispêndio energético desse sistema, basta fazer uma ou duas medidas de consumo de oxigênio durante a fase estável de um exercício relativamente moderado. A partir de então, obtém-se o dispêndio total (bruto) de energia que inclui não somente o gasto calórico do exercício, mas também aquele na situação de repouso. Sendo assim, para determinar o custo energético apenas durante o exercício – dispêndio energético global (líquido) – subtrai-se o dispêndio energético bruto pela TMR (MCARDLE e col., 1991).

Para os exercícios vigorosos como os de força, a via metabólica predominante é a anaeróbia (sem a presença de oxigênio). Esse sistema necessita de energia muito além do sistema aeróbio, o que acaba produzindo como produto o acúmulo de ácido láctico. Por conseguinte, a mensuração do consumo de oxigênio precisa ir além da sessão de exercício e considerar também o período de recuperação – já que o oxigênio desse período é reflexo das necessidades energéticas do sistema anaeróbio. Para o cálculo do dispêndio energético do sistema anaeróbio, o valor do consumo de oxigênio de repouso deve ser subtraído tanto do valor do período de exercício, quanto do valor do período de recuperação e após a subtração, esses dois últimos devem ser somados (VO_2 do exercício – VO_2 em repouso + VO_2 da recuperação – VO_2 em repouso).

2.5. TREINAMENTO CONCORRENTE

O treino concorrente – também chamado de treino misto (PINTO, 2007) – é essa combinação do treino de força com o treino aeróbio em uma mesma sessão de treino (BRUNETTI e col., 2008). Esta associação de treinos é comumente muito usada por atletas em atividades desportivas (futebol, basquetebol, lutas, natação e algumas provas do atletismo) por precisarem simultaneamente de níveis de força e de resistência aeróbia no desempenho esportivo, e também por cardiopatas, na condição de evitar atrofia muscular e manter os níveis cardiorrespiratórios

Como já visto, o crescente número de pessoas com sobrepeso e obesidade vem sendo interpretado por especialistas da área da saúde como caso alarmante e a resolução para tal problemática está, obviamente, no controle das variáveis relacionadas à ingesta calórica e ao gasto diário de energia. Quanto à maximização do gasto energético, a adesão a um programa de exercícios físicos, sem dúvida, proporciona uma opção saudável no controle do peso corporal e da saúde. Entretanto, a escolha do tipo apropriado de programa de exercícios físicos é bastante duvidosa para muitos profissionais da educação física, quando o objetivo do aluno é aumentar seu gasto energético, mantendo uma boa composição de massa magra.

Sabe-se que com o treino aeróbio (em condições agudas), quando controladas as variáveis intensidade e duração, obtém-se um impacto metabólico bastante significativo (maximizando o gasto calórico), sendo importante para aqueles que pretendem reduzir a massa corporal, já que reduz a massa gorda devido ao aumento da oxidação de gorduras (LIRA e col., 2007). Em contrapartida, o treino aeróbio contribui minimamente para os ganhos de massa magra (DOLEZAL; POTTEIGER, 1998), o que logicamente repercute na

dificuldade de manutenção do peso corporal, já que aquisição de massa magra colabora no aumento do gasto energético total (DOLEZAL e col., 1998; MEIRELLES; GOMES, 2004), mais especificamente no aumento da taxa metabólica basal (Batista e col., 2008).

Já o treino de força, em condições crônicas, visa inúmeros benefícios à saúde como: ganho de força, de resistência, de potência muscular (MEIRELLES; GOMES, 2004) e, principalmente, o ganho de massa muscular. Esta última, e de grande relevância para este trabalho, reflete no aumento do metabolismo, já que a massa magra promove o aumento na taxa metabólica devido à necessidade calórica desse tecido. Contudo, quanto ao real dispêndio energético derivado do treino de força, observa-se ser este bastante questionável e contraditório entre os vários pesquisadores, devido às inúmeras possibilidades de combinações entre as variáveis agudas do treino de força (intensidade, velocidade de execução, intervalo de recuperação entre as séries, número de séries e número de sessões) (MATSUURA e col., 2006). Ainda assim, é consenso que o treino de força, quando comparado ao treino aeróbio durante uma sessão de treino, proporciona um menor impacto metabólico. Meirelles e Gomes (2004) observam que se o volume for a variável de maior impacto sobre o gasto energético nos exercícios de força, para os indivíduos destreinados ou com excesso de peso não há necessidade de intensidade muito elevada quando o objetivo é o aumento do gasto energético. Os exercícios de baixa intensidade e maior duração proporcionam uma maior oxidação de gorduras devido ao gasto energético direto do exercício (THOMPSON e col., 1998).

O treino aeróbio e o de força, individualmente, contribuem para o gasto de energia, porém ambos se manifestam de formas diferentes, principalmente por apresentarem em alguns aspectos pequenas distinções quanto a processos fisiológicos. Essas diferenças mostram pontos positivos, capazes de beneficiar o aluno, como também pontos negativos que são indispensáveis à obtenção do sucesso dos objetivos.

Como já se sabe, o gasto energético do treino aeróbio é bastante significativo para indivíduos que pretendem perder peso. No entanto, pouco se sabe quanto ao real dispêndio energético do treino de força, principalmente quando este for associado a outro tipo de treinamento. Portanto, a fim de contribuir como o meio científico, essa pesquisa tem como objetivo investigar o dispêndio energético do treino de força quando este for associado tanto antes como depois do treino aeróbio.

2.5.1. Dispêndio Energético no Treinamento Concorrente

Já foram vistas questões breves quanto ao dispêndio energético do treino aeróbio e do treino de força. Tendo este trabalho como protocolo o treino concorrente, antes de uma melhor investigação sobre o dispêndio energético do treino de força, interessante seria se obter, antes, informações quanto ao dispêndio energético total do treino concorrente, a fim de que seja possível uma relação deste com o gasto energético isolado do treino de força desta sessão.

Existe uma diversidade de trabalhos relacionando o exercício físico e o custo energético, visando formas de potencializar o gasto calórico que proporcione efeitos impactantes sobre o peso corporal. Alguns desses estudos pesquisam formas para maximizar o gasto calórico diário, sendo muitos relacionados com o exercício físico. Todos os componentes do gasto energético, em geral são muito investigados com o intuito de se encontrar maneiras de potencializar o gasto energético diário (POEHLMAN e col., 2002; DOLEZAL e col., 1998; MATSUURA e col., 2006). Há ainda outros estudos que envolvem comparações entre tipos de treinamentos (POEHLMAN e col., 2002; DOLEZAL e col., 1998) ou entre protocolos de treino (MEIRELLES; GOMES, 2004), buscando descobrir o melhor protocolo de treino que proporcione um grande impacto metabólico.

De uma forma geral, o treino misto apresenta um gasto calórico significativo (PINTO, 2007), tanto que quando comparado com o treino de força e com o treino aeróbio realizados separadamente, apresenta maior gasto energético (BATISTA e col., 2008). Corroborando, Brandon e col. (2008) durante um estudo comparando dieta auto-relatada com a aplicação, em distintos grupos (totalizando 50 sujeitos), do treino aeróbio, do treino de força e do treino concorrente (por um período de 16 semanas), verificaram uma melhor eficiência na combinação de aeróbio e de força para o balanço energético diário.

Na literatura, buscaram-se artigos relacionados ao gasto energético do treino concorrente, tanto relacionados à sessão como ao período de recuperação, porém foi constatada certa dificuldade, devido à carência de estudos tratando da ordem de execução dos exercícios deste tipo de treino.

Uma pesquisa semelhante foi realizada por Drummond e col. (2005), na qual foram aplicados 4 protocolos de treino em 10 homens: corrida, exercícios de força, corrida e força, força e corrida, e avaliado seus efeitos sobre o EPOC. O treino de corrida foi feito em uma esteira por 25 minutos (VO_2 foi determinado durante o exercício) e sete exercícios compuseram o treino de força. Seus resultados apontam um consumo de oxigênio com maior

significância na sequência aeróbio e força, quando comparado com a ordem inversa, principalmente nos primeiros 10 minutos.

Panissa e col. (2009) fizeram uma análise das diferentes ordens do treino concorrente, de forma aguda, tanto durante a execução dos exercícios, como entre os intervalos entre as séries. Sua amostra foi composta por dez homens submetidos ao treinamento na ordem aeróbio e força / força e aeróbio. O treino de força foi composto de 4 exercícios realizados com 3 séries de 12 repetições a 70% do 1RM. O treino aeróbio, com duração de 30 minutos, foi de corrida em uma esteira a 90% do limiar anaeróbio. Como resposta, esses autores encontraram equivalência no gasto calórico entre as duas formas de execução do treino concorrente.

Como visto, poucos estudos há sobre a questão do gasto energético total do treino concorrente quando relacionado às diferentes ordens de execução dos exercícios. Contudo, pelo que foi observado, não há diferença significativa nos valores reportados pelos autores no assunto em questão desse capítulo.

2.5.2. Dispendio Energético no Treino de Força

Como já citada, a análise do dispendio energético no treino de força apresenta muitas controvérsias devido à variedade de protocolos que há entre os estudos. Sabe-se que o treino de força é uma modalidade com bastante flexibilidade na forma organização, já que existem inúmeras possibilidades de manipulação das variáveis do treinamento físico. No entanto, nada foi encontrado na literatura quanto ao dispendio energético no treino de força quando associado ao treino aeróbio, enquanto que, ao contrário, foram encontrados muitos estudos sobre o dispendio energético no treino de força quanto às diferentes formas de organização de treinos. Difícil será uma comparação entre esses estudos com a presente pesquisa, já que ambos apresentam distinção quanto aos protocolos usados. Entretanto, far-se-á o possível para que haja uma discussão entre esses autores e o presente estudo.

Abaixo segue uma discussão sobre algumas variáveis do treinamento de força que podem interferir no dispendio energético, sendo elas: velocidade de execução dos exercícios, treino tradicional e circuito, diferentes intervalos entre as séries, contribuição da taxa de lactato, treino formulado com base nas diretrizes da ACSM, treinos com diferentes volumes, treino tradicional e isométrico e treino com aparelhos hidráulicos.

Usando diferentes velocidades de execução, Hunter e col. (2003), verificaram que o treinamento de força tradicional (TT) - média de 0,9 segundos na fase excêntrica e 0,8 na fase

concêntrica - produziram maior dispêndio energético quando comparado com o treino de força com velocidade super lenta (TSL) - 5 segundos na fase excêntrica e 10 segundos na fase concêntrica. Em ambos os protocolos, o intervalo entre séries foi de 1 minuto e o tempo total gasto foi de 29 minutos. O dispêndio energético total a partir do processo oxidativo foi de 45% maior no grupo TT (TT = 155 ± 28 kcal/ 4 kcal.min⁻¹ e TSL = 107 ± 20 kcal/ 2 kcal.min⁻¹). Embora haja similaridade em grande parte das variáveis do treinamento em ambos os protocolos, observou-se com relação à intensidade, uma diferença: TT = 65% de 1 RM e TSL = 25% de 1 RM, o que pode ter influenciado nos valores do dispêndio energético total do treino de força quando executado em diferentes velocidades.

Ao avaliar os diferentes métodos de treino (tradicional e circuito), Pichon e col.(1996), afirmaram que há maior dispêndio energético total para treinamento de força do tipo circuito quando comparado com o treino de força tradicional. Ambos os treinos consistiram em 4 exercícios. No treinamento tradicional, foram usadas 2 séries de 10 repetições, com aproximadamente 69% de 1 RM, realizadas em 30 segundos com 90 segundos de intervalo entre as séries. Já no treinamento tipo circuito, foram usadas 2 séries de 20 repetições, com aproximadamente 47% do 1 RM, realizadas em 60 segundos com 30 segundos de intervalo entre as séries. Como resultado, encontrou-se no treino tradicional um valor de 49,8 kcal (4,5 kcal.min⁻¹), e no treino tipo circuito, um valor de 53,4 kcal (4,86 kcal.min⁻¹), o que pode se inferir que este último tipo de treino é mais eficiente quanto ao dispêndio energético, logo também, o mais indicado para indivíduos que apresentam excesso de peso e obesidade.

Em seu estudo, Ratamess e col.(2007), observaram em 10 diferentes protocolos de treino, 5 protocolos de 5 RM com 5 diferentes tempos de intervalos entre as séries (30s, 1, 2, 3 e 5 minutos) e 5 protocolos de 10 RM com os mesmos intervalos entre as séries. Foi avaliado o dispêndio energético em cada um dos protocolos quanto aos diferentes intervalos de recuperação entre as séries, bem como a intensidade das cargas. Com isso, foram encontrados os seguintes valores: para o protocolo de 5 RM, no menor intervalo (30s) = 6,8 kcal.min⁻¹ e, no maior intervalo, (5 min.) = 4,9 kcal.min⁻¹; já para o protocolo de 10 RM, no menor intervalo (30s) = 7,3 kcal.min⁻¹ e, no maior intervalo, (5 min.) = 5,3 kcal.min⁻¹. Isso leva a concluir que quanto menor o tempo de intervalo entre as séries, maior será o dispêndio energético. Mais ainda, quando relativo ao tempo de intervalo entre as séries e a intensidade, esse dispêndio energético é também maior quando a intensidade do treino é menor (10 RM) quando comparado com o treino de 5 RM.

Scott (2006), buscando analisar a contribuição da taxa de lactato na determinação do dispêndio energético, elaborou uma pesquisa com a participação de 5 homens e 6 mulheres,

dos quais foram submetidos a 2 diferentes protocolos de treino de força. No primeiro, os sujeitos tiveram de se submeter a 2 séries de 3 exercícios (flexão do cotovelo, supino e leg press) a 60% do 1 RM executando o máximo de repetições até a exaustão. No segundo, tiveram de se submeter às mesmas 2 séries de 3 exercícios, no entanto, agora com intensidade de 80% do 1 RM de 6 a 8 repetições, sem atingir a condição de exaustão. Nos resultados, pelo que se pode observar, o protocolo com intensidade de 60% do 1 RM (flexão de cotovelo = 27 kj; supino = 27 kj; leg press = 38 kj) foi mais eficiente quanto ao consumo energético quando comparado com o treino de 80% do 1 RM (flexão de cotovelo = 12 kj; supino = 23 kj; leg press = 24 kj). Quanto à análise separada do lactato sanguíneo, verificou-se que tal mensuração foi significativamente consistente com o gasto energético de grande parte das situações do treino de intensidade de 60%, sendo que o mesmo não foi observado em todas as situações para o protocolo com intensidade de 80%. Vendo-se isso, é possível perceber que a utilização da mensuração do lactato sanguíneo como determinante de gasto energético pode ser eficiente para alguns tipos de protocolos; porém, não para todos. Sendo assim, o mais aconselhável é sempre utilizar esse método de medição como suporte paralelo a outros métodos de determinação do gasto energético, mas jamais como método único.

O propósito de Phillips e Ziuraitis (2003) foi investigar o gasto energético de um programa de treino de força formulado com base nas diretrizes da ACSM (*American College of Sports Medicine*). A amostra de sujeitos foi composta de 6 homens e de 6 mulheres jovens (idade entre 26 e 33 anos). O protocolo analisado foi prescrito com 8 exercícios de 1 série de 15 RM tendo um intervalo de 2 minutos entre os exercícios. Total de tempo gasto para executar o treino foi de 24 minutos. A partir disso, foi possível analisar o dispêndio energético de ambos os sexos, tendo como resultado os seguintes valores: os homens obtiveram um gasto de energia de 135,20 Kcal ($5,63 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$) e as mulheres de 81,7 kcal ($3,41 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$). No que se pode observar nos resultados, os homens tiveram um gasto energético bastante superior ao das mulheres, podendo isso parecer devido às diferenças hormonais e de composição corporal em que ambos os sexos apresentam. Lembrando, que homens apresentam um maior volume de massa muscular do que as mulheres, que, por consequência, influi em uma maior taxa metabólica de repouso (PINTO e col., 2011). Além disso, ainda foi observado que o valor calórico proposto como recomendado pela literatura do estudo (150 a 200 kcal) com ideal para cuidados com a saúde, não foi atingido pelo programa de treino prescrito de acordo com as diretrizes da ACSM.

Haddock e Wilkin (2006) aplicaram em quinze mulheres treinadas dois diferentes protocolos de treino de força, sendo que esses apenas se distinguiam quanto à variável

volume. Sendo assim, como objetivo, os pesquisadores escolheram investigar o dispêndio energético desses dois protocolos e compará-los quanto à distinção de volume de treino. Os protocolos foram compostos de nove exercícios de 8 RMs, executados até a fadiga muscular, havendo apenas como fator de distinção o número de séries, no qual em um treino foi de 1 série e outro de 3 séries. Os valores do gasto energético que foram encontrados em ambos os protocolos foram de 158 kcal para o protocolo de séries múltiplas e 56,15 kcal para o protocolo de série única. Analisando tais valores, foi possível verificar que o dispêndio energético despendido pelo treino de maior volume, ou seja, o de séries múltiplas foi maior do que o de série simples. Entretanto, quando comparado aos protocolos com relação ao tempo de execução dos exercícios, percebeu-se uma inversão de valores do dispêndio energético, visto que o protocolo de série simples gastou mais ($2,61 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$) do que o protocolo de séries múltiplas ($2,51 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$). Contudo, mesmo havendo essa pequena diferença, não é possível considerá-la significativa.

Outra comparação importante de ser citada (MCARDLE e FOGLIA, 1969) é entre o treino tradicional e o treino isométrico. Ambos os protocolos foram aplicados em 6 sujeitos homens treinados. Os exercícios selecionados foram o rosca direta, o supino, o agachamento e o desenvolvimento, sendo que no treino tradicional foram realizadas 8 repetições máximas, enquanto no treino isométrico foram realizados 6 segundos de contração máxima no ponto médio da amplitude do movimento. Os resultados encontrados foram apresentados em valores de consumo de oxigênio, o que, por consequência, informa quanto aos valores do dispêndio energético. Segundo Pinto e col. (2011), o VO_2 decorrente do treino tradicional foi duas vezes maior do que do treino isométrico, o que pode ter ocorrido em função do menor tempo de duração, assim como pelo fato de os sujeitos terem realizado bloqueio respiratório durante as contrações isométricas, produzindo um menor consumo de oxigênio e, conseqüentemente, um menor dispêndio energético comparado com o treino tradicional.

A última variável a ser citada nesse trabalho quanto ao dispêndio energético no treino de força é referente à comparação entre o treino tradicional e o treino com aparelhos hidráulicos (BALLOR e col., 1987) Os aparelhos hidráulicos são equipamentos que trabalham exercícios apenas utilizando da fase concêntrica do movimento, excluindo a participação da fase excêntrica. Nesse estudo, com 13 sujeitos, o protocolo foi composto de 7 exercícios, da seguinte forma: 30s exercício, 30s descanso, 30s exercício, 30s descanso, 30s exercício e 60s descanso (para permitir a troca de aparelhos). Os resultados também nesse estudo são apresentados em valores de consumo de oxigênio, $1,93 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$, o que segundo Pinto e col. (2011), corresponde a um dispêndio energético de $9,75 \text{ kcal}\cdot\text{min}^{-1}$. Esse valor representa um

gasto energético superior aos apresentados nos artigos supracitados, sendo bastante significativo. Portanto, é possível sugerir, a partir desse resultado, que a fase concêntrica apresenta um maior dispêndio energético do que a fase excêntrica. Isso pode ser devido a maior exigência do trabalho muscular na fase concêntrica, já que na fase excêntrica existe ajuda dos elementos elásticos. Tendo visto que os aparelhos hidráulicos só apresentem fase concêntrica, é possível inferir que o dispêndio energético tem sido maior nesse trabalho quando comparado com os outros.

Após todos esses resultados, o aumento do dispêndio energético em resposta ao treino de força é observado em exercícios que envolvam grandes grupos musculares, alta intensidade, grande volume de treinamento e menores intervalos de recuperação (PINTO e col., 2011).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. OBJETIVO GERAL:

Comparar o dispêndio energético agudo do treino de força quando esse se encontra anterior e posteriormente ao treino aeróbio.

3.2. QUESTÕES DA PESQUISA:

- a) O treino aeróbio antecedendo o treino de força proporciona maior incremento no dispêndio energético agudo do treino de força em mulheres jovens quando comparado com a situação inversa?
- b) O treino de força antecedendo o treino aeróbio proporciona maior incremento no dispêndio energético agudo do treino de força em mulheres jovens quando comparado com a situação inversa?
- c) Não há diferença significativa derivada das diferentes ordens de execução do treino aeróbio e do treino de força sobre dispêndio energético agudo do treino de força em mulheres jovens?

3.3. DELINEAMENTO DA PESQUISA:

O presente estudo se caracteriza como quase experimental, por permitir a participação na pesquisa de apenas parte da real parcela de integrantes que se enquadrariam nas condições de inclusão como amostra.

3.4. DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS:

a) Variáveis Independentes:

- Ordem do treino aeróbio, seguido pelo o treino de força.
- Ordem do treino força, seguido pelo treino aeróbio.

b) Variáveis Dependentes:

- Dispêndio energético durante as sessões do treinamento concorrente.

3.5. POPULAÇÃO E AMOSTRA:

3.5.1. População

A amostra foi do tipo voluntária, constituída por mulheres jovens e ativas com idades entre 20 e 30 anos da Escola de Educação Física (ESEF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

3.5.2. Cálculo Amostral

Para calcular o tamanho da amostra foi utilizado o *software* BioEstat 5.0, com base nos dados do estudo de Drummond e col. (2005), que apresenta semelhanças ao estudo da presente pesquisa.

Valores de referência foram extraídos a partir da média do teste (1º) e do resteste (2º) do VO₂ máx., como também da média entre os seus respectivos desvios-padrão. Além disso, foi utilizado para o poder do teste o valor de 0,9 (90%) e adotado um nível alfa de 0,05 (5%). A partir desses cálculos, foi constatada a necessidade de um “n” amostral de 14 indivíduos para o presente estudo.

3.5.3. Divulgação da Pesquisa

Para o recrutamento de sujeitos para a amostra dessa pesquisa, um texto de divulgação foi enviado para os alunos de graduação da Escola de Educação Física (ESEF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) através da correspondência eletrônica (email). O texto, que foi divulgado pela Secretaria da Educação Física (COMGRAD), continha informações quanto aos critérios de inclusão dos sujeitos e convidava, voluntariamente, mulheres a aderirem ao grupo da pesquisa. Anteriormente a esse procedimento, critérios burocráticos foram acatados para que fosse feita esse tipo de divulgação, como por exemplo, a aprovação do presente estudo pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (número: 19039).

3.5.4. Critérios de Inclusão

A amostra foi constituída por mulheres saudáveis e não fumantes, não atletas, com idades entre 20 e 30 anos, com um índice de massa corporal (IMC) normal, conforme a Organização Mundial de Saúde, entre 18,5 kg/m² a 24,9 kg/m² (WHO, 1997 *apud* COSTA, 2001) e com experiências em exercícios aeróbios (esteira ergométrica) e de força (musculação). Além disso, não podiam estar usando nenhum tipo de medicamento que afetasse o metabolismo, como ainda não estar fazendo dieta de restrição alimentar.

Um termo de consentimento com informações prévias sobre a pesquisa – incluindo a exigência de os sujeitos da amostra estarem livres do consumo de café, chimarrão, chá preto e/ou demais alimentos estimulantes nas 24 horas precedentes às sessões de testes e treinos – foi assinado.

3.5.5. Fator Limitante do Estudo

Pesquisas têm demonstrado certa preocupação no controle do ciclo menstrual para a aplicação dos testes e dos protocolos de treino. Entretanto, devido ao período reduzido deste estudo para fazer as coletas de dados e, conseqüentemente, à falta de tempo para organizar protocolos de treinos, respeitando a mesma fase do ciclo menstrual dos sujeitos, não foi possível o controle dessa variável.

3.6. INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS:

No pré-teste foram realizadas coletas com os seguintes instrumentos:

Para a caracterização da amostra:

- Questionário PARQ-&-VOCÊ.
- Para a avaliação antropométrica:
 - Balança da marca URANO PS 180, com resolução de 10g (Canoas, RS, Brasil).
 - Estadiômetro da marca URANO PS 180, com resolução de 5 mm (Canoas, RS, Brasil).
 - Trena antropométrica flexível, com resolução de 1 mm da marca PRÓ-FISIOMED (Porto Alegre, RS, Brasil)
 - Plicômetro da marca CESCORF (Porto Alegre, RS, Brasil)

Para a determinação das cargas dos treinos aeróbio e de força:

- Para os testes de força:
 - Aparelhos de musculação da marca WORLD SCULPTOR (Porto Alegre, RS, Brasil) para a determinação da carga do treino.
 - Metrônomo da marca QUARTZ (EUA) para o controle do ritmo, em teste de 1RM, dos movimentos concêntricos e excêntricos.
- Para o teste aeróbio:
 - Esteira ergométrica da marca INBRAMED (Porto Alegre, RS, Brasil) e analisador de gases metabólicos VO2000 da marca IMBRASPORT (Medigraphics, EUA) para a verificação do VO_2 de repouso e do VO_2 máx.

Durante os testes propriamente ditos foram realizadas coletas com os seguintes equipamentos:

- Colchonetes para a verificação do VO_2 de repouso.
- Analisador de gases metabólicos portátil VO2000 da marca INBRASPORT (Porto Alegre, RS, Brasil) para a verificação do VO_2 de repouso e coleta de gases respiratórios durante o exercício.
- Metrônomo da marca QUARTZ (EUA) para controle do ritmo, em teste de 1RM, dos movimentos concêntricos e excêntricos.
- Aparelhos de musculação da marca WORLD SCULPTOR (Porto Alegre, RS, Brasil) para a execução dos treinos de força.
- Esteira ergométrica da marca INBRAMED, modelo KT 2000 (Porto Alegre, RS, Brasil), para a execução do treino aeróbio.
- Frequencímetro da marca POLAR, modelo S610 (EUA).

3.7. DESENHO EXPERIMENTAL DO ESTUDO:

Os sujeitos da amostra realizaram os seguintes procedimentos:

Testes Pré- Protocolos											
1ª Fase - Caracterização da Amostra		2ª Fase - Determinação das Cargas									
1ª sessão		2ª sessão		3ª sessão		4ª sessão		5ª sessão		6ª sessão	
Aplicação do Questionário PAR-Q e VOCÊ; Cálculo do IMC; Teste Antropométrico: massa corporal, altura e dobras cutâneas; Consentimento Informativo; Definição de datas para os posteriores testes.	<i>Intervalo de 2 dias</i>	Teste para a determinação do VO ₂ de repouso, com a monitoração da frequência cardíaca; Teste para a determinação do VO ₂ de pico, com a monitorização da frequência cardíaca.	<i>Intervalo de 2 dias</i>	Teste para a determinação da 1 RM de quatro exercícios.	<i>Intervalo de 7 dias</i>	Teste para a determinação da 1 RM de quatro exercícios.	<i>Intervalo de 7 dias</i>	Teste para a confirmação da 1 RM dos oito exercícios.	<i>Intervalo de 7 dias</i>	Teste para a determinação das 15 RMs dos oito exercícios (definição da carga para o treino de força).	<i>Intervalo de 7 dias</i>

Aplicação dos Protocolos		
3ª Fase - Protocolos		
7ª sessão - Primeiro Protocolo		8ª sessão - Segundo Protocolo
Verificação do VO ₂ de repouso;	<i>Intervalo de no mín. 7 dias e no máx. 15 dias</i>	Verificação do VO ₂ de repouso;
Aplicação dos protocolos e, simultaneamente, coleta de gases respiratórios e frequência cardíaca, durante a sessão de treino.		Aplicação dos protocolos e, simultaneamente, coleta de gases respiratórios e frequência cardíaca, durante a sessão de treino.

3.8. MÉTODO DE ABORDAGEM:

Todos os procedimentos foram realizados na sala de musculação ou no laboratório de pesquisa do exercício (LAPEX) da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob supervisão de duas estudantes dessa instituição. As avaliações antropométricas, feitas na sala de musculação, foram realizadas no turno da manhã e da tarde. O VO₂ de repouso, realizado no LAPEX, e os protocolos de treino, realizados na sala de musculação, ocorreram exclusivamente no período da manhã entre os horários das 7h30 às

8h30 e às 7h30, respectivamente. Para que fosse determinado o VO_2 de repouso e executado os protocolos de treino, os sujeitos da amostra tiveram de estar em jejum de oito horas, sem terem feito uso de estimulantes e/ou realizado exercícios físicos nas 24 horas antecedentes.

3.8.1. Realização dos Testes Pré-Protocolos

Os testes foram realizados nas semanas anteriores ao início do treinamento. Foram necessárias seis sessões para cada sujeito, com um intervalo de no mínimo dois dias entre as três primeiras sessões e de no mínimo sete dias a partir da terceira sessão, a fim de evitar a presença da fadiga durante os testes, que poderia comprometer os resultados.

3.8.1.1 Primeira Fase – Caracterização da Amostra

Primeira Sessão

Como triagem da saúde dos sujeitos da amostra foi aplicado o questionário PAR-Q e VOCÊ (Anexo 2), o qual serviu como documento que designou os sujeitos da amostra como aptos para atividades físicas.

Para a avaliação antropométrica, as participantes foram previamente orientadas quanto à vestimenta mais adequada a ser utilizada (top e bermuda). Foram feitas as medidas da estatura, massa corporal e das sete dobras cutâneas, sendo este segundo Jackson e Pollock (COSTA, 2001).

Para avaliação da massa corporal, os sujeitos da amostra tiveram de estar em pé sobre a plataforma da balança, de costas para a escala, com afastamento lateral dos pés, em posição anatômica sobre o centro da plataforma e tentando deixar a massa corporal distribuída igualmente entre os pés, mantendo a postura ereta (COSTA, 2001).

Para avaliação da estatura, os sujeitos da amostra tiveram de estar descalços, com o mínimo possível de roupas (top e bermuda) para que a posição corporal pudesse ser vista. Foi mantida a posição anatômica sobre a base do estadiômetro. A massa da avaliada foi distribuída em ambos os pés e a cabeça posicionada no plano horizontal de Frankfurt. Os braços tiveram de estar soltos ao longo do tronco, com as palmas voltadas para as coxas. Os calcanhares tiveram de ser mantidos unidos, tocando a borda vertical do estadiômetro (COSTA, 2001).

A composição corporal foi avaliada com a utilização da equação de predição de densidade (D) e gordura corporal (%) por meio da medida de sete dobras cutâneas (JACKSON; POLLOCK; WARD, 1980 *apud* COSTA, 2001), abrangendo uma população de mulheres entre 18 a 55 anos de idade. As dobras cutâneas – peitoral média, tricipital, subescapular, axilar média, supra-ilíaca, abdominal e coxa – foram medidas na mesma ordem, três vezes cada uma, exceto se as duas primeiras apresentassem o mesmo valor. Se as três medidas apresentassem valores distintos, a mediana era a usada.

- *Equação da densidade corporal*

$$D = 1,097 - 0,00046971 (ST) + 0,00000056 (ST)^2 - 0,00012828 (\text{idade em anos})$$

Obs.: ST = somatório das 7 dobras (peitoral média + tricipital + subescapular + axilar média + abdominal + supra-ilíaca + coxa)

- *Equação para conversão da densidade corporal em percentual de gordura* (Fórmula de Siri descrita por Costa (2001)).

$$\text{Percentual de gordura} = [(4,95/DC) - 4,5] \times 100$$

Obs.: DC = Densidade corporal

Para o cálculo do IMC, foi utilizada a equação ($IMC = m/h^2$), na qual foram considerados os valores de massa (kg) e estatura (m^2) dos sujeitos da amostra e feita a classificação conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação do sobrepeso e da obesidade pelo IMC		
		IMC (Kg/m ²)
Baixo Peso		< 18,5
Normal		18,5 - 24,9
Sobrepeso		25,0 - 29,9
Obesidade	I	30,0 - 34,9
	II	35,0 - 39,9
Obesidade Mórbida	III	≥ 40

Fonte: WHO (1997 *apud* Costa, 2004).

O termo de consentimento, anteriormente mencionado, foi entregue e totalmente explicado aos sujeitos da amostra. Sendo assim, estando cientes de todos os procedimentos da pesquisa e aptos para os protocolos, os mesmos assinaram o documento nessa sessão.

Foram marcadas as datas em que os sujeitos da amostra tiveram de comparecer às sessões de testes para definições das cargas de treino.

Nessa sessão, ainda foi realizada a familiarização pelos sujeitos, com os equipamentos que foram utilizados nos testes e sessões de treino, a fim de proporcionar a vivência da prática do futuro protocolo.

Após essa sessão houve um intervalo de dois dias para a realização da próxima sessão.

3.8.1.2. Segunda Fase – Determinação de Cargas

Com a intenção de determinar a carga de treino para os protocolos, os sujeitos da amostra tiveram que se submeter a testes de VO_2 máx. e RMs.

Segunda Sessão

Anteriormente ao teste de VO_2 máx., foi realizada a mensuração do VO_2 de repouso do sujeito da amostra, entre o horário da 7h30 às 8h30. Para tal, o sujeito em jejum de no mínimo 8h, tendo de estar no local com 30 minutos de antecedência, onde, após 20 minutos de repouso, estando em decúbito dorsal e em ambiente calmo e termoneutro, foi feita a mensuração do VO_2 de repouso nos 30 minutos seguintes.

Após a mensuração supracitada, o sujeito fez uma refeição leve e ficou no aguardo, de mais ou menos 15 minutos, para o início do teste de VO_2 máx.

Para a mensuração do VO_2 máx., o protocolo utilizado foi o Progressivo em rampa, sendo a velocidade inicial de sete km/h com 1% de inclinação por 1 minuto, seguido de incrementos de 1 km/h por minuto, na esteira ergométrica localizada no LAPEX, na sala de fisiologia.

Os critérios para a determinação e término do teste foram: 1) $R > 1.15$; 2) frequência cardíaca $> 85\%$ da estimada com base na fórmula: $220 - \text{idade}$; 3) platô de VO_2 e/ou 4) fadiga voluntária (HOWLEY, BASSET e WELCH, 1995).

Para a determinação do VO_2 máx., o equipamento usado foi o analisador de gases metabólicos portátil VO2000 da marca IMBRASPORT. Durante os testes, foram registrados os seguintes parâmetros: consumo de oxigênio (VO_2), produção de CO_2 (VCO_2) e ventilação

(VE). Os dados metabólicos produzidos são enviados para um computador em tempo real, e foram registrados em períodos de 10 segundos.

A partir dos resultados foram determinados os limiares ventilatórios (LV). A determinação foi feita por análise visual, por dois avaliadores experientes. O VO_2 do LV_1 foi determinado a partir do primeiro aumento (quebra na curva de incremento) na VE, proporcional ao aumento na produção de CO_2 . O LV_2 , que representa uma intensidade alta com considerável acúmulo de lactato, cuja produção excede a metabolização, é acompanhado por hiperventilação em resposta à acidose. Sendo assim, o VO_2 do LV_2 foi determinado a partir da segunda quebra na curva de incremento da VE. O VO_2 máx. foi determinado como sendo o maior valor obtido durante o teste.

Tendo em vista o resultado do teste de VO_2 máx., foi determinada a carga de treino para a aplicação dos protocolos, utilizando-se a velocidade (km/h) em que o sujeito estava no seu segundo limiar ventilatório. O treino foi executado em uma intensidade de 60% da velocidade em que estavam no segundo limiar ventilatório.

Após essa sessão houve um intervalo de dois dias para a realização da próxima sessão.

Terceira Sessão

Com relação ao treino de força, foi necessário determinar, em cada exercício estabelecido pela pesquisa, a carga máxima com que o sujeito conseguiu executar apenas uma repetição (1RM). O sujeito da amostra, partindo da posição inicial, realizou os testes de 1RM nos mesmos equipamentos e com a mesma posição corporal que realizou nos protocolos de treino. Os exercícios foram supino reto, *leg press* 45°, puxada frontal, flexão de joelhos. Essa ordem de alternância de grupo muscular trabalhado foi respeitada, com intervalo de cinco minutos entre os exercícios.

A carga inicial foi estimada pelo método de “tentativa e erro” e corrigida pela tabela de Lombardi (1989), para estimar o valor de 1RM. A partir do valor estimado, após um tempo mínimo de cinco minutos de recuperação, foi realizado o teste de 1RM. Se o indivíduo conseguisse executar mais de uma repetição, o mesmo processo iria ser repetido novamente até que o valor de 1RM fosse encontrado.

O ritmo de execução do movimento foi constante dentro de um total de quatro segundos por repetição (dois segundos na fase concêntrica e dois segundos na fase excêntrica), sendo controlada por um equipamento metrônomo.

Após essa sessão houve um intervalo de sete dias para a realização da próxima sessão.

Quarta Sessão

Nessa sessão continuou a determinação da carga máxima em que o sujeito conseguiu executar em apenas uma repetição (1RM). O sujeito da amostra, partindo da posição inicial, realizou os testes de 1RM nos mesmos equipamentos e com a mesma posição corporal que realizou nos protocolos de treino. Os exercícios foram remada alta, adução, elevação lateral e extensão de joelhos. Essa ordem de alternância de grupo muscular trabalhado foi respeitada, com intervalo de cinco minutos entre os exercícios.

Os procedimentos para a determinação das 1RM foram os mesmos realizados na sessão anterior.

Após essa sessão houve um intervalo de sete dias para a realização da próxima sessão.

Quinta Sessão

Nessa sessão ocorreu a confirmação dos valores que foram encontrados nas duas sessões anteriores para 1RM nos oito aparelhos, respeitados os procedimentos realizados na terceira e quarta sessão. Se o sujeito da amostra conseguisse executar mais de 1 repetição, os procedimentos iriam ser repetidos novamente até que o valor de 1RM fosse encontrado.

Após essa sessão houve um intervalo de sete dias para a realização da próxima sessão.

Sexta Sessão

A partir dos valores de 1RM confirmados na quinta sessão, foi estimada a carga para 15 RMs, pressupondo-se o valor de 64,7% equivale a aproximadamente 15 RMs, segundo a proposição de Reynolds col. (2006).

Nessa sessão foram realizadas quantas tentativas fossem necessárias, com intervalo de no mínimo cinco minutos de recuperação, para a determinação das 15 RMs dos oito exercícios (definição da carga para o treino de força).

Após essa sessão houve um intervalo de sete dias para o início dos protocolos de treino.

3.8.2. Aplicação dos Protocolos

Para a realização dos protocolos foram necessárias duas sessões para cada sujeito, com intervalo entre ambas de no mínimo sete dias – a fim de evitar a presença da fadiga na segunda sessão, o que poderia comprometer o resultado das coletas – e de no máximo quinze dias.

Os protocolos de treino foram randomizados entre os sujeitos, as quais tomaram ciência quanto à sequência de execução dos treinos somente no dia das sessões.

3.8.2.1. Terceira Fase

Sétima e Oitava Sessões

Antes do início do protocolo de treino e estando em jejum de oito horas, a verificação do VO_2 de repouso foi realizada. O sujeito somente passou a executar o protocolo após atingir o mesmo nível de VO_2 de repouso encontrado na mensuração previamente realizada.

Em seguida, para a quebra do jejum, foi fornecida ao sujeito da amostra uma barra de cereal, sabor banana com cobertura de chocolate, da marca RITTER *light*, contendo um valor calórico de 105 kcal ou 441 kJ (6% de carboidratos/ hidratos de carbono, 2% de proteínas, 7% de gorduras totais, 14% gorduras saturadas, sem gorduras trans, 3% de fibras alimentares e 1% de sódio; % dos valores diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ) e 200 ml de repositores energéticos da marca FRUKITO, sabor frutas cítricas, contendo 90 kcal (21g de hidratos de carbono, 45 mg de sódio, 16 mg de vitamina C, sem quantidade significativa de proteínas, de gordura total saturada, de gordura trans e de fibras alimentares). O protocolo iniciou apenas 15 minutos após a refeição.

Uma das sessões foi constituída pelo treinamento aeróbio antecedendo o de força. O sujeito executou 30 minutos de corrida – em esteira ergométrica – durante os quais foram continuamente coletados os gases respiratórios, a frequência cardíaca e mantida a velocidade da esteira (km/h) alvo (determinada com base no segundo limiar ventilatório).

Dois minutos após o treino aeróbio, o sujeito imediatamente iniciou o treinamento de força, permanecendo conectado ao equipamento portátil VO2000 e o frequencímetro durante todo esse período. Esse treino foi executado durante 31 minutos, em oito exercícios na seguinte ordem: supino reto, *leg press* 45°, puxada frontal, flexão de joelhos, remada alta, adução, elevação lateral e extensão de joelhos, com duas séries de 15 repetições máximas para

cada um deles, com intervalo entre as séries e os exercícios de 60 segundos. Foi respeitado o total de quatro segundos por repetição, sendo dois segundos para a contração concêntrica e dois segundos para a contração excêntrica (controlados com o auxílio do metrônomo).

Na outra sessão, a verificação do VO_2 de repouso também foi realizada antes do início do protocolo de treino e o sujeito da amostra somente passou a executar o protocolo após atingir o mesmo nível de VO_2 de repouso encontrado na mensuração previamente realizada. Ela foi constituída pelos mesmos exercícios da primeira sessão, com as mesmas intensidades, duração e intervalos, a única diferença esteve na ordem de execução dos treinos. Quanto aos procedimentos da coleta de gases respiratórios, foram adotados os mesmos descritos na sessão anterior.

3.9. PROCEDIMENTOS PARA A ANÁLISE DO CONSUMO DE OXIGÊNIO E PARA A EFETUAÇÃO DOS CÁLCULOS DO DISPÊNDIO ENERGÉTICO DO TREINO DE FORÇA E DO TREINO AERÓBIO

O consumo de oxigênio (ml/kg/min.) obtido pelo equipamento analisador de gases metabólicos portátil VO2000 foi analisado a cada 3 minutos e feita uma média desses valores para cada protocolo. Ao final de todos os protocolos, foi feita uma média geral das médias obtidas. Tais valores serão expressos em forma de gráfico logo na sequência desse capítulo.

Para a realização dos cálculos do dispêndio energético no treino de força, os valores de consumo de oxigênio (l/min.) fornecidos de 10 em 10 segundos pelo equipamento analisador de gases metabólicos portátil VO2000, foram analisados dentro de um faixa de intervalo de um em um minuto e feito as médias desses valores. Na sequência, cada uma dessas médias foi multiplicada pelo equivalente calórico já estabelecido para o treino de força, 5,05 kcal/l de oxigênio consumido (PINTO e col., 2011), fornecendo valores de gasto energético em kcal a cada um minuto de treino de força. Por fim, para a determinação do dispêndio energético bruto no treino de força, os valores do gasto energético estabelecidos de um em um minuto no treino foram todos somados, resultando no gasto energético total do treino de força.

Tendo então os valores do dispêndio energético total bruto do treino de força, o cálculo do dispêndio energético líquido também foi obtido, no qual o consumo de oxigênio do período de repouso (taxa metabólica de repouso) foi subtraído do dispêndio total do treino em questão. Para isso, primeiramente, o consumo de oxigênio coletado a partir do equipamento analisador de gases metabólicos portátil a cada 10 segundos, foi analisado e feito uma média dos valores fornecidos nos últimos 15 minutos de coleta. Com esse valor obtido, essa média

do consumo de oxigênio no repouso foi multiplicada pelo equivalente calórico determinado para esse período, sendo de 4,82 kcal/l de oxigênio consumido. Sendo assim, para a determinação do consumo de oxigênio do repouso do treino de força, o resultado do último cálculo foi também multiplicado pelo tempo de execução do treino (31 minutos), resultando na taxa metabólica de repouso.

Enfim, para o cálculo do dispêndio energético líquido do treino de força, os valores do dispêndio energético bruto foram subtraídos pelos valores da taxa metabólica de repouso determinada para o treino. Esses valores estão sendo expressos pela unidade de medida kcal.

A fim de relacionar esses valores calculados com os valores da literatura, conversões da unidade kcal foram feitas para outros tipos de unidades, como, por exemplo, joule (j), quilocaloria por minuto (kcal/min.), quilojoule por minuto (kJ/min.), quilocaloria por quilograma minuto (kcal/kg.min.) e quilojoule por quilograma minuto (kJ/kg.min.). Todos esses valores foram organizados nas tabelas para uma análise dos resultados.

3.10. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística da pesquisa baseou-se na análise estatística descritiva, cujos valores foram apresentados em formas de médias e desvios-padrão. Tal procedimento foi escolhido até o presente momento devido à falta de um “n” amostral suficiente (apenas 8) para que uma análise estatística inferencial fosse possível. Entretanto, pretende-se concluir as coletas de dados a partir do “n” amostral estabelecido pelo cálculo estatístico (14 sujeitos).

Após a conclusão das coletas de dados, pretende-se apresentar os resultados da pesquisa através de uma análise estatística inferencial. Para isso, será usado para a comparação dos valores das médias e desvios-padrão o teste T Pareado, tendo como nível de significância 0,05 e usando um *software* SSPS, versão 14.0 para Windows.

4. RESULTADOS

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A amostra desse estudo foi composta até o presente momento de oito mulheres ativas com idade média de $23 \pm 1,69$ anos. Todas assinaram o termo de consentimento informado, no qual consta as informações de procedimentos da pesquisa, e estavam cientes quanto aos riscos e benefícios ao aceitarem participar da pesquisa. Além disso, também responderam ao questionário de saúde, PAR-Q & VOCÊ, do qual informa quanto ao histórico de saúde de cada indivíduo, o que para o grupo de meninas, o autorizou a adesão ao programa de exercícios físicos proposto pela pesquisa. Logo abaixo, segue a Tabela 1 com os dados de caracterização dos sujeitos da amostra.

Tabela 1 - Caracterização dos sujeitos da amostra, com variáveis antropométricas, fisiológicas e de força

Variáveis	Médias	Desvios-padrão
Número de sujeitos	8	
Idade (anos)	23,0	1,7
Massa Corporal Total (Kg)	56,1	5,1
Percentual de Gordura (%)	30,0	5,1
Estatura (cm)	159,1	6,9
IMC (Kg.m^{-2})	22,1	1,0
VO ₂ repouso (ml/kg/min.)	2,4	0,5
VO ₂ máximo (ml/kg/min.)	32,8	4,2
VO ₂ no 2º limiar absoluto (ml/kg/min.)	29,2	3,9
60% da velocidade no 2º limiar ventilatório (km/h)	11,0	1,3
1 RM - Supino (kg)	33,4	6,2
1 RM - <i>Leg Press</i> (kg)	245,6	33,7
1 RM - Puxada Frontal (kg)	36,4	6,9
1 RM - Flexão dos Joelhos (kg)	36,3	4,8
1 RM - Remada Alta (kg)	34,9	7,1
1 RM - Adução do Quadril (kg)	57,4	12,3
1 RM - Elevação Lateral dos Ombros (kg)	5,7	1,0
1 RM - Extensão dos Joelhos (kg)	88,6	16,4

4.2. VALORES DO CONSUMO DE OXIGÊNIO DO TREINO DE FORÇA

A média e o desvio-padrão do consumo de oxigênio do treino de força foram de $7,98 \pm 1,62$ ml/kg/min. para o protocolo em que o treino aeróbio antecedeu o treino de força e de $9,02 \pm 1,78$ ml/kg/min. para o protocolo de ordem inversa.

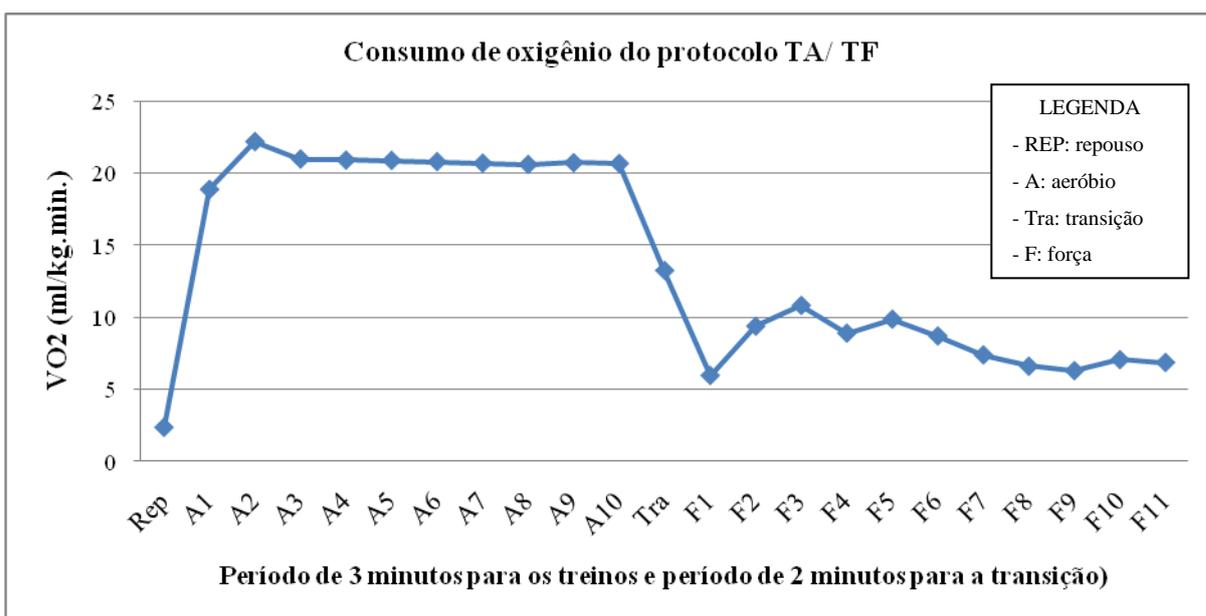


Figura 1 – Média do consumo de oxigênio do protocolo aeróbio e força

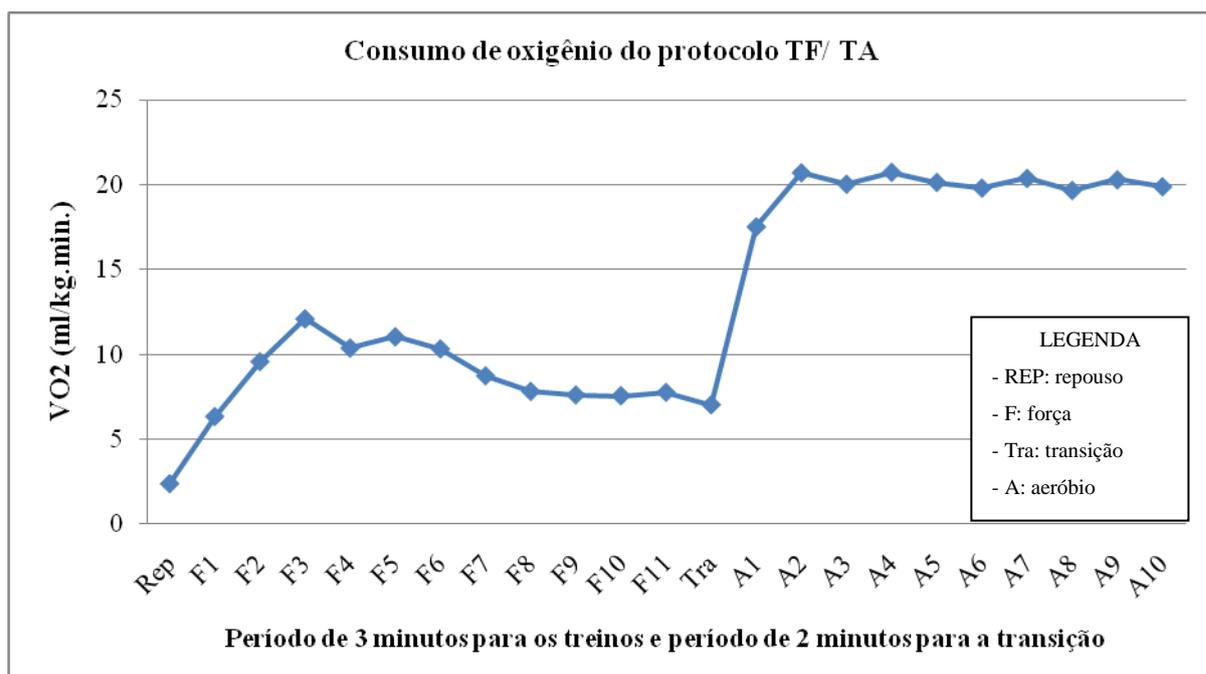


Figura 2 – Média do consumo de oxigênio do protocolo força e aeróbia

4.3. VALORES ABSOLUTOS DO DISPÊNDIO ENERGÉTICO LÍQUIDO DO TREINO DE FORÇA

Os valores absolutos das médias e os desvios-padrão do dispêndio energético líquido do treino de força para o protocolo em que o treino aeróbio antecedeu o treino de força e para o protocolo de ordem inversa segue logo abaixo na Tabela 2.

Tabela 2 - Médias e desvios-padrão do dispêndio energético líquido de ambos os protocolos do treino concorrente. Valores expressos em kcal e J

	Quilocaloria (kcal)*		Joule (J)*	
	Força/Aeróbio	Aeróbio/Força	Força/Aeróbio	Aeróbio/Força
Médias	63,1	53,1	264,3	222,1
Desvios-padrão	12,7	12,1	53,2	50,7

* Valores absolutos

4.4. VALORES RELATIVOS AO TEMPO DO DISPÊNDIO ENERGÉTICO LÍQUIDO DO TREINO DE FORÇA

As médias e os desvios-padrão relativos ao tempo do dispêndio energético líquido do treino de força para o protocolo em que o treino aeróbio antecedeu o treino de força e para o protocolo de ordem inversa segue logo abaixo na Tabela 3.

Tabela 3 - Médias e desvios-padrão do dispêndio energético líquido de ambos os protocolos do treino concorrente. Valores relativos expressos em Kcal/min. e kJ/min.

	Quilocalorias por minuto (kcal/min.)*		Quilojoule por minuto (kJ/min.)*	
	Força/Aeróbio	Aeróbio/Força	Força/Aeróbio	Aeróbio/Força
Médias	1,9	1,6	8,0	6,7
Desvios-padrão	0,4	0,4	1,6	1,5

* Valores relativos ao tempo

4.5. VALORES RELATIVOS À MASSA CORPORAL E AO TEMPO DO DISPÊNDIO ENERGÉTICO LÍQUIDO DO TREINO DE FORÇA

As médias e os desvios-padrão relativos à massa corporal e ao tempo do dispêndio energético líquido do treino de força para o protocolo em que o treino aeróbio antecedeu o treino de força e para o protocolo de ordem inversa segue logo abaixo na Tabela 4.

Tabela 4 - Médias e desvios-padrão do dispêndio energético líquido de ambos os protocolos do treino concorrente. Valores relativos à massa corporal e ao tempo expressos em Kcal/kg.min. e kJ/kg.min.

	Quilocalorias por quilograma minuto (kcal/kg.min.)*		Quilojoule por quilograma minuto (kJ/kg.min.)*	
	Força/Aeróbio	Aeróbio/Força	Força/Aeróbio	Aeróbio/Força
Médias	0,034	0,029	0,14	0,12
Desvios-padrão	0,006	0,006	0,03	0,02

* Valores relativos à massa corporal e ao tempo

5. DISCUSSÃO

Até o presente momento, não foi possível fazer análise estatística inferencial dos dados da pesquisa devido à falta de um número suficiente de indivíduos para a amostra ($n = 14$). Tendo em vista isso, o estudo em questão apresentará os dados apenas com base em médias e desvios-padrão, a fim de fazer uma análise geral, e assim apresentar os resultados encontrados até então. Todavia, não será possível fazer nenhum tipo de afirmação quanto à comparação dos protocolos (aeróbio/força e força/aeróbio), já que não haverá análise estatística inferencial.

Os sujeitos executaram dois diferentes protocolos de treino concorrente, havendo apenas como diferença a ordem de execução dos exercícios aeróbio e força. No entanto, para essa pesquisa, o objetivo principal foi avaliar apenas o dispêndio energético do treino de força (TF) quando este foi executado antes e depois do treino aeróbio (TA), uma vez que os valores médios desta variável foram semelhantes nos protocolos avaliados. Visto isso, não há como afirmar que essa diferença é significativa, como já citado, uma vez que essa pesquisa não teve uma análise estatística para que tal afirmação fosse possível. Além disso, há também a falta de referencial bibliográfico com referência específica a esse tipo de análise para uma possível comparação de resultados, tendo em vista que os referenciais que foram encontrados o mais próximo desse assunto, tratam de dispêndio energético total das diferentes ordens de execução dos exercícios do treino concorrente, assim como do dispêndio energético do treino de força manipulando de diferentes maneiras as variáveis do treinamento físico, sem a interferência do treino aeróbio. Mesmo assim, tentar-se-á fazer uma relação entre os dados das bibliografias encontradas e dessa maneira discutir o assunto em questão.

Pinto (2007) apresentou uma tabela comparativa entre diferentes autores quanto ao dispêndio energético do treino de força. Os resultados da tabela foram muito semelhantes aos encontrados no presente estudo. A média do dispêndio energético do treino de força, encontrada nesta pesquisa, em ambos os protocolos de treino foram de $0,034 \pm 0,06$ kcal/kg/min. e $0,029 \pm 0,06$ kcal/kg/min. para TF/TA e TA/TF, respectivamente. Nos artigos citados por Pinto (2007), o dispêndio energético foi muito semelhante, variando de 0,04 a 0,07 kcal/kg/min. em 11 estudos. Apenas um estudo apresentou dispêndio energético de 0,11 kcal/kg/min., mas este utilizou de um protocolo muito diferente, com execução dos exercícios em aparelhos hidráulicos (BALLOR e col., 1987). Para esse caso, o dispêndio energético dos exercícios em aparelhos hidráulicos pode ter sido maior devido à maior exigência do trabalho muscular na fase concêntrica, o que não ocorre na fase excêntrica (inexistente nos

equipamentos hidráulicos), já que esta apresenta a ajuda dos elementos elásticos. Ainda, é importante ressaltar que nos artigos citados por Pinto (2007) não há a participação do treino aeróbio.

Tabela 5 - DE relativo: alguns estudos relacionados ao treino de força

Autores	Características	Dispêndio Energético relativo (massa total/tempo)
		Kcal/kg/min
Haddock e Wilkin (2006)	15 mulheres; 24,2 anos; 63,5 kg; IMC 23,9; 1 série, 9 exercícios, 8RM sessão 21,3 ± 0,48 min.	0,04
Haddock e Wilkin (2006)	15 mulheres; 24,2 anos; 63,5 kg; IMC 23,9; 3 séries, 9 exercícios, 8RM, sessão 63,1 ± 1,1 min.	0,04
Phillips e Ziuraitis (2004)	5 mulheres; 73,8 anos; 70,6 kg; IMC: 28,3; 1 série 15 RM; 8 exercícios; sessão 24 min.	0,05
Phillips e Ziuraitis (2003)	6 mulheres; 27 anos; 62,8 kg; IMC: 26,14; 1 série 15RM; 8 exercícios; sessão 24 min.	0,05
Hunter; Seelhorst e Snyder (2003)	7 homens treinados; 24,3 anos; 79,3 kg; IMC: 24,7; 2 séries 8RM; 10 exercícios; sessão 29 min.	0,07
Hunter; Seelhorst e Snyder (2003)	7 homens treinados; 24,3 anos; 79,3 kg; IMC: 24,7; 1 série 8RM; 10 exercícios; velocidade super lenta (conc: 10", exc: 5"); sessão 29 min.	0,05
Hunter et. al, (2000)	8 mulheres; 66,8 anos; 70,4kg; IMC: 24,8; o DE se refere à média de 3 exercícios; 2 séries 10RM; sessão ± 45 min.	0,07
Pichon et. al, (1996)	8 sujeitos (5 H e 3 M); 28,5 anos; 74,8kg; IMC: 24,1; 1 série 20 repetições com 47% de 1RM; modelo em circuito (60"exercício x 30" intervalo); sessão 10 min.	0,06
Pichon et. al, (1996)	8 sujeitos (5 H e 3 M); 28,5 anos; 74,8kg; IMC: 24,1; 1 série 10 repetições com 69% de 1RM; modelo tradicional (30"exercício x 90" intervalo); sessão 10 min.	0,06
Hunter; Kekes-Szabo e Schnitzler (1992)	4 mulheres; 28,3 anos; 56,5 kg; IMC 20,7; extensão e flexão do joelho; 4 séries 10RM; 60 e 80% 1RM	0,05
Ballor; Becque e Katch (1987)	13 homens treinados; 23,6 anos; 84,6 kg; IMC 23,6; 3 séries; 7 exercícios; circuito (30"exerc.x 30 repouso); equipamentos hidráulicos; sessão 24,5 min	0,11
Wilmore et. al, (1978)	20 mulheres; 20,3 anos; 61kg; IMC 22,4; 3 séries; 10 exercícios; 40% 1RM; circuito (30" exercício x 30" intervalo); sessão: 22,5 min.	0,07

Fonte: tabela adaptada de Pinto (2007). A inclusão desta tabela foi autorizada pelo autor.

Uma justificativa para essa possível falta de diferença do dispêndio energético no treino de força pode estar baseada na intensidade ou na duração do EPOC (consumo excessivo de oxigênio pós-exercício) do treino aeróbio (na ordem TA/TF), do qual não foi significativo a ponto de contribuir com o gasto energético do treino de força. O EPOC representa o período pós-treino em que a taxa de oxigênio se mantém por um determinado tempo acima dos níveis de repouso (GAESSER e BROOKS, 1984 *apud* PINTO e col., 2011). Para os exercícios aeróbios, a magnitude e a duração do EPOC parecem depender diretamente da intensidade e da duração desse tipo de treino (LIRA e col., 2007). Sendo assim, tudo indica que o treino aeróbio do presente estudo não foi intenso e/ou duradouro o suficiente a ponto de gerar um EPOC significativo e esse contribuir para o gasto energético do treino de força. Ainda que todos os sujeitos da amostra tenham executado tal treino dentro de uma mesma faixa de intensidade (60% da velocidade em que estavam no segundo limiar ventilatório), parece que tal carga pode ter repercutido diferentes percepções de esforços, logo terem reproduzido diferentes respostas fisiológicas quanto à intensidade. Essas diferenças poderiam ter sido mensuradas com base na tabela de percepção de esforço de Borg, o que não foi feito no presente estudo. Ou ainda, o tempo estabelecido para o treino aeróbio, de 30 minutos, não tenha sido suficiente de acordo com as características dos sujeitos da amostra dessa pesquisa a ponto de interferir no EPOC.

Portanto, é possível dizer que se o treino aeróbio tivesse sido executado em uma maior intensidade ou duração, poderia ter produzido um maior EPOC do treino aeróbio e esse proporcionado um maior dispêndio energético no treino de força, quando este fosse executado depois do aeróbio.

6. CONCLUSÃO

Com base apenas em especulações, este estudo apresenta como tendência a falta de diferença significativa entre o dispêndio energético do treino de força quando associado, anterior e posteriormente, ao treino de aeróbio. Contudo, é necessário ressaltar que essa conclusão é apenas uma especulação baseada em dados descritivos. Ao término deste trabalho, este estudo tem como objetivo continuar as coletas de dados com um “n” amostral maior e, assim, a partir de uma análise estatística inferencial, apresentar os resultados com uma conclusão definitiva.

7. REFERÊNCIAS

BALLOR, D. L., BECQUE, M. D., KATCH, V. L. *Metabolic responses during hydraulic resistance exercise*. Medicine and Science in Sports and Exercise 19 (4), 1987.

BATISTA, F.R., LIRA, F.S., JUNIOR, E.N., FRANCHINI, E. *Efeito dos exercícios resistido e aeróbio sobre a massa corporal de mulheres adultas com sobrepeso: Influência da ordem de execução*. Arquivos Sanny de Pesquisa e Saúde 1(2): 109 – 118, 2008.

BRANDON, S.S., INA. S., GREGORY, A.B. *Self- Reported Dietary Intake Following Endurance, Resistance and Concurrent Endurance and Training*. Journal of Sports Science and Medicine 7: 255 – 250, 2008.

BRUNETTI, A.P; ADOLFO, J.; BRUM, P.P; SAMPAIO, V.M; DANTAS, E.H.M; SANTOS, M.A.A. *Influência da Ordem da Sessão do Treinamento Concorrente sobre a Resposta Aguda do Lactato Sanguíneo, Frequência Cardíaca e do Consumo de Oxigênio*. Jornal Fitness Performance 7 (5): 326-331, set./out., 2008.

COSTA, M.L., SPERIDIÃO, P.G.L., NETO, U.F. *Gasto Energético*. Journal of Pediatric Gastroenterology, Nutrition and Liver Disease 11 (1), 2007.

COSTA, R. F. *Composição Corporal: Teoria e prática da avaliação*. 1ª Edição. São Paulo: Manole, 2001.

DIAS, A. C. F., SILVA FILHO, A. A., CÔMODO, A. R. O., TOMAZ, B. A., RIBAS, D. F., SPOLIDORO, J., LOPES, A. C., MARCHINI, J. S. *Gasto energético avaliado pela calorimetria indireta* Associação Médica Brasileira e Conselho Federal de Medicina. Projeto Diretrizes, 2009.

DIENER, J. R. C. *Calorimetria indireta*. Revista da Associação Médica Brasileira 43 (3): 245-253, 1997.

DOLEZAL, B. A.; POTTEIGER, J. A. *Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals*. Journal of Applied Physiology 85: 695-700, 1998.

DRUMMOND, M.J.; VEHR, P.R.; SCHAALJE, B.; PARCELL, A.C. *Aerobic and resistance exercise sequence affects excess post exercise oxygen consumption*. Journal of Strength and Conditioning Research 19 (2): 332-337, 2005.

FERREIRA, S., TINOCO, A. L. A., PANATO, E., VIANA, N. L. *Aspectos etiológicos e o papel do exercício físico na prevenção e controle da obesidade*. Revista de Educação Física (133): 15-24, mar., 2006.

FOUREAUX, G.; PINTO K. M. C.; 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. 12 (6): 393-398, nov./dez., 2006.

FOX, E. L., BOWERS, R. W., FOSS, M. L. *Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos*. 4ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

HADDOCK, B. L., WILKIN, L. D. *Resistance training volume and post exercise energy expenditure*. International Journal Sports Medicine 27(2): 143- 148, 2006.

HOWLEY, E. T, BASSETT, D.R., WELCH, H.G. *Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary*. Medicine and Science in Sports and Exercise 27: 1292-1301, 1995.

HUNTER, G. R., SEELHORST, D., SNYDER, S. *Comparison of metabolic and heart rate responses to super slow vs. traditional resistance training*. Journal of Strength and Conditioning Research 17 (1): 76 – 81, 2003.

LIRA, F. S.; OLIVEIRA, R. S. F.; JULIO, U. F.; FRANCHINI, E. *Consumo de oxigênio pós-exercícios de força e aeróbio: efeito da ordem de execução*. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Vol. 13, Nº 6, nov./dez.: 402-406, 2007.

LOMBARDI, V. P., *Beginning weight training: The safe and effective way*. Dubuque, IA: Wm. C. Brown, 1989.

MARCHINI, J. S.; FETT, C. A.; FETT, W. C. R.; SUEN, V. M. M. *Calorimetria: aplicações práticas e considerações críticas*. Fitness & Performance Journal 4 (2): 90-96, 2005.

MATSUURA, C.; MEIRELLES, C. M.; GOMES, P. S. C. *Gasto energético e consumo de oxigênio pós-exercício contra-resistência*. Revista de Nutrição, Campinas, 19 (6): 729-740, nov./dez., 2006.

MCARDLE, W. D., KATCH, F. I., KATCH, V. L. *Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. 3ª edição. Editora Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, 1991.

MCARDLE, W. D., KATCH, F.I., KATCH, V.L. *Fundamentos de Fisiologia do Exercício*. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

MCARDLE, W. D., FOGLIA, G. *Energy cost and cardiorespiratory stress of isometric and weight exercises*. Journal Sports Medicine (9): 23 - 30, 1969.

MEIRELLES, C. M. e 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 10 (2): 122-130, mar./abr., 2004.

MELO, C.M., TIRAPEGUI, J., RIBEIRO, S.M.L. *Gasto Energético Corporal: Conceitos, Formas de Avaliação e sua Relação com a Obesidade*. Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo 52 (3): 452 – 464, 2008.

MONTEIRO, R. C., RIETHER, P.T., BURINI, R.C. *Efeito de um programa misto de intervenção nutricional e exercício sobre a composição corporal e os hábitos alimentares de mulheres obesas em climatério*. Revista de Nutrição, 17 (4): 479-489, out./dez., 2004.

NETO, A. G. C.; SILVA, N. L.; FARINATTI, P. T. V. *Consumo de oxigênio após exercício resistido: uma abordagem crítica sobre os fatores determinantes de sua magnitude e duração*. Brazilian Journal of Biomechanics 3 (2): 96-110, 2009.

OLIVEIRA, V.; SANCHES, D.; SANT'ANA, M. A.; *Análise comparativa do VO₂ máximo direto e indireto através do teste em cicloergômetro*. Arquivos de Ciência da Saúde da Unipar, 2 (1): jan./abr., 1998.

PANISSA, V. L. G.; BERTUZZI, R. C. M.; LIRA, F. S.; FRANCHINI, E. *Exercício concorrente: Análise do efeito agudo da ordem de execução sobre o gasto energético total*. Revista Brasileira de Medicina do Esporte 15 (2): 127-131, mar./abr., 2009.

PHILLIPS, W. T., ZIURAITIS, J. R. *Energy cost of the ACSM single-set resistance training protocol*. Journal of Strength and Conditioning Research 17 (2): 350 - 355, 2003.

PINCHON, C. E., HUNTER, G. R., MORRIS, M., BOND, R. L., METZ, J. *Blood pressure and heart rate response and metabolic cost of circuit versus traditional weight training*. Journal of Strength and Conditioning Research 10(3): 153 -156, 1996.

PINTO, R. S. *Adaptações Metabólicas, Cardio-Respiratórias, Neuromusculares e na Composição Corporal de Mulheres Pré-Menopáusicas e com Excesso de Peso em Resposta ao Treino Físico Sistemático*. Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Julho, 2007 (Tese de doutorado).

PINTO, R. S., LUPI, R. P., BRETANO, M. A., *Respostas metabólicas ao treinamento de força: uma ênfase no dispêndio energético*. Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano 13 (2): 150 – 157, 2011.

POHELMAN, E. T., DENINO, W. F., BECKETT, T., KINAMAN, K. A., DIONNE, I. J., DVORAK, R. ADES, P. A. *Effects of Endurance and Resistance Training on Total Daily Energy Expenditure in Young Women: A Controlled Randomized Trial*. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism 87 (3): 1004-1009, 2002.

POWERS, K. S.; HOWLEY, E. T. *Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho*. 5 edição. Barueri: Manole, 2005.

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*. Journal of Applied Physiology 100: 1-17, 2007.

REYNOLDS, J. M., GORDON, T. J., ROBERGS, R. A. *Prediction of one repetition maximum strength from multiple repetition maximum testing and anthropometry*. Journal of Strength and Conditioning Research 20 (3): 584 - 592, 2006.

SCHNEIDER, P.; MEYER, F. *As equações de predição da taxa metabólica basal são apropriadas para adolescentes com sobrepeso e obesidade?* Revista Brasileira de Medicina do Esporte 11 (3): 193-196, mai./jun., 2005.

SCOTT, C. B., *Contribution of blood lactate to the energy expenditure of weight training*. Journal of Strength and Conditioning Research 20 (2): 404 - 411, 2006.

SCUSSOLIN, T. R., NAVARRO, A. C. *Musculação, uma alternativa válida no tratamento da obesidade*. Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento 1(6): 74 - 83, Nov/dez 2007.

THOMPSON, D. L., TOWNSEND, R. B., PATTERSON, K., BASSET JR, D. R. *Substrate use during and following moderate- and low-intensity exercise: Implications for weight control*. European Journal of Applied Physiology (78): 43-49, 1998.

WILMORE, J. H.; Costil, D.L. *Fisiologia do Esporte e do Exercício*. 2ª Edição. São Paulo: Manole, 2001.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO (Organização Mundial da Saúde – OMS).
OBESITY (Obesidade). Disponível no site em: <http://www.who.int/topics/obesity/en/>
(acessado no dia 29 de maio às 15h).

8. ANEXOS

8.1. ANEXO 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Eu, _____,
portador do documento de identidade número _____,
concordo voluntariamente em participar do estudo “Treinamento concorrente: efeito da ordem dos exercícios sobre o dispêndio energético agudo”, que envolverá exercícios de capacidade aeróbia e de força com a utilização de pesos adicionais. Entendo que os testes que realizarei têm por objetivo avaliar o gasto energético de forma aguda, derivado da ordem dos exercícios aeróbio e de força em treino combinando esses dois tipos de exercícios. Assim como, entendo que somente tomarei ciência de qual protocolo de treino utilizarei no dia de execução do mesmo.

Declaro estar ciente de que o estudo será desenvolvido durante o período de aproximadamente doze semanas, pela coordenação do professor Ronei Silveira Pinto e pelas alunas de graduação Lissandra Carvalho Pinto e Michelle Seibel da Rosa, e autorizo a realização dos seguintes procedimentos:

-
- Fazer-me responder um questionário específico sobre informações pessoais, histórico de atividade física e de saúde;
 - Aplicar-me a verificação de medidas e avaliação antropométrica;
 - Aplicar-me a execução de teste de capacidade aeróbia em esteira ergométrica;
 - Aplicar-me a execução de teste de carga máxima de 1RM e de 15 RM em oito aparelhos de musculação;
 - Aplicar-me a execução de treinamento aeróbio em esteira ergométrica, com a verificação da minha frequência cardíaca em dois dias pré-determinados;
 - Aplicar-me a execução de treinamento de força composto de exercícios de membros superiores e inferiores em dois dias pré-determinados;

- Aplicar-me a verificação de minha captação de oxigênio em repouso, em dia pré-determinado, bem como no período de 30 minutos que precedem os treinamentos, período no qual permanecerei com a máscara coletora de gases respiratórios e estarei em jejum de oito horas;
- Aplicar-me a verificação de coleta dos gases respiratórios durante os períodos de treino e durante os 60 minutos de recuperação subsequentes aos treinos, período no qual utilizarei a máscara coletora de gases respiratórios.

Eu entendo que durante os testes e nos exercícios aeróbios e de força poderá haver riscos, desconforto e cansaço muscular temporário. Há possibilidade de mudanças anormais de minha frequência cardíaca e pressão sanguínea durante os testes e período de treinamento. Porém, entendo que posso interromper os testes e os treinos a qualquer momento, sob meu critério.

Eventuais dúvidas serão esclarecidas a qualquer momento, através do telefone (0xx51)3308-5894, pelo professor Ronei Silveira Pinto e/ou pelas alunas Lissandra Carvalho Pinto e Michelle Seibel da Rosa.

Entendo que tenho liberdade em recusar-me a participar ou retirar o consentimento em qualquer fase do estudo, sem sofrer penalização ou prejuízo e que não haverá compensação financeira pela minha participação no estudo, assim como, no caso de surgimento de uma lesão física resultante diretamente de minha participação.

Entendo que os dados relativos à minha pessoa serão confidenciais e disponíveis somente sob minha autorização escrita. Caso sejam publicados, os dados não serão associados a minha pessoa.

Entendo que, caso julgue ter havido a violação de algum dos meus direitos, poderei fazer contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, pelo telefone (51) 3308.3629.

Estou ciente de que estará disponível uma linha telefônica para Assistência Médica de Emergência 192, assim como o Professor Ronei Silveira Pinto e as alunas Lissandra Carvalho Pinto e Michelle Seibel da Rosa se responsabilizarão por possível assistência pós-testes, quando necessária.

Porto Alegre, _____ de _____ de _____.

Nome completo: _____.

Assinatura: _____.

8.2. ANEXO 2

FORMULÁRIO 3.1 Questionário sobre prontidão para a atividade física

Questionário sobre
Prontidão para Atividade Física
(revisado, 2002)

PAR-Q e VOCÊ

(Questionário para pessoas de 15 a 69 anos)

A prática regular de atividade física é divertida e saudável. Cada vez mais pessoas decidem levar uma vida ativa todos os dias. Embora ficar ativo seja muito saudável para a maioria da população, alguns indivíduos devem fazer um exame médico antes de aumentar seu nível de atividade.

Você, que está planejando o aumento do seu nível de atividade, deve responder às sete perguntas deste questionário. Para pessoas com idade entre 15 e 69 anos, este PAR-Q indica se há necessidade de procurar um médico antes de começar os exercícios. Quem tem mais de 69 anos e não está acostumado com uma vida muito ativa precisa consultar o médico.

Use o bom senso na hora de responder às perguntas. Leia as questões com cuidado e responda todas honestamente. Basta marcar "Sim" ou "Não".

SIM	NÃO	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. Seu médico alguma vez disse que você tem algum problema cardíaco e, para fazer atividades físicas, precisa de uma autorização médica?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. Você sente dores no peito ao fazer atividade física?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. No último mês, sentiu dores no peito ao fazer alguma atividade física?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. Você perde o equilíbrio devido a tontura ou já desmaiou alguma vez?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. Você tem algum problema ósseo ou articular (por exemplo, nas costas, no joelho ou no quadril) que piora com a prática de atividade física?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. Você usa algum remédio (por exemplo, diuréticos) para controlar a pressão arterial ou problemas cardíacos?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. Você tem conhecimento de qualquer outro motivo que o impeça de fazer atividade física?

“SIM” para uma ou mais perguntas

Converse com seu médico por telefone ou pessoalmente ANTES de iniciar uma vida mais ativa ou ANTES de fazer a avaliação de condicionamento físico. Conte a ele sobre o PAR-Q e diga a quais perguntas você respondeu “SIM”.

- Você pode ser capaz de realizar qualquer atividade que queira, desde que inicie lentamente e avance de forma gradual. Converse com seu médico sobre os tipos de atividades das quais você deseja participar e siga o seu conselho.
- Descubra que programas da comunidade são seguros e úteis.

“Não” a todas as perguntas

Se respondeu NÃO honestamente a todas as perguntas do PAR-Q, é provável que você esteja apto a:

- começar a ficar mais ativo – tenha calma e siga um programa gradual. Esse é o caminho mais fácil e seguro.
- fazer a avaliação de condicionamento físico – esse é um meio excelente para determinar o condicionamento físico básico, a partir do qual será planejado o início da vida ativa. Também recomendamos que você faça a medição da pressão arterial. Se o resultado for superior a 144/94, fale com seu médico antes de começar a levar uma vida mais ativa.

ESPERE UM POUCO ANTES DE COMEÇAR

- se você não estiver se sentindo bem em virtude de algum problema temporário, como um resfriado ou gripe – espere a condição melhorar; ou
- se você estiver grávida ou houver essa possibilidade consulte seu médico antes de começar a levar uma vida mais ativa.

OBSERVAÇÃO: Se o seu estado de saúde mudar de modo que a resposta a uma ou mais dessas sete perguntas passe a ser “SIM”, informe isso ao profissional de condicionamento físico. Pergunte se você deve mudar o programa de exercícios.

Se você respondeu

Esclarecimento para o uso do PAR-Q: a Canadian Society for Exercise Physiology, a Health Canada e seus funcionários não são responsáveis por pessoas que se submetem a atividades físicas. Se tiver qualquer dúvida quanto ao preenchimento deste questionário, consulte seu médico antes de iniciar a atividade.

Não são permitidas alterações deste questionário. Use o PAR-Q apenas no formato integral.

Observação: ao fornecer o PAR-Q a um(a) participante de um programa de atividade física ou a um(a) candidato(a) à avaliação de condicionamento físico, use esta parte com propósitos jurídicos ou administrativos.

“Eu li, compreendi e preenchi este questionário. Todas as respostas às perguntas são de minha inteira responsabilidade.”

NOME _____

ASSINATURA _____ DATA _____

ASSINATURA DO PAI, MÃE _____ TESTEMUNHA _____
OU TUTOR LEGAL (PARA PARTICIPANTES MENORES DE IDADE)

Observação: esses esclarecimentos para a atividade física são válidos por, no máximo, 12 meses a partir da data do seu preenchimento e tornam-se inválidos se houver mudanças nas condições, de modo a alterar para SIM uma ou mais de uma das sete respostas.


 © Canadian Society for Exercise Physiology
 Apoiado por:  Health Canada
 Santé Canada

continua...

8.3 ANEXO 3



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
CARTA DE APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul analisou o projeto:

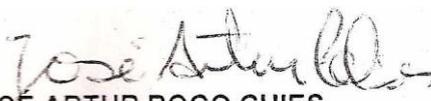
Número: 19039

Título: "Treinamento concorrente: o efeito da ordem dos exercícios sobre o dispêndio energético agudo"

<u>NOME</u>	<u>Pesquisador (es)</u>	<u>EMAIL</u>	<u>FONE</u>
RONEI SIL VEIRA PINTO	PESQ RESPONSÁVEL		
LISSANDRA CARVALHO PINTO	PESQUISADOR		
MICHELLE SEIBEL'DA ROSA	PESQUISADOR		

O mesmo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS em 11/11/2010, por estar adequado ética e metodologicamente de acordo com a Resolução 196/96 e complementar do Conselho Nacional de Saúde,

Porto Alegre, 11 de novembro de 2010


JOSE ARTUR BOGO CHIES
 Coordenador do CEP-UFRGS



UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA

Comitê De Ética Em Pesquisa Da Ufrgs

**CARTA DE APROVAÇÃO**

O Comitê.De Ética Em Pesquisa Da Ufrgs analisou o projeto:

Número: 19039

Título: TREINAMENTO CONCORRENTE: O EFEITO DA ORDEM DOS EXERCÍCIOS SOBRE O
DISPÊNDIO ENERGÉTICO AGUDO

Pesquisadores:

Equipe UFRGS:

RONEI SILVEIRA PINTO - coordenador de 29/07/2010 até 15/12/2010

L1SSANDRA CARVALHO PINTO - pesquisador de 29/07/2010 até 15/12/2010

MICHELLE SEIBEL DA ROSA - pesquisador de 29/07/2010 até 15/12/2010

O mesmo foi aprovado pelo Comitê De Ética Em Pesquisa Da Ufrgs, em reunião realizada em 08/07/2010 - Sala de Reuniões do Gabinete do Reitor (Ex Salão Vermelho) - Prédio Reitoria, 6º andar, por estar adequado ética e metodo/ogicamente e de acordo com a Resolução 196/96 e complementares do Conselho nacional de Saúde.

to Alegre, Quinta-Feira, 8 de Julho de 2010

ri

JOSE ARTUR BaGO CHIES

/ Coordenador da comissão de ética