

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIA DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

**POTÊNCIA CRÍTICA COMO MODELO
PREDITOR DE PARÂMETROS AERÓBIO E
ANAERÓBIO NO TREINAMENTO RESISTIDO
EM ESTUDANTES DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

WENDELL BRITNNER SILVA SANTOS

JOÃO PESSOA
2010

WENDELL BRITNNER SILVA SANTOS

**POTÊNCIA CRÍTICA COMO MODELO
PREDITOR DE PARÂMETROS AERÓBIO E
ANAERÓBIO NO TREINAMENTO RESISTIDO
EM ESTUDANTES DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

Monografia apresentada ao curso de Licenciatura em Educação Física do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, como exigência parcial para obtenção do grau de Licenciado em Educação Física

Orientador: Prof. MS. Cláudio Luiz de Souza Meireles

JOÃO PESSOA
2010

WENDELL BRITNNER SILVA SANTOS

**POTÊNCIA CRÍTICA COMO MODELO
PREDITOR DE PARÂMETROS AERÓBIO E
ANAERÓBIO NO TREINAMENTO RESISTIDO
EM ESTUDANTES DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

Monografia apresentada ao curso de
Licenciatura em Educação Física do Centro de
Ciências da Saúde da Universidade Federal da
Paraíba – UFPB, como exigência parcial para
obtenção do grau de Licenciado em Educação
Física

Data de defesa: ____ de _____ de ____

Resultado: _____

Banca Examinadora

Orientador – Prof. MS. Cláudio Luiz de Souza Meireles

Prof. Esp. Pedro Almeida

Prof.Dr. Alexandre Sérgio Silva

João Pessoa
2010

*A meus pais, a quem honro pelo tamanho esforço com o qual
mantiveram seus filhos na escola pública, permitindo-lhes galgar
êxito na sociedade letrada.
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela saúde, fé e perseverança que tem me dado. Além de guiar os passos rumo aos meus objetivos.

A minha família por me dá suporte e apoio para enfrentar todas as dificuldades inerentes ao curso e a vida.

Ao meu professor orientador Cláudio Luiz de Souza Meireles pelo suporte intelectual e tempo dedicado a construção desta pesquisa. Seu apoio foi fundamental.

A turma de Educação Física (2006.1) vulgo P-Elite, que em detrimento das diferenças vencemos todas as dificuldades apresentadas com muita alegria e perseverança, nos tornando assim mais maduros e amigos de profissão.

Aos meus amigos acadêmicos Eduardo Vitor, Thiago Almeida, Francisco Fidélis, Gilson Gomes (o careca), Pedro Uchôa, Melquizedek, Filipe e Demisson pelos momentos de felicidade vividos durante o período acadêmico.

As flores do P-Elite Amanda Bárbara, Aline, Talyta, as Larissas, as Danieleles, Stephanie (Delícia), Joana, Isabela e Cintia pela amizade, carinho e dedicação a toda a turma.

A todos os professores, coordenadores e funcionários do Departamento de Educação Física – DEF pela convivência, confiança, conhecimentos repassados e por acreditarem na nossa capacidade, nos impulsionando a ser um profissional de qualidade.

“Matar o sonho é matarmo-nos. É mutilar a nossa alma. O sonho é o que temos de realmente nosso, de impenetravelmente e inexpugnavelmente nosso.”
(Fernando Pessoa)

RESUMO

O treinamento de força baseia-se num sistema de treinamento o qual implica na ação voluntária do músculo esquelético contra alguma forma de resistência externa. No cenário esportivo é bastante relevante determinar a participação dos metabolismos aeróbio e anaeróbio na transferência interna de energia, bem como sua relação com o trabalho externo. De fato, a maioria dos achados na literatura a respeito da utilização da Pcrit como preditor indireto aeróbio e anaeróbio permeiam os exercícios de caráter cíclico contínuo. O presente estudo tem como objetivo geral prever através da Pcrit os parâmetros aeróbio e anaeróbio no treinamento resistido. A população desta pesquisa foi de mulheres treinadas (n=6). Após 24 horas do teste de força máxima, os sujeitos foram submetidos a quatro esforços de repetições máximas. Tais esforços foram distribuídos de maneira randômica e aplicados na mesa flexora (MF), tendo um intervalo mínimo de 24 horas em intensidades correspondentes a 30%, 40%, 50% e 60% de 1 RM. Foi utilizada a cadência constante de 20 repetições por minuto, definido por um metrônomo digital. A Fcrit em valores absolutos apresentou intensidade média de $7,01 \pm 3,38$ kg, enquanto em sua carga relativa esta foi representada em $14,01 \pm 5,31\%$ de 1RM. Observa-se que apesar de encontrar valores mais próximos do LA, o protocolo de Fcrit ainda tende a superestimar esse valor em alguns sujeitos, o que leva a crer que é necessário um maior número de estudos realizando a MFEL em ER para comprovar se esses resultados realmente retratam uma superestimação do valor de LA ou se particularidades procedimentais influenciaram no resultado.

Palavras-Chave: Exercício Resistido; Metabolismo; Força Crítica

ABSTRACT

Strength training is based on a training system that implies on a skeletal muscle voluntary action against a external power. In Sports, it's clearly relevant to determine the participation of both aerobic and anaerobic metabolisms in the organic production of stamina, as their relationship with external work. In fact, most of the founded studies in scientific library that uses the Critical power (PCrit) as an aerobic and anaerobic metabolism reflex predictor is about cyclic and continuous exercise. This research has as main goal use PCrit as a predictor of aerobic and anaerobic metabolism on strength training. The sample was compost of trained women (n=6). Twenty-four hours after the maximal strength test (1RM), the individuals were submitted into four maximal repetitions efforts. Those efforts were sampled in random and played in a flexor table (MF), having a interval of 24 hours in the following intensities: 30%, 40%, 50% e 60% de 1 RM. A constant rhythm of 20 repetitions per second was adopted, following a digital metronome. The Fcrit in absolute values is presented by $7,01 \pm 3,38$ kg, as in a relative this is showed as $14,01 \pm 5,31\%$ of 1RM. Is observed that even founding LA closer values, this is yet overestimated in some subjects for the Fcrit protocol. This shows that more studies doing MFEL protocol in ER to prove if those results really are overestimated of LA value or if particular procedural has influenced the results.

Key words: Resisted Exercise; Metabolism; Critical Strength

Lista de Figuras

Página

Figura 1 – (A) relação não linear potência-tempo, (B) relação não linear trabalho-tempo e (C) relação linear potência-1/tempo representados graficamente e matematicamente..... 19

Figura 2. Exemplos da relação entre a carga e o tempo limite (TLim) de dois sujeitos para determinação da força crítica (Fcrit) na mesa flexora (MF)..... 34

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Caracterização dos sujeitos da amostra	27
Tabela 2. Valores correspondentes a 1RM, Fcrit, CIA e R^2	33
Tabela 3. Valores médios e desvio padrão correspondentes a Fcrit, CIA e R^2	35
Tabela 4. Relação entre a Fcrit absoluta e relativa em relação à força máxima de 1RM.....	35

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	12
2 PROBLEMA DO ESTUDO.....	14
3 OBJETIVOS.....	14
3.1 OBJETIVO GERAL.....	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
4.1 TREINAMENTO DE FORÇA.....	15
4.2 POTÊNCIA CRÍTICA E CAPACIDADE DE TRABALHO ANAERÓBIO...	18
4.3 SIGNIFICADO FISIOLÓGICO DA PCRT.....	20
4.4 SIGNIFICADO FISIOLÓGICO DA CTA.....	23
4.5 LIMIAR ANAERÓBIO E PCRT NO ER.....	24
4.6 CARACTERIZAÇÃO DO EXERCÍCIO DE FLEXÃO DE JOELHOS	26
5 MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	27
5.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	27
5.3 ASPECTOS ÉTICOS.....	28
5.4 VARIÁVEIS E INSTRUMENTOS DE COLETAS DOS DADOS.....	28
5.5 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	29
5.5.1 Desenho Experimental.....	29
5.5.1.1 Protocolo de medidas antropométricas, IMC e composição corporal.	29
5.5.1.2 Teste de 1RM.....	31
5.5.1.2.1 Estipulação do teste de força máxima (1RM).....	32

5.5.1.2.2 Determinação da Fcrit e da CIA.....	32
5.6 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS.....	33
6 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	34
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
REFERÊNCIAS.....	39
APÊNDICE.....	43
APÊNDICE A - FICHA DE COLETA DE DADOS.....	44
ANEXOS.....	46
ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO..... (TCLE)	47
ANEXO B - FOLHA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA.....	50

1 INTRODUÇÃO

O treinamento de força baseia-se num sistema de treinamento o qual implica na ação voluntária do músculo esquelético contra alguma forma de resistência externa, que pode ser provida pelo corpo, pesos livres ou máquinas (WINETT e CARPINELLI citado por GUILHERME e JÚNIOR, 2006).

Inúmeras pesquisas evidenciam a importância da força muscular. O treinamento de força é um tema bastante estudado, apontado como um excelente treinamento e tem colaborado com efetivas melhorias das várias capacidades funcionais de seus praticantes, bem como o aumento da massa muscular (WINETT e CARPINELLI citado por GUILHERME e JÚNIOR, 2006). O ACSM citado por Maior e Simão (2006) preconiza que o treinamento de força, desenvolve respostas benéficas tanto para estética, saúde e reabilitação.

Ainda sob o posicionamento do ACSM citado por Maior e Simão (2006), participar de atividades físicas regulares que agrupam exercícios de força com exercícios aeróbios é adquirir inúmeros benefícios e respostas favoráveis aos sistemas orgânicos. Sendo assim, ocorre um aumento significativo no número de pessoas interessadas em participar de programas regulares de atividades físicas. A grande aderência da população à atividade física concorre para uma ampla procura por academias, centros e clubes em busca de uma melhor qualidade de vida (MAIOR e SIMÃO, 2006).

De acordo com Tanaka citado por Polezi (2008) as adaptações musculares do treinamento de força e resistência aeróbia diferem entre si através do princípio da especificidade. O treinamento de força consiste em realizar movimentos com cargas altas e repetições baixas, implicando assim na redução dos substratos intramusculares (exceto o glicogênio), baixa atividade metabólica e pouca densidade mitocondrial e capilar. Por outro lado, o treinamento de resistência abrange baixas cargas e elevadas repetições, ocasionando a simplificação das enzimas glicolíticas, aumento de enzimas oxidativas e densidade mitocondrial, além de ampliar os estoques intramusculares.

No cenário esportivo é bastante relevante determinar a participação dos metabolismos aeróbio e anaeróbio na transferência interna de energia, bem como sua relação com o trabalho externo. Essas informações aparentam ser valiosas para que o

treinador possa prescrever as cargas de acordo com a exigência metabólica específica de cada modalidade e promover, em longo prazo, um melhor desempenho através da manipulação diferenciada da sobrecarga imposta aos diferentes sistemas energéticos (NAKAMURA et al. 2005a)

Monod e Scherrer (1965) determinaram a potência crítica em exercício monoarticular, porém poucos estudos têm sido realizados no que se refere à investigação e validade de tal modelo no exercício resistido.

O conceito de potência crítica (Pcrit) é oriundo da existente relação hiperbólica entre a carga de trabalho e o tempo que a mesma é sustentada (HILL, 1993). Teoricamente, calcular a potência crítica significa estimar a carga que pode ser mantida por um tempo muito longo sem o aparecimento de fadiga (Monod, Scherrer 1965; Hill 1993) ou teoricamente quase indefinido (MORITANI et al. 1981).

De acordo com Nakamura et al. (2007), o modelo de Pcrit pressupõe a existência de dois termos de comparação bioenergéticos: Pcrit e a Capacidade de Trabalho Anaeróbio (CTA), onde a Pcrit equivale à máxima intensidade de exercício à custa do metabolismo aeróbio. A CTA é a representação da glicólise anaeróbia e dos estoques intramusculares de fosfagênios, equivalendo ao máximo déficit acumulado de oxigênio (MAOD).

O modelo proposto por Monod e Scherrer (1965) foi validado por Moritani et al. (1981) e considerado um método atraente por ser não invasivo, viável e de baixo custo. Tem sido utilizado em várias modalidades como natação (KOKOBUN, 1996; WAKAYOSHI et al., 1993), caiaque (CLINGELEFFER et al., 1994), corrida (HUGHSON et al., 1984), exercício resistido (POLEZI, 2008), entre outros para avaliar a capacidade aeróbia e anaeróbia, respectivamente.

De fato, a maioria dos achados na literatura a respeito da utilização da Pcrit como preditor indireto aeróbio e anaeróbio permeiam os exercícios de caráter cíclico contínuo. No entanto, o exercício resistido (ER) é uma modalidade pouco explorada nesse âmbito. Portanto, faz-se necessário a realização de mais pesquisas que utilizem a Pcrit atrelada ao treinamento de força para uma melhor compreensão dessa associação e também gerar implicações e aplicações para os treinos de musculação e os seus devidos fins.

2 PROBLEMA DO ESTUDO

Qual o nível de predição aeróbia e anaeróbia não invasivo encontrada no ER quando aplicada a relação linear de Pcrit (potência-1/tempo)?

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Predizer através da Pcrit os parâmetros aeróbio e anaeróbio no treinamento resistido.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a Fcrit em mesa flexora (MF);
- Determinar a CIA em mesa flexora;
- Comparar os diferentes valores da Fcrit e CIA intersujeitos;
- Relacionar a Fcrit em ER com diferentes trabalhos da literatura;
- Apresentar uma proposta metodológica de avaliação de parâmetros aeróbio e anaeróbio em ER.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 TREINAMENTO DE FORÇA

Também conhecido como treinamento resistido, treinamento com pesos (TP) ou exercício resistido (ER) essa forma de exercício atualmente, além de ser bastante conhecida é uma ferramenta necessária para condicionar atletas e também para melhorar a estética corporal dos indivíduos não-atletas. Os autores Fleck & Kraemer (1999) afirmam que os termos treinamento de força (TF) e ER têm sido usados para descrever características de um tipo de exercício o qual exige a movimentação dos músculos contra uma força de oposição.

As informações contidas na literatura no final dos anos 80 eram significativas para se desenvolver a prescrição do treinamento resistido. Na revisão de seu posicionamento em 1978 o ACSM citado por Graves e Franklin (2006) reconheceu o TF como uma maneira de desenvolver e manter uma massa corporal livre de gordura e que o mesmo deveria integrar um programa de condicionamento de indivíduos adultos. Ainda sob a ótica do ACSM foram descritos em relação ao treinamento resistido alguns princípios:

- A força e a resistência muscular se desenvolvem por meio do princípio denominado sobrecarga. Ou seja, é um esforço contínuo e crescente aplicado sobre os músculos à medida que estes geram maiores níveis de força.
- O efeito do TF é específico para a área do corpo treinada, corroborando com o princípio da especificidade.
- É recomendado realizar os ER com variação de velocidade de moderada a lenta, com total amplitude e sob uma respiração normal.
- A força, assim como a resistência muscular dependem da intensidade e do volume do TF, bem como do nível de aptidão muscular do indivíduo para apresentar melhorias.

- Treinamentos de séries múltiplas apresentam pouco ou nenhum efeito na magnitude da força quando comparados aos sistemas de série única para o mesmo nível de intensidade.

As pessoas as quais estão inseridas em um programa de TP anseiam alguns benefícios, tais como o aumento de massa muscular isenta de gordura, melhora no desempenho esportivo, aumento da força e resistência muscular e diminuição da gordura corporal (FLECK & KRAEMER, 1999). De modo que a partir de um programa de treino bem elaborado e executado, aliado a uma alimentação balanceada e um repouso de qualidade consegue-se alcançar todos esses benefícios (SIMÃO et al., 2006).

O TP é uma modalidade de exercício físico bem aceita na sociedade e atualmente vem sendo praticada por indivíduos de diferentes faixas etárias, de ambos os gêneros e com níveis variados de aptidão física. Esse fato pode ser facilmente explicado pelos inúmeros benefícios decorrentes dessa prática, que incluem desde importantes modificações morfológicas, neuromusculares e fisiológicas, até alterações sociais e comportamentais (DIAS et al., 2005).

Esses autores entendem que o aumento nos níveis de força muscular em crianças, adultos e idosos de ambos os gêneros é resultante da prática do TP, sendo esta a principal adaptação relatada pela literatura. Uma vez que tal adaptação parece estar relacionada com os ajustes neurais e a hipertrofia muscular. Indivíduos não-treinados, aparentemente, ganham força muscular de forma mais vigorosa nas semanas iniciais de treinamento, de modo que há indícios na literatura justificando essa acentuação através do aumento da ativação muscular total, como também da frequência de disparos e melhor sincronização das unidades motoras.

Esses mesmos investigadores submeteram em seu estudo 23 homens e 15 mulheres moderadamente ativos a oito semanas de TP, compreendendo três sessões semanais em dias alternados, programa de treinamento composto por dez exercícios e ordem alternada por segmento. Os resultados desse estudo indicaram que oito semanas de TP são suficientes para provocar significativos aumentos de força muscular em homens e mulheres, sobretudo nos exercícios supino horizontal, agachamento e rosca bíceps. No entanto as mulheres apresentaram um maior aumento proporcional de força nesses três últimos exercícios.

Estudos têm sido feitos sobre a realização simultânea de treinamento de resistência aeróbica e TF, denominado de treinamento simultâneo (CHROMIAK e MULVANEY, 1990 citado por FLECK & KRAEMER, 1999). Pesquisas as quais analisaram o treinamento simultâneo dotado de alta intensidade para tais formas de treinamento concluíram que:

- Pode haver comprometimento da força, sobretudo em ações musculares de alta velocidade pela execução do endurance de alta intensidade.
- A execução simultânea do TF e endurance pode comprometer a potência muscular.
- O desempenho anaeróbico pode ser afetado negativamente por conta do treinamento de endurance de alta intensidade.
- O consumo máximo de VO_2 não é afetado pelo treinamento simultâneo.
- O treinamento simultâneo não provoca modificações na endurance (FLECK & KRAEMER, 1999).

O trabalho de McCarthy e colaboradores (1995) citado por Fleck e Kraemer (1999) consistiu em examinar os resultados causados pelo treinamento simultâneo (força e endurance) numa rotina de três sessões semanais para ambos os métodos de treino. Foram formados três grupos: força, resistência e misto. O TF era composto de oito exercícios a serem realizados com quatro séries de cinco a sete repetições, enquanto que o treino aeróbico consistia em permanecer na bicicleta por 50 minutos à 70% da frequência cardíaca de reserva (FCR), ambos por um período de dez semanas. Esses autores relataram que os grupos força e misto aumentaram o 1RM no agachamento, pressão de pernas, salto em altura, força isométrica na extensão de joelhos e massa corporal magra. O grupo misto apenas aumentou seu consumo de VO_2 . A partir desses achados pode-se inferir que em situações de programas tradicionais de treinamento ocorre compatibilidade e o motivo pelo qual esta não ocorra se dê pelo excesso de treinamento.

O TF também é amplamente utilizado no combate a prevenção e diminuição do número de pessoas com excesso de peso corporal. O trabalho de revisão de Guilherme e Júnior (2006) mostrou que a aplicação do treinamento de força em circuito corresponde a um gasto calórico significativo e, conseqüentemente, a perda de peso corporal. A maior diferença encontrada foi à correlação entre o volume e a intensidade,

determinados pelos intervalos entre as estações. Notou-se nos circuitos de intervalo mais reduzido um maior gasto no período recuperativo, enquanto que os circuitos de intervalo reduzido causaram maior dispêndio energético durante a atividade.

Além dos obesos, outro grupo favorecido pelos inúmeros benefícios do treinamento resistido é a terceira idade. De modo que, somente o TF é capaz de reverter à perda de massa muscular associada à idade, conhecida como sarcopenia. Outra importante vantagem adquirida com o TF é o ganho de equilíbrio favorecido pelo fortalecimento dos músculos envolvidos na caminhada.

Evans citado por Franklin e Graves (2006) em testes laboratoriais investigou os efeitos do treinamento resistido de alta intensidade nos extensores e flexores do joelho (80% de 1RM, sendo três dias semanais) em homens idosos com idades entre 60 e 72 anos. Tal autor revelou que houve um aumento médio da força nesses grupos musculares de respectivamente, 107 e 227%. Através de tomografia computadorizada registrou um acréscimo de 11,4% na área total do músculo e por meio de biópsias dos músculos assinalou aumento de 33,5% na área das fibras tipo I e de 27,5% na área das fibras tipo II. Além disso, percebeu também que o $\text{VO}_2\text{máx}$ de membros inferiores teve um aumento significativo. O mesmo não ocorreu com o VO_2 de membros superiores.

4.2 POTÊNCIA CRÍTICA E CAPACIDADE DE TRABALHO ANAERÓBIO

Descoberto na década de 60 o modelo de potência crítica (P_{crit}) foi proposto, inicialmente, por Monod e Scherrer (1965). A partir da realização de exercícios monoarticulares esses autores constataram a existência de uma função hiperbólica entre as cargas impostas e o tempo de execução até a exaustão (T_{Lim}). Ainda sobre esse aspecto, eles perceberam ao transformar a união na relação trabalho-tempo que esta poderia ser linearizada. Whipp et al. (1982) apresentaram posteriormente um terceiro modelo no qual a potência relaciona-se linearmente com o inverso do tempo. Sendo assim, a P_{crit} foi definida como a assíntota da relação potência-tempo, inclinação da reta de regressão trabalho-tempo ou a interceptação do eixo vertical da reta de

regressão potência-1/tempo. A figura 1 ilustra gráfica e matematicamente as três equações.

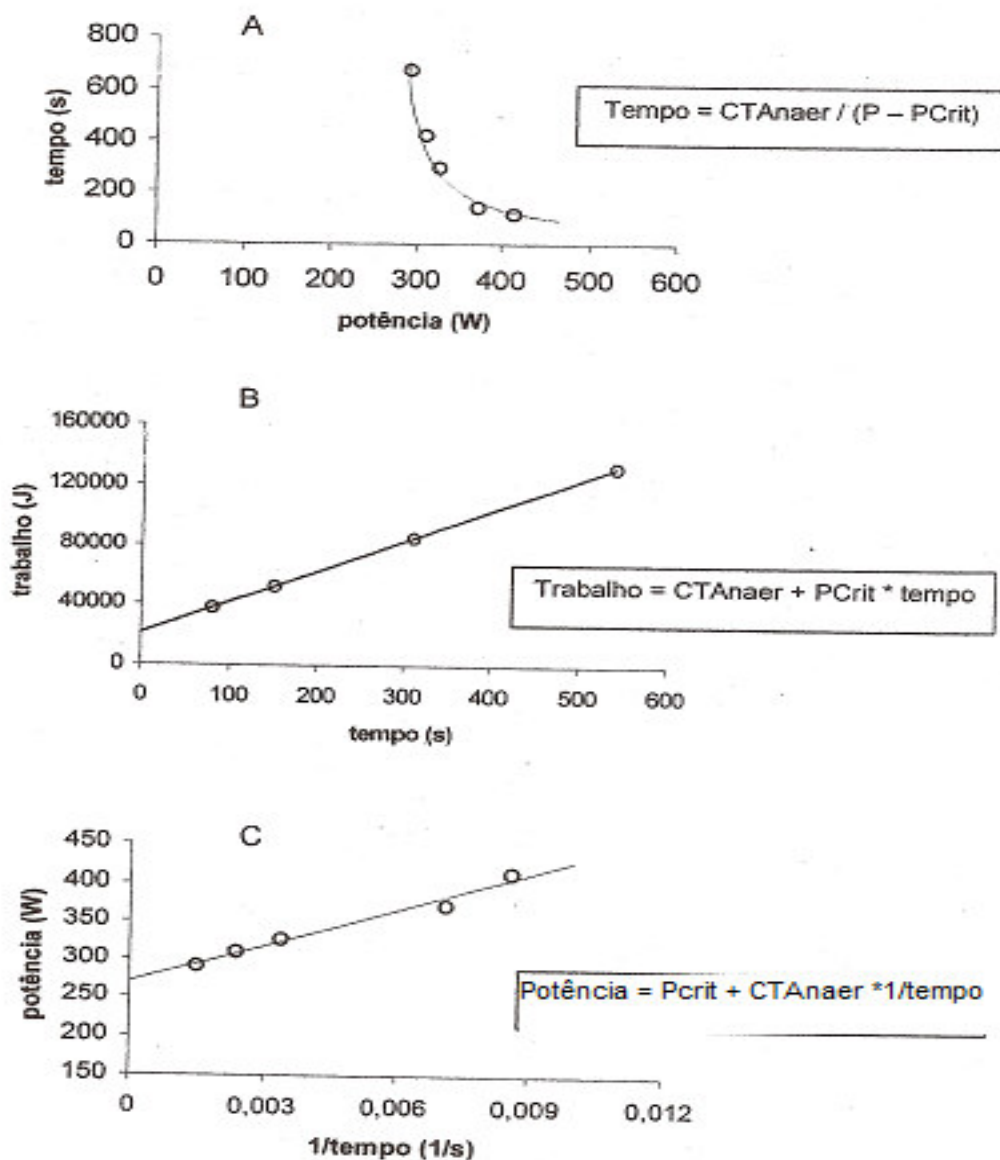
A Pcrit de Monod e Scherrer (1965) equivale à intensidade máxima de exercício que pode ser mantida por um longo tempo sem a ocorrência de fadiga muscular. Conforme esse modelo, intensidades acima da Pcrit causariam progressivos desgastes das reservas anaeróbias de energia, chegando, conseqüentemente, a exaustão. Nakamura (2005b) reporta que essa reserva energética foi chamada de capacidade de trabalho anaeróbio (CTA), a qual pode ser identificada pela curvatura da função hiperbólica potência-tempo, pela interceptação no eixo y da função linear trabalho-tempo, ou pela inclinação da função linear potência-1/tempo.

Nos anos 80 os achados de Monod e Scherrer (1965) foram utilizados na pesquisa de Moritani et al. (1981) envolvendo o ciclismo. Nesse último estudo os autores validaram a Pcrit como índice aeróbio devido sua alta correlação ($r = 0,93$) com o limiar anaeróbio do método ventilatório proposto por Wasserman et al. (1973). Ainda nessa pesquisa ficou comprovada a natureza anaeróbia da CTA quando a função trabalho-tempo apresentou diminuição à medida que a fração inspirada de oxigênio (FIO_2) era reduzida (20,93%, 12,0% e 9,0%), e o compartimento anaeróbio não sofreu alterações.

A potência crítica pode ser determinada em laboratórios realizando testes que devem ser exaustivos, e necessariamente apresentar de dois a quatro esforços (HOUSH et al., 1990 citado por POLEZI 2008). Esse fato limita sua aplicação devido ao desgaste físico promovido por tal teste, por isso o momento de exaustão deve ser bem estabelecido para não ocasionar erros nos resultados (MANCHADO, 2001). Os três modelos de Pcrit matematicamente equivalentes (BUNIOTO, 2005) são: Tempo limite = $CTA / (carga - PC)$, Trabalho = $CTA + (PC \times \text{tempo limite})$ e o modelo padrão para o delineamento da equação da reta dos limites executados: Potência = $PC + (CTA \times 1 / \text{tempo limite})$. Esta pesquisa foi realizada a partir da última equação anteriormente citada. A figura 1 ilustra graficamente os três modelos.

Figura 1 – (A) relação não linear potência-tempo, (B) relação não linear trabalho-tempo e (C) relação linear potência-1/tempo representados graficamente e matematicamente.

FONTE: (NAKAMURA, 2001)



4.3 SIGNIFICADO FISIOLÓGICO DA PCRIT

A partir do estudo de revisão de Gaesser e Poole (1996), a Pcrit tornou-se um importante identificador metabólico do organismo frente ao exercício físico. Segundo

esses estudiosos, através do comportamento cinético do lactato sanguíneo e do VO_2 é possível estabelecer três níveis de intensidade nos exercícios.

O primeiro nível, nomeado de moderado, consiste em intensidades de esforço que deverão ser sustentadas sem ocasionar à acidose láctica, ou seja, tais intensidades estarão abaixo do limiar de lactato. No que se refere ao VO_2 , este terá um acréscimo mono-exponencial nos 180 segundos iniciais de execução, estabilizando logo em seguida (GAESSER e POOLE, 1996).

O segundo estágio ou nível intenso de esforço terá carga de trabalho o qual resulte num emprego de força dentro do intervalo dado pela produção e remoção de lactato e o máximo estado estável de lactato, que coincidirá com a P_{crit} . Nesse nível ocorre um atraso na estabilização do VO_2 devido à cinética do mesmo, pois entre os primeiros 80-110 segundos de exercício retangular o componente rápido do VO_2 é sobreposto pelo componente lento, aumentando assim o consumo de oxigênio e conseqüentemente não mantém a mesma linearidade entre a carga e o VO_2 do nível anterior (GAESSER e POOLE, 1996).

O terceiro nível, também conhecido como severo, não apresenta estabilização de nenhuma das valências. VO_2 e lactato aumentam implacavelmente até que se chegue ao momento de exaustão, salientando que o valor máximo do VO_2 sofre invariância (GAESSER e POOLE, 1996).

Correlações elevadas entre a potência crítica e o limiar anaeróbio e, entre a P_{crit} e o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ dentre adultos jovens foram relatadas por Nakamura (2005b) a partir dos critérios de Wasserman et al. (1973) com respectiva reprodutibilidade de ($r = 0,93$) e ($r = 0,96$), mediante teste incremental (MORITANI et al., 1981). Esses últimos autores afirmaram categoricamente que a natureza da P_{crit} é aeróbia, quando artificialmente em experiências reduziram a quantidade do O_2 inspirado de 21% para 12% e em seguida para 9% e perceberam em conseqüência dessa alteração a diminuição do parâmetro P_{crit} . Isso significa que a mesma parece ter relações com o O_2 , uma vez que ele mantém as reações oxidativas no músculo para gerar energia.

Faulkner e Armstrong citado por Nakamura (2005) registraram em seus estudos bons resultados em crianças de ambos os gêneros e com 10 anos de idade no que tange as correlações do VO_2 em seu estado estável e o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ($r = 0,95$), como também entre o VO_2 na P_{crit} , e o VO_2 aliado ao limiar anaeróbio ($r = 0,77$). De acordo

com esses resultados fica claro perceber a importância da Pcrit já no período infantil, provando ser um bom indicador da capacidade aeróbia e com seu significado fisiológico semelhante ao dos adultos.

O estudo de De Vries et al. citado por Nakamura (2005) mostrou que a atividade eletromiográfica de músculos em exercícios cíclicos ou estáticos mobilizadores do metabolismo anaeróbio é ampliada linearmente em função do tempo e proporcional a carga de trabalho. Conforme os autores, teoricamente, é possível descobrir um grau máximo de esforço onde a o valor eletromiográfico seria zero. As cargas abaixo da intensidade limítrofe (limiar de fadiga) manteriam constante a atividade elétrica dos músculos durante a sustentação sem promoção de fadiga muscular, segundo esses autores.

Com base nas informações anteriormente citadas, percebe-se que a Pcrit e o limiar de fadiga buscam identificar a máxima intensidade no exercício a qual seja isenta de fadiga. Conforme Le Chevalier et al. (2000), o achado de seu estudo contribui para essa causa uma vez que foi determinado em sua pesquisa o limiar de fadiga eletromiográfica no exercício de extensão de joelho, o qual não diferiu da Pcrit e apresentou uma associação de ($r = 0,98$).

Na investigação de Poole et al. (1988), sobre a analogia da Pcrit, VO_2 e o máximo estado estável de lactato, oito indivíduos em cicloergômetro foram submetidos a carga da Pcrit e outra 5% acima da mesma. Os estudiosos reportaram na primeira situação que no estado crítico as outras valências estabilizaram, respectivamente, a 79,4% do $VO_{2máx}$ e 5,6mM. Porém, ocorreu que na carga superior a fase crítica o VO_2 atingiu seu ápice, enquanto o lactato resultou em 11,3mM não apresentando indícios de estabilidade.

Na natação os achados de Wakayoshi et al. (1993) e Kokobun (1996) foram similares a pesquisa realizada por Poole et al. (1998). Na pesquisa de Wakayoshi et al. (1993) o lactato diminuiu bastante nos 4 tiros de 400 metros na intensidade de 98% da velocidade crítica (V_{crit}), ficou estável na fase crítica e aumentou disparadamente a 102% além da V_{crit} . Já Kokobun (1996) concluiu que dos 5 tiros de 400 metros aplicados, sendo as coletas de sangue feitas nos tiros ímpares, não foi observada nenhuma diferença nas concentrações de lactato nessas 3 coletas correspondentes a esse índice. A partir da intensidade 102% acima da V_{crit} , apenas houve aumento entre

o 1º e 3º tiros. Só em 104% além da Vcrit que o lactato subiu significativamente durante as 3 coletas.

McLellan e Cheung (1992) em suas investigações constataram uma correspondência negativa entre as intensidades do limiar anaeróbio individual (LAI) e da Pcrit (235 +- 44 W versus 265 +- 49 W). No LAI, o lactato sanguíneo, pH e o VO_2 atingiram valores estáveis no protocolo retangular em cicloergômetro. Na fase de Pcrit, com a mesma intensidade nenhum dos índices alcançou o estado estável durante o teste, levando os indivíduos submetidos à exaustão precoce. Esse estudo não corrobora com os resultados citados anteriormente. No entanto, a maioria dos estudos presentes na literatura nos permite afirmar que a Pcrit representa a intensidade máxima no qual o exercício pode ser prolongado e as variáveis fisiológicas chegariam a um período de estabilidade onde não ocorreria fadiga muscular.

4.4 SIGNIFICADO FISIOLÓGICO DA CTA

Para Bouchard et al. citado por Nakamura (2001) a capacidade anaeróbia representa a quantidade máxima de energia das fontes anaeróbias a qual pode ser gasta em um trabalho supramáximo.

Os principais modos de se mensurar a capacidade anaeróbia são: a detecção do pico de lactato pós exercício supramáximo (JACOBS citado por NAKAMURA 2001), a mensuração do débito de O_2 (PATERSON et al. citado por NAKAMURA 2001) e a aplicação de testes ergométricos em diferentes durações (BAR-OR citado por NAKAMURA 2001). No entanto, Gatin (1994) e Saltin (1990) concordam que o teste indireto mais apropriado e com maior probabilidade de validação é o máximo déficit acumulado de O_2 (MAOD).

Esse índice foi primeiramente sugerido por Medbo et al. citado por Nakamura (2001) e durante sua realização (120 a 140% do $\text{VO}_{2\text{máx}}$) leva o indivíduo à exaustão por volta de dois a três minutos. Para a estimação energética em exercícios supramáximos deve-se realizar em torno de dez sessões submáximas de exercício (35

a 95% do $\text{VO}_2\text{máx}$), com duração de dez minutos cada, para criar uma relação linear entre o VO_2 e a intensidade.

Na comparação do MAOD com a CTA Hill e Smith (1994) identificaram em um conjunto de jovens baixas estimativas e variabilidade de CTA fornecidas pelos três modelos equivalentes ($<10\%$) e baixo erro padrão de estimativa ($<10\%$) para cada modelo. Observou-se alta correlação entre essas medidas ($r = 0,92$ a $0,99$). Afora isso, quando o MAOD foi transformado de ml/kg (medida original) para KJ (medida equivalente) não houve diferença entre essa última variável e o cálculo da CTA. A partir desse fato, provavelmente, o MAOD e a CTA se equivalem na determinação da capacidade anaeróbia.

4.5 LIMIAR ANAERÓBIO E PCRIIT NO ER

No entendimento de Azevedo et al. (2005) o LA é definido como a transição do exercício aeróbio para o anaeróbio. O autor relata que esse tema tem sido bem estudado em exercícios dinâmicos contínuos como nadar, pedalar e correr, mas pouco se conhece sobre esse fenômeno no ER.

Wasserman e McIlroy citado por Takehara et al., (2009) foi quem primeiramente apresentou o termo limiar anaeróbio (LA) em 1964. Os descobridores do LA o definiram como sendo “a intensidade de exercício na qual a concentração sanguínea de lactato começa a aumentar e a de bicarbonato começa a diminuir”, a partir de estudos feitos com cardiopatas. Afirmam ainda que em 1976 Wasseman alterou o conceito de LA para a intensidade de exercício que provoca elevação progressiva de lactato no sangue e aumenta também a ventilação pulmonar de maneira não linear ao consumo de O_2 (TAKEHARA et al., 2009).

Em pesquisa sobre o LA em ER, Barros et al. (2005) reuniu quarenta indivíduos do gênero masculino, entre treinados e não treinados, e submeteu estes aos exercícios de leg press 45° (LP) e rosca direta em protocolo de carga crescente para estimar e comparar os valores absolutos e relativos do limiar de lactato (LL) em relação a carga máxima. Foi concluído que entre os exercícios a intensidade de LA não se diferiu

relativamente (30% de 1RM), apesar de os valores absolutos diferirem significativamente em ambos os grupos e nos dois exercícios, apresentando maior valor o grupo dos treinados ($173,0 \pm 51,97$ kg para LP-T, $84,10 \pm 18,78$ kg para LP-NT, $18,73 \pm 4,13$ kg para RD-T e $10,81 \pm 1,27$ kg para RD-NT).

Azevedo et al. (2005) em investigação semelhante a pesquisa supracitada analisou o comportamento do LL nos exercícios de rosca bíceps (RB) e mesa flexora (MF) em seis homens treinados há pelo menos dois anos. Os resultados obtidos em termos absolutos (Kg) e relativos (%) à carga máxima (1RM) não mostraram diferenças estatisticamente expressivas mesmo considerando o tamanho das massas musculares (RB, em média $28 \pm 3\%$ e 15 ± 1 Kg; MF $28 \pm 6\%$ e 19 ± 9 Kg).

Recentemente Oliveira et al. (2008) submeteram 12 homens treinados à testes com cargas incrementais semelhantes aos das pesquisas citadas anteriormente, utilizando os exercícios de LP 45° e supino reto (SR) afim de averiguar o LL e o limiar glicêmico (LG). Os resultados encontrados em termos absolutos foram (LP: $115,9 \pm 13,2$ kg; SR: $29,9 \pm 2,4$ kg) e glicêmico (LP $132,8 \pm 15,5$ kg, SR: $30,3 \pm 3,4$ kg).

Zaine (2008) em sua pesquisa adaptou o modelo de Pcrit para o SR. Um dos objetivos de seu trabalho foi comprovar se a intensidade encontrada no modelo de Pcrit corrobora com a intensidade da máxima fase estável de lactato (MFEL).

A mesma autora observou que ao utilizar velocidade constante no teste de Pcrit, a potência se torna proporcional a força. A partir desse fato a Pcrit pode ser chamada de Força crítica (Fcrit) e a CTA como Capacidade de Impulso Anaeróbio (CIA).

Também nessa perspectiva o estudo de Barquilha et. al. (2008) adaptaram o modelo de Pcrit para o ER com a intenção de determinar a capacidade aeróbia no SR. A amostra do referido estudo foi composta de dez homens saudáveis e com experiência mínima na área de seis meses. Após 48 horas da determinação de 1RM, os participantes foram submetidos a um longo esforço com carga correspondente a 100% da Fcrit. Para delimitação da Fcrit e da CTA realizaram quatro esforços randômicos (30, 40, 50 e 60% de 1RM) até a exaustão para que fossem encontrados os TLim, havendo um intervalo mínimo de 24 horas entre as intensidades.

4.6 CARACTERIZAÇÃO DO EXERCÍCIO DE FLEXÃO DE JOELHOS

Mesa Flexora (MF): Deitado em decúbito ventral no aparelho, mãos sobre os pegadores, pernas totalmente estendidas e tornozelos sob os apoios. Realizar flexão simultânea dos joelhos através de contração concêntrica dos músculos posteriores da coxa, até próximo às nádegas e, em seguida, retornar à posição inicial através da contração excêntrica do mesmo (DELAVIER, 2000).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa de característica transversal, quase-experimental e descritiva. Para Thomas et al (2007) este tipo de pesquisa o investigador tende buscar maior correspondência com ambientes do mundo real ao mesmo tempo em que controla o maior número possível de ameaças a validade interna.

5.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população desta pesquisa foi de mulheres treinadas estudantes do Curso de Educação Física da Universidade Federal da Paraíba.

Participaram voluntariamente como amostra do presente estudo seis mulheres saudáveis com idade, peso corporal, estatura, IMC ($22,0 \pm 2,76$ anos, $56,08 \pm 5,55$ kg, $1,62 \pm 0,05$ cm e $21,47 \pm 1,45$ kg/m²) respectivamente. A tabela 1 apresenta as características individuais de cada amostra.

Para inclusão amostral foram considerados os seguintes critérios: não apresentar lesão músculo-tendínea nos segmentos corporais de avaliação, ter experiência mínima de seis meses em treinamento resistido, não ingerir bebidas alcoólicas e não fumar nas 48 horas que antecede o teste e não estar fazendo uso de esteróides anabólicos e ou substâncias similares. Abaixo a tabela 1 ilustra as características dos sujeitos participantes.

Tabela 1. Caracterização dos sujeitos da amostra.

Sujeitos	Idade	Peso (kg)	Altura (m)	Imc
1	18	60	1,64	22,31
2	20	62	1,62	23,62
3	24	56,5	1,66	20,50
4	24	57	1,66	20,69
5	21	46	1,53	19,65
6	25	55	1,58	22,03

5.3 ASPECTOS ÉTICOS

Inicialmente, o projeto do presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) sob o protocolo n° 0204, atendendo os requisitos da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (SAÚDE, 1996). Em seguida, após os devidos esclarecimentos quanto aos objetivos da pesquisa e procedimentos gerais a serem realizados no experimento, a amostra assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), apresentado no Anexo A.

5.4 VARIÁVEIS E INSTRUMENTOS DE COLETAS DOS DADOS

Os instrumentos utilizados nesta pesquisa foram:

- Mesa flexora constituída de várias placas de 5kg da academia de musculação do Departamento de Educação Física – UFPB.
- Anilhas de peso (0,1 à 3kg).

- Cronômetro manual digital Polar S 810.
- Metrônomo Digital;
- Mesa Flexora.

Para as medidas antropométricas, determinação do IMC e composição corporal foram utilizados:

- Fita Antropométrica da marca Sanny®
- Balança Digital Sanny® modelo Tec 30.
- Estadiômetro da marca Sanny®, modelo ES 2020.
- Adipômetro Científico da marca Sanny®, modelo AD 1010.

5.5 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

5.5.1 Desenho Experimental

Os testes para a determinação das medidas antropométricas e composição corporal foram realizados no Laboratório de Estudos do Treinamento Físico aplicado em Humanos – LETFADS/UFPB. Os demais testes como 1RM, Pcrit e TLim foram aplicados na academia de musculação do Departamento de Educação Física – UFPB.

5.5.1.1 Protocolo de medidas antropométricas, IMC e composição corporal.

Foram colhidas no primeiro dia todas as informações acima citadas. O protocolo de medidas antropométricas foi composto pela circunferência dos segmentos corporais, diâmetros ósseos, massa corporal, estatura, índice de massa corporal (IMC), dobras cutâneas, percentual de gordura corporal (%G) e densidade corporal (g/ml), estando

toda amostra em completo repouso e trajando a mínima vestimenta possível (HEYWARD, 2000). Os dados coletados foram lançados em uma ficha (ANEXO B) criada para tal fim. Os procedimentos e materiais utilizados são descritos a seguir:

Idade: A idade da amostra foi registrada em números de anos completados até o dia da coleta.

Circunferência dos segmentos corporais: Para obter essas informações utilizou-se uma Fita Antropométrica da marca Sanny® com precisão de milímetros. Todas as medidas foram mensuradas estando às amostras de pé, pernas levemente separadas, braços relaxados ao longo do corpo, cabeça erguida e voltada para frente.

Diâmetro Ósseo: O paquímetro da marca Sanny® com precisão em milímetros foi o instrumento empregado para aferir os diâmetros: bi-estilóide, bi-epicondiliano do úmero e bi-epicondiliano do fêmur. Para essa ocasião foi necessário a amostra permanecer sentada e descalça.

Massa corporal: A massa corporal foi registrada em kilogramas (kg) através da balança digital Sanny® modelo Tec 30, com precisão de 100g e devidamente aferida; a amostra estava descalça e portando vestimenta adequada.

Estatura: Foi determinada por um estadiômetro da marca Sanny®, modelo ES 2020, milimetrado, com precisão de 1 milímetro (mm) e com um espaço de uso de 0,40 até 2.20 metros (m). Tal instrumento foi fixado ao solo e a amostra foi colocada em posição ereta, descalça e com os membros superiores relaxados ao longo do corpo.

Índice de massa corporal (IMC): O IMC foi calculado pela seguinte fórmula: $IMC = \frac{Massa\ Corporal\ (kg)}{Estatura\ (m^2)}$. O IMC é resultante da relação massa corporal (kilogramas) e estatura (metros), sendo uma maneira rápida e prática de classificação do estado nutricional dos indivíduos.

Dobras cutâneas (DC): As dobras cutâneas tricipital (TP), abdômen (AB), supra-ilíaca (SI) e coxa (CX), foram mensuradas a partir da utilização de um Adipômetro Científico da marca Sanny® modelo AD-1010 com precisão de décimos de milímetro. Essas medidas foram colhidas no hemisfério direito das avaliadas pelo mesmo avaliador, seguiram uma seqüência rotacional e de sentido horário e foram repetidas três vezes em cada ponto para abrandar os erros de estimação (FERNANDES FILHO,

2003). Vale salientar que foi considerado como valor real à média das três medidas, bem como as avaliadas não estarem no período de ciclo menstrual.

Percentual de gordura corporal (%G): O percentual de gordura foi estimado pelo método duplamente indireto de dobras cutâneas, baseados na fórmula de Jackson et al. (1980).

5.5.1.2 Teste de 1RM

Para Bompa (2001) o teste de força máxima se resume em o indivíduo erguer a carga correspondente a 100% de sua força.

O teste de 1RM tem sido consideravelmente utilizado como padrão de referência para a avaliação da máxima força muscular em diferentes populações, uma vez que os resultados obtidos permitem uma melhor análise do comportamento da força muscular em diversos grupos musculares, avaliar a eficácia ou não de programas regulares de atividades físicas para o aumento da força muscular ou, ainda, prescrever a intensidade a ser aplicada em exercícios com pesos (GURJÃO et al., 2005). Ainda de acordo com esses autores os principais benefícios no emprego desse teste são: a) facilidade na interpretação das informações produzidas; b) baixo custo operacional e c) aplicação em populações com níveis de treinabilidade diferentes.

Na compreensão de Gobbi citado por Polezi (2008) a avaliação da força máxima por 1RM deve conter:

- Aquecimento com alongamento, executando aproximadamente 25 repetições com carga baixa;
- Acréscimo de carga, mantendo-a ainda relativamente baixa, e solicitar ao avaliado para que o mesmo realize duas repetições completas.
- Recuperação de cinco minutos e, posteriormente, com a carga bem dosada ao nível de percepção subjetiva de esforço do avaliado, repetir o movimento.
- Mais uma tentativa até que o avaliado consiga executar apenas uma repetição do movimento (não completando a segunda repetição), alcançando assim sua força máxima. Salientando que não se deve efetuar mais que cinco mudanças de carga.

5.5.1.2.1 Estipulação do teste de força máxima (1RM)

No dia subsequente a coleta de medidas antropométricas, IMC e composição corporal, foi determinado o valor da carga máxima. Para obtenção da carga de 1RM realizou-se o seguinte procedimento: os avaliados realizaram dois aquecimentos específicos no próprio aparelho com uma carga confortável (atribuída por eles) para realização de 15 repetições com intervalos de dois minutos. Depois do último intervalo pós-aquecimento foi adicionada carga ao aparelho e o avaliado foi instruído a realizar uma repetição. À medida que o indivíduo conseguia vencer a resistência, a carga era aumentada progressivamente por no máximo três tentativas, com um intervalo de cinco minutos entre as mesmas.

5.5.1.2.2 Determinação da Fcrit e da CIA

Após 24 horas do teste de força máxima, os sujeitos do presente estudo foram submetidos a quatro esforços até que se chegasse à exaustão muscular. Tais esforços foram distribuídos de maneira randômica e aplicados na mesa flexora (MF), tendo um intervalo mínimo de 24 horas em intensidades correspondentes a 30%, 40%, 50% e 60% de 1 RM. Para a execução do teste foi proposta a cadência de 20 repetições por minuto, definido por um metrônomo digital.

Anteriormente aos esforços todos os sujeitos foram familiarizados com o movimento de flexão dos joelhos, juntamente ao sinal sonoro do metrônomo. É importante salientar que esse procedimento foi realizado sem carga. Após a familiarização dos equipamentos, os sujeitos realizaram aquecimento composto de duas séries de 15 repetições com carga moderada (determinada subjetivamente por ele) por iguais intervalos de dois minutos.

5.6 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados serão tratados através da estatística descritiva utilizando-se de média e desvio padrão, sendo apresentados por gráficos e tabelas. Foi utilizado o programa estatístico Excel XP para armazenar e tabular os dados. Também foi utilizada a análise de regressão linear para verificação da reprodutibilidade de testes.

6 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A tabela 2 apresenta, respectivamente, os valores da força máxima (1RM), força crítica (Fcrit), capacidade de trabalho anaeróbio (CTA), agora denominada de capacidade de impulso anaeróbio (CIA), devido a sua aplicação no ER e reprodutibilidade (R^2) dos sujeitos.

Tabela 2. Valores correspondentes a 1RM, Fcrit, CIA e R^2

Sujeitos	1RM (kg)	F.CRIT (kgf)	CIA (kgf.s)	R^2
1	52	9,79	833,48	0,92
2	53	4,75	1336,40	0,99
3	37	5,42	616,78	0,94
4	55	7,68	1428,00	0,98
5	38	2,68	966,07	0,97
6	57	11,75	1014,00	0,91

Com os resultados individuais referente às valências indicadas na tabela 2 nota-se que os valores das cargas de 1RM não diferiram expressivamente. Os sujeitos 2 e 4 apresentaram valores mais significantes de reprodutibilidade e, no entanto não foram aqueles que obtiveram maiores valores de 1RM e Fcrit, indicando não haver tendência a relacionar essas variáveis.

A figura 2 representa as retas de regressão linear obtidas a partir do teste de Fcrit com as quatro cargas preditivas em 30%, 40%, 50% e 60% de 1RM.

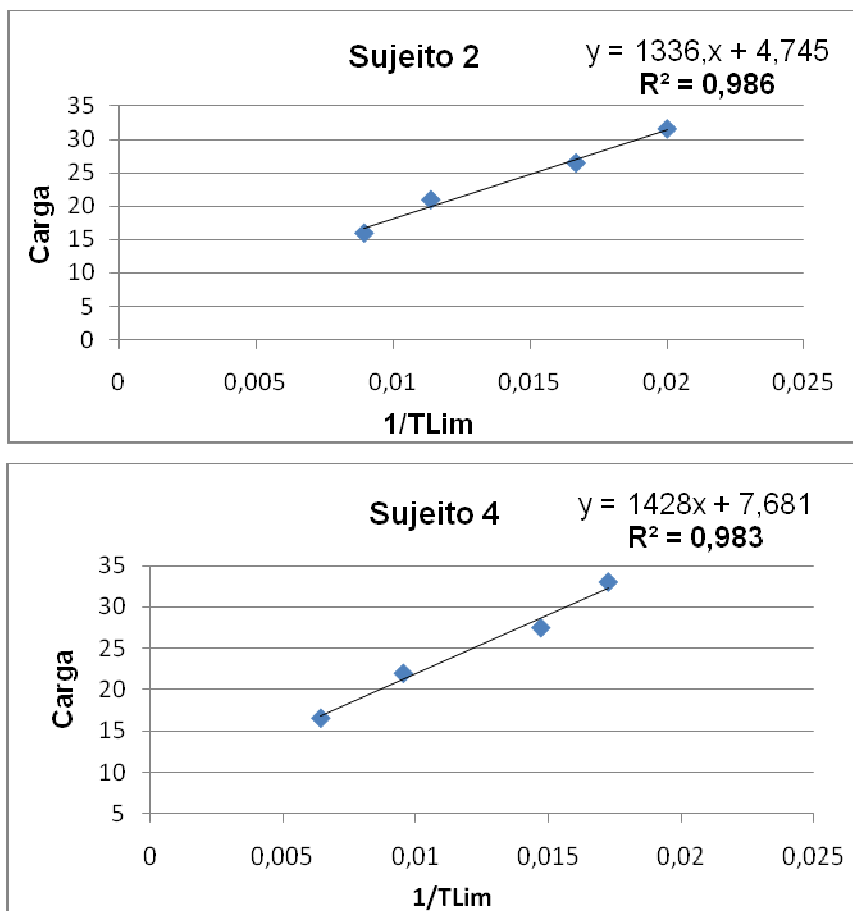


Figura 2. Exemplos da relação entre a carga e o tempo limite (TLim) de dois sujeitos para determinação da força crítica (Fcrit) na mesa flexora (MF).

A inclinação da reta ou coeficiente angular (a) corresponde a CIA, quando a intercepção- y ou coeficiente linear representa a Fcrit. Demonstra-se na linearização o coeficiente de reprodutibilidade do teste com alto valor de significância ($r = 0,986$ e $r = 0,983$, respectivamente). Isso demonstra a fidelidade da aplicação do modelo de Fcrit para esse exercício.

A tabela 3 revela as médias da Fcrit e da CIA, bem como apresenta os valores médios de reprodutibilidade. Observa-se que o índice de reprodutibilidade (R^2) foi significativo, comprovando a fidedignidade dos testes.

Tabela 3. Valores médios e desvio padrão correspondentes a Fcrit, CIA e R²

Colunas1	F.CRIT (kg)	CIA (kgf.s)	R²
Média	7,01	1032,46	0,95
Desvio Padrão	3,38	305,27	0,03

A tabela 4 apresenta os valores absolutos e relativos da Fcrit para os sujeitos individualmente com média e desvio padrão da amostra.

Tabela 4. Relação entre a Fcrit absoluta e relativa em relação à força máxima de 1RM

Sujeitos	F.CRIT (kg)	%1RM-Fcrit
1	9,79	18,82
2	4,75	8,95
3	5,42	14,66
4	7,68	13,97
5	2,68	7,06
6	11,75	20,62
Média	7,01	14,01
Desvio Padrão	3,38	5,31

A Fcrit em valores absolutos apresentou intensidade média de 7,01±3,38kg, enquanto em sua carga relativa esta foi representada em 14,01±5,31% de 1RM.

A intensidade média relativa encontrada no presente estudo se mostrou abaixo dos valores encontrados na literatura. Barros et. al. (2004) através de protocolo com cargas incrementais encontrou intensidades de LA correspondentes a 30% de 1RM, não ocorrendo diferenças entre os valores relativos deste índice entre indivíduos treinados e não-treinados.

Na investigação de Azevedo et. al. (2005) foi registrado a intensidade de 28% de 1RM para o LA. Esse autor também investigou a intensidade do LA usando o

exercício em MF, utilizando protocolo de cargas incrementais semelhante ao de Barros et. al. (2004).

Oliveira (2008), em um estudo que aplica protocolo homólogo aos dois anteriores, encontrou a intensidade de LA relativa à 1RM de $32,9 \pm 1,4\%$ para o exercício Leg Press e $31,2 \pm 1,2\%$ para o exercício supino reto. Nesse estudo, o LA fica em torno de 30% de 1RM, assim como nos autores supracitados.

Barquilla et. al. (2008), utilizando outra abordagem para encontrar um indicativo de LA. Utilizando o modelo de FCrit em ER, que consiste em um protocolo indireto, revelou um valor de $16,8 \pm 3,4\%$ de 1RM, o que diferencia este valor segundo esse modelo dos estudos com o protocolo de cargas incrementais anteriormente citados (BARROS et al., 2004; AZEVEDO et. al., 2005 e OLIVEIRA et. al., 2008). Esse valor apresenta um decréscimo de 13% no LA pautado pelos três últimos estudos aqui citados.

De acordo com a literatura apresentada, observa-se que o protocolo de cargas incrementais superestima a intensidade de LA quando comparado ao valor encontrado no protocolo de FCrit.

Zaine (2008), além de realizar o protocolo de FCrit em ER, para investigar se a intensidade encontrada como FCrit correspondia ao LA, aplicou o modelo de MFEL. Ao analisar os resultados individuais expostos em seu trabalho, observa-se que a intensidade média da FCrit relativa à 1 RM ficou em torno de $12,75 \pm 0,79\%$. Alguns sujeitos da amostra não foram capazes de realizar o exercício investigado na intensidade de 100% da FCrit pelo tempo estipulado pela MFEL.

Observa-se que apesar de encontrar valores mais próximos do LA, o protocolo de FCrit ainda tende a superestimar esse valor em alguns sujeitos, o que leva a crer que é necessário um maior número de estudos realizando a MFEL em ER para comprovar se esses resultados realmente retratam uma superestimação do valor de LA ou se particularidades procedimentais influenciaram no resultado.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados apresentados optou-se em fazer considerações pela característica inovadora nessa linha de pesquisa utilizando o protocolo de Pcrit em ER. Dessa forma, tais considerações elencadas a seguir vem no intuito de contribuir somando a novos trabalhos numa perspectiva de ampliar os conhecimentos nessa área.

- Necessidade de utilização de protocolos diretos como forma de comprovação da intensidade do LA encontrados de Fcrit;
- Carência de estudos relacionados ao modelo de Fcrit com ER em diferentes grupos musculares e exercícios com intuito de determinação do LA;
- Aumento do n em outros estudos para uma melhor comprovação do grau de reprodutibilidade do parâmetro aeróbio e anaeróbio pelo modelo de Fcrit em ER;
- Comparar o modelo de Fcrit em ER intergênero;
- Incentivar a utilização de modelos indiretos tais como Fcrit como alternativa de diminuir gastos.

REFERÊNCIAS

BOMBA, T. O. **A periodização no treinamento desportivo**. 1 ed, Porto Alegre: Manole, 2001.

CLINGELEFFER, A.; McNAUGHTON, L. R. & DAROVEN, B. The use of critical power as a determinant for establishing the onset of blood lactate accumulation. **European Journal of Applied Physiology and Occupation Physiology**, 68; 183-187, 1994.

DIAS, R.M.R et al. Impacto de oito semanas de treinamento com pesos sobre a força muscular de homens e mulheres. **Rev Bras Med Esporte**, v.11, p.224-225, 2005. Disponível em:< http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-86922005000400004&script=sci_arttext&lng=pt> Acessado em: 11/10/09

FERNANDES FILHO, J. **A prática da avaliação física: testes, medidas e avaliação física em escolares, atletas e academias de ginástica**. 2ª Ed. Rio de Janeiro, 2003. 266 p.

FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1999.

FRANKLIN, B. A.; GRAVES, J. E. **Treinamento Resistido na Saúde e Reabilitação**. Rio de Janeiro: Revinter, 2006.

GASTIN, P.B. Quantification of anaerobic capacity. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v.4, p.91-112, 1994.

GAESSER, G.A. & POOLE, D. The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, 24, 35-70, 1996.

Guilherme, J. P. L. F.; Júnior, T. P. de S. Treinamento de força em circuito na perda e no controle do peso corporal. **Revista Conexões**, v. 4, n.2, p. 31-46, 2006. Disponível em: <www.fef.unicamp.br/publicacoes/conexoes/v4n2/ArtigoTacito.pdf> Acessado em : 04/11/09

GURJÃO, A. L. D.; CYRINO, E. S.; CALDEIRA, L. F. S.; NAKAMURA, F. Y.; OLIVEIRA, A. R. de.; SALVADOR, E. P. e DIAS, R. M. R. **Variação da força muscular em testes repetitivos de 1-RM em crianças pré-púberes**, Rev Bras Med Esporte _ Vol. 11, Nº 6 – Nov/Dez, 2005. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/rbme/v11n6/a03v11n6.pdf>> Acessado em: 06/11/09

HEYWARD, V. H. ; STOLARCZYK, L. M. **Avaliação da composição corporal aplicada**. Manole, 2000. 162,163p.

HILL, D.W. & SMITH, J.C. A method to ensure the accuracy of estimates of anaerobic capacity derived using the critical power concept. **The Journal of Sports medicine and Physical Fitness**, 34: 23-37, 1994.

HILL, D.W. The critical power concept. A review. **Sport Med**, v.16. p.237-254, 1993. Disponível em:<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8248682>> Acessado em: 26/09/09.

LE CHEVALIER, J.M. et al. Local critical Power is an index of local endurance. **European Journal of Applied Physiology**, v.81, p.120-127, 2000.

KOKOBUN, E. Velocidade crítica como estimador do limiar anaeróbio na natação. Revista Paulista de Educação Física, 10> 5-20, 1996.

Maior, A. S.; Simão, R. Prescrição de exercícios através do teste de 1rm em homens. **Revista Treinamento Desportivo**, v. 7, n. 1, p. 82-86, 2006. Disponível em: <<http://www.boletimef.org/biblioteca/1489/Prescricao-de-exercicios-atraves-do-teste-de-1RM-em-homens>> Acessado em: 31/10/09

McLELLAN, T.M. & CHEUNG, K.S.Y. A comparative evaluation of the individual anaerobic threshold and the critical power. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.24, p.543-550, 1992.

MANCHADO, F. B. **Determinação dos parâmetros do modelo de potencia crítica através de teste não-exaustivo**. Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Educação Física, Instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro, 2001.

MONOD, H.; SCHERRER, J. The work capacity of a synergic muscular group. **Ergonomics**, v.46, p.329-338, 1965.

MORITANI, T. Critical Power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold. **Ergonomics**, v.24, p.339-350, 1981.

NAKAMURA, F.Y.; Borges, O. T.; Voltarelli, A. F.; Gobbo, A. L.; Kosloswisket. A. A.; Pereira, P. C.; Kokobun, E. Inclusão de termo de “inércia” aeróbia no modelo de velocidade crítica aplicado à canoagem. **Rev. da Educação Física/UEM Maringá**, v. 16, n. 1, p. 13-14, 2005a. Disponível em:<
<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevEducFis/article/viewArticle/3398>>
 Acessado em: 15/10/09

NAKAMURA, F. Y.; SILVA, K. R. T da; OKUNO, M. N.; PEREIRA, G.; KOKOBUN, E. Determinação da sobrecarga anaeróbia em exercício intermitente a partir do modelo de potência crítica, **Motriz, Rio Claro**, v.13, n.4, p.298-304, out/dez. 2007. Disponível em:<
<http://cecemca.rc.unesp.br/ojs/index.php/motriz/article/view/1330/1178>>
 Acessado em: 23/09/09

NAKAMURA, F. Y. **Validade e significado fisiológico dos parâmetros do modelo de potencia critica**. 2005b. 148f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

NAKAMURA, F.Y. Predições do modelo de potência crítica quanto a ocorrência da exaustão em exercício intermitente. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Estadual Paulista – Rio Claro, Instituto de Biociências, 2001.

POOLE, D.C. et al. Metabolic and respiratory profile of the upper limit for prolonged exercise in man. **Ergonomics**, v.31, p.1265-1279, 1988.

POLEZI, L. Z. Validação dos parâmetros aeróbio e anaeróbio a partir de protocolo não invasivo aplicado ao exercício resistido – supino plano. 2008. 38f. Monografia (Bacharelado) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

SAÚDE, Conselho Nacional de. **Resolução nº 196**: Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília - Df: Ministério da Saúde, 1996. Disponível em: http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/reso_96.htm>. Acesso em: 10 nov. 09.

SALTIN, B. Anaerobic capacity: past, present, and prospective. In: Taylor, A.W.; GOLLINICK, P.D.; GREENS, H.J; IANUZZO, C.D.; NOBLE, E.G.; METIVIER, G. &

SUTTON, J.R. **Biochemistry of exercise VII**. Champaign, Human kinetics, 1990. P. 387-412.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**, 5ª Ed. Ed Artmed, São Paulo, 2007.

WAKAYOSHI, K. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state? **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.66, p.90-95, 1993.

WASSERMAN, K. et al. Anaerobic threshold and respiratory gas Exchange during exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.35, p.236-243, 1973.

WHIPP, B.J et al. A Constant which determines the duration of the tolerance of high-intensity work. **Federation Proceedings**, v.41, p.1591, 1982.

APÊNDICE

APENDICE A**FICHA DE COLETA DE DADOS****NOME:****IDADE:**

Estatura =

Peso =

CIRCUNFERÊNCIAS**DOBRAS CUTÂNEAS**

Tórax =

Tríceps =

Braço relaxado - D =

Bíceps =

Braço relaxado - E =

Subescapular =

Braço contraído - D =

Peitoral =

Braço contraído - E =

Axilar média =

Antebraço D =

Supra-ilíaca =

Antebraço E =

Supra-espinhal =

Cintura =

Abdominal =

Abdome =

Coxa medial =

Quadril =

Perna =

Coxa medial =

Perna - D =

Perna - E =

DIÂMETROS

Bi-estilóide =

Bi-epicondiliano do úmero =

Bi-epicondiliano do fêmur =

TESTE DE 1RM

1ª Tentativa - Carga =

2ª Tentativa - Carga =

Carga real T. 1RM =

3ª Tentativa - Carga =

TESTE DO TEMPO LIMITE (TLIM)

30% de 1RM - Carga =

Tempo de Execução =

40% de 1RM - Carga =

Tempo de Execução =

50% de 1RM - Carga =

Tempo de Execução =

60% de 1RM - Carga =

Tempo de Execução =

ANEXOS

ANEXO A
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa trata da Potência crítica como preditor de parâmetros aeróbio e anaeróbio no treinamento resistido em estudantes de Educação Física e está sendo desenvolvida por Wendell Britnner Silva Santos, aluno do Curso de Educação Física da Universidade Federal da Paraíba, sob a orientação do Prof. Ms. Cláudio Luis de Souza Meireles. O objetivo do estudo é predizer através da potência crítica o parâmetro aeróbio e anaeróbio no treinamento resistido, especificamente mensurá-lo no bíceps femural por meio de testes. A finalidade deste trabalho é contribuir com implicações e aplicações para os treinos de musculação e seus devidos fins.

Solicitamos a sua colaboração para ser submetido à testes e avaliações que iremos realizar, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de saúde e publicar em revista científica. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo. Informamos que essa pesquisa não oferece riscos previsíveis para a sua saúde, pois a mesma consiste de métodos não invasivos.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador(a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, nem haverá modificação na assistência que vem recebendo na Instituição. Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido(a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei uma cópia desse documento.

Assinatura do Participante da Pesquisa
ou Responsável Legal

Assinatura da Testemunha

Contato com o Pesquisador (a) Responsável:

Nome: Wendell Britnner S. Santos

Telefones: (83) 8739-0820 / 3236-4830

E-mail: libriano_18@hotmail.com

Atenciosamente,

Assinatura do Pesquisador Responsável

Assinatura do(s) Pesquisador(es) Participante(s)

ANEXO B
FOLHA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ