



**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**DANIEL ALVES CORRÊA**

**EFEITO DE UM SESSÃO AGUDA EM DIFERENTES PROTOCOLOS DE  
HIPERTROFIA, FORÇA E POTÊNCIA NA LACTACIDEMIA E PERFORMANCE  
EM HOMENS TREINADOS**

**PIRACICABA**

**2014**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**EFEITO DE UMA SESSÃO AGUDA EM DIFERENTES PROTOCOLOS DE  
HIPERTROFIA, FORÇA E POTÊNCIA NA LACTACIDEMIA E PERFORMANCE  
EM HOMENS TREINADOS**

**DANIEL ALVES CORRÊA**

**Orientador: PROF. DR. CHARLES RICARDO LOPES**

Dissertação apresentada à banca examinadora do Programa de Pós-graduação em Educação Física da UNIMEP, como exigência para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

**PIRACICABA**

**2014**

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIMEP  
Bibliotecária: Carolina Segatto Vianna CRB-8/7617

C824e	<p>Corrêa, Daniel Alves</p> <p>Efeito de uma sessão aguda em diferentes protocolos de hipertrofia, força e potência na lactacidemia e performance em homens treinados / Daniel Alves Corrêa. – 2014. 51 f. : il. ; 30 cm.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Charles Ricardo Lopes. Dissertação (mestrado) – Universidade Metodista de Piracicaba, Educação Física, 2014.</p> <p>1. Hipertrofia. 2. Ácido láctico. 3. Educação física. I. Lopes, Charles Ricardo. II. Marchetti, Paulo Henrique. III. Título.</p>
CDU – 796.41	

**DANIEL ALVES CORRÊA**

**EFEITO DE UMA SESSÃO AGUDA EM DIFERENTES PROTOCOLOS DE  
HIPERTROFIA, FORÇA E POTÊNCIA NA LACTACIDEMIA E PERFORMANCE  
EM HOMENS TREINADOS**

Dissertação apresentada à banca examinadora do Programa de Pós-graduação em Educação Física da UNIMEP, como exigência para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

**Banca Examinadora**

---

**Prof. Dr. CHARLES RICARDO LOPES - UNIMEP**

**Orientador**

---

**Prof. Dr. AYLTON JOSÉ FIGUEIRA JUNIOR - USJT**

---

**Prof. Dr. PAULO HENRIQUE MARCHETTI - UNIMEP**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por me dar força, saúde, fé e vontade de continuar sempre lutando mesmo nos momentos de dificuldades.

Agradeço as pessoas que me deram amor, apoio e me ensinaram a ser essa pessoa que sou hoje. Meu pai, Dilson Joaquim Corrêa, minha mãe, Maria Rita Alves Corrêa e a meu irmão, companheiro, Danilo Alves Corrêa, presentes em todos os momentos da minha vida.

Agradeço a minha futura esposa Kátia Camargo que colaborou e soube ter paciência nos momentos de ausência e durante dias de rotinas dedicados aos estudos, me confortando e me ajudando sempre que preciso.

Aos meus amigos do laboratório de performance humana, “os spartas” Jarbas, Willy, Cláudio, Érica, Enrico e Fernando, que durante esses dois anos, nos tornamos grandes amigos e companheiros nos momentos de estudo, brincadeiras e ajuda.

Ao meu amigo Alex Crisp que tenho como irmão, que durante esse processo acadêmico estivemos trabalhando juntos, e sempre que precisei, teve a paciência e disposição em me ajudar no laboratório.

Aos professores Dr. Paulo Henrique Marchetti e Dr. Charles Ricardo Lopes, pelas oportunidades que me deram na vida acadêmica, pela paciência, amizade, a disposição em transmitir conhecimentos fundamentais, pelos trabalhos juntos e acima de tudo por acreditarem em meus esforços. O meu muito obrigado!

Ao professor Dr. Aylton José Figueira, por te aceitado fazer parte da banca examinadora contribuindo muito nessa troca de conhecimento.

Aos professores do programa de mestrado: Dra. Rozangela Verlengia, Dr. Guanis Vilela, Dr. Hermes Balbino, Dr. Marcelo de Castro Cesar, Dr. Ídico Luiz Pellegrinotti, todos que participaram na construção de conhecimento ao longo do curso.

Aos professores e amigos, Guilherme Rizatto, Pamela Gonelli, Ricardo Dias, Marcio Sindorf, Moises Germano, aos parceiros da academia Intotum que me apoiaram Danilo Pereira e Prof. Luiz Fernando.

A todos meu muito OBRIGADO!

**"A meta da vida não é a perfeição, mas o eterno processo de aperfeiçoamento, amadurecimento e refinamento".**

**John Dewey**

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi verificar de forma aguda a resposta metabólica e *performance* frente à diferentes protocolos de hipertrofia, força máxima e potência em sujeitos treinados. Foram estudados 14 indivíduos do sexo masculino com um ano de experiência em treinamento de força. Foi realizada uma flexão unilateral de cotovelos de acordo os protocolos de força prescritos: hipertrofia (HIP) com 4 séries de 10 repetições a 75% de 1RM, 90 segundos de pausa; força máxima (FM) com 11 séries de 3 repetições a 90% de 1RM, 5 minutos de pausa; potência (P) com séries 8 séries de 6 repetições a 30% de 1RM, 3 minutos de pausa. A coleta de lactato foi realizada em 7 momentos distintos: pré, imediatamente após, 3, 5, 10, 15 e 30 minutos após cada protocolo, o teste de força máxima isométrica de cotovelos (FIMC) realizado unilateralmente nos flexores de cotovelo em 90° antes, imediatamente após cada protocolo de força. Entre os protocolos de força (HIP, FM e P), one-way ANOVA foi utilizada na comparação das variáveis dependentes (*Load*, Pico e Lactato Total). ANOVA (2x3) medidas repetidas foi utilizada para comparar a diferença do pico de força máxima isométrica entre as condições (pré e pós). ANOVA (3x7) com medidas repetidas foi utilizada para comparar a cinética de remoção de lactato. O post hoc de *Bonferroni* (com correção) foi utilizado para verificar as diferenças. Foram encontradas diferenças entre *load* nos protocolos HIP x P ( $P < 0,001$ ), HIP x FM ( $P=0,03$ ), FM e P ( $P < 0,001$ ). O pico de força apresentou queda pós treino em HIP ( $P < 0,001$ ) e FM ( $P=0,002$ ). O lactato sanguíneo foi observado em HIP (imediatamente após,  $P < 0,02$ ; 3' ,  $P < 0,001$ ; 5',  $P=0,03$ ; e 10',  $P=0,028$ ) e FM (imediatamente após,  $P=0,022$ , e 3',  $P=0,013$ ). O volume de lactato apresentou diferença em HIP x P ( $P < 0,01$ ) e FM x P ( $P < 0,05$ ) e o pico de lactato aumentou entre HIP e P ( $P < 0,05$ ). Conclui-se que os protocolos HIP e FM produziram maiores *load*, aumento na concentração de lactato após o exercício, diminuição da *performance*, diferença no tempo da remoção do lactato, pico do lactato maior em HIP comparado a P, e o protocolo de P sem alteração na performance e demanda metabólica.

**Palavras-Chave:** respostas agudas, treinamento de força, lactato sanguíneo.

## **ABSTRACT**

The aim of this study was to verify acutely responses metabolic front and performance to different protocols of hypertrophic, maximum strength and power in trained subjects. We studied 14 males with a year of experience in strength training. A unilateral flexion according to the elbows force protocols prescribed was taken: hypertrophy (HYP) with 4 sets of 10 repetitions at 75% of 1RM, 90 seconds of pause; maximum force (MF) with 11 sets of 3 repetitions at 90% of 1RM, 5 minute break; power (P) series with 8 sets of 6 repetitions at 30% of 1RM, 3 minutes break. Lactate collected blood samples from 7 different times: before, immediately after, 3, 5, 10, 15 and 30 minutes after each protocol, the maximum isometric strength elbows test (FIMC) performed unilaterally in the elbow flexors in 90 before immediately after each force protocol. Among the protocols strength (HYP, MF and P), one-way ANOVA was used for comparison of the dependent variables (Load, and Peak Total lactate). ANOVA (2x3) repeated measures was used to compare the difference in peak isometric force between the conditions (pre and post). ANOVA (3x7) with repeated measures was used to compare lactate removal kinetics. The post hoc Bonferroni (with correction) was used to verify the differences. Differences were found between the load HYP x P protocol ( $P < 0.001$ ) HYP x MF ( $P = 0.03$ ), MF and P ( $P < 0.001$ ). The peak force had post workout falling HYP ( $P < 0.001$ ) and MF ( $P = 0.002$ ). Blood lactate was observed in HYP (immediately after  $P < 0.02$ ; 3',  $P < 0.001$ ; 5',  $P = 0.03$ ; and 10',  $P = 0.028$ ) and MF (immediately after  $P = 0.022$  and 3',  $P = 0.013$ ). The amount of lactate showed a difference in HYP x P ( $P < 0.01$ ) and MF x P ( $P < 0.05$ ) and peak lactate increased from HYP and P ( $P < 0.05$ ). We conclude that the HIP and FM protocol produced higher load, increase in lactate concentration after exercise, reduced performance difference in lactate removal time, peak lactate HIP higher compared to P, and P protocol without change in performance and metabolism.

**Keywords:** acute responses, strength training, blood lactate.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> As dez reações da glicólise:.....	20
<b>Figura 2.</b> Ação da enzima lactato desidrogenase e reoxidação da co-enzima NADH.....	21
<b>Figura 3.</b> Posicionamento inicial e final na avaliação de força máxima dinâmica (1RM).....	29
<b>Figura 4.</b> Diagrama esquemático do desenho experimental do estudo.....	30
<b>Figura 5.</b> Posicionamento do membro superior durante coleta de dados.....	31
<b>Figura 6.</b> Posicionamento da célula de carga.....	32
<b>Figura 7.</b> Média e desvio padrão do Load entre os diferentes protocolos de força.....	34
<b>Figura 8.</b> Média e desvio padrão do pico de força isométrica entre os diferentes protocolos de força, nas condições pré e pós-treino.....	35
<b>Figura 9.</b> Média e desvio padrão do lactato entre os diferentes protocolos de força, nas condições pré e pós-treino.....	36
<b>Figura 10.</b> Média e desvio padrão do pico de lactato entre os diferentes protocolos de força.....	37
<b>Figura 11.</b> Média e desvio padrão do lactato total entre os diferentes protocolos de força...	38

## LISTA DE TABELA

<b>Tabela 1.</b> Cálculo do delta percentual ( $\Delta\%$ ) do comportamento de lactato entre os momentos de cada protocolo.....	37
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABEP.....	Associação Brasileira de Empresa e Pesquisa
ATP.....	Adenosina Trifosfato
ADP.....	Adenosina Difosfato
AI.....	Alta intensidade
ANOVA.....	Análise de Variância
C.....	Carbono
DP.....	Desvio Padrão
CON.....	Concêntrica
EXC.....	Excêntrica
EMG.....	Eletromiografia
FE.....	Força Explosiva
FIMC.....	Flexão Unilateral Isométrica Máxima
FM.....	Força Máxima
Fmed.....	Frequência Mediana
HIP.....	Hipertrofia
MCTs.....	Transportadores de Monocarboxilato
P.....	Potência
TE.....	Tamanho do Efeito
TF.....	Treinamento de Força
TCLE .....	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDF.....	Taxa de Desenvolvimento de Força
VL.....	Velocidade Lenta
VN.....	Velocidade Normal
VTR.....	Velocidade Tradicional
UMR.....	Unidade motora recrutada
UNIMEP.....	Universidade Metodista de Piracicaba
1RM.....	Uma Repetição Máxima

## LISTA DE SÍMBOLOS

% - Percentual

Kcal - Quilocalorias

cm - Centímetros

mm - Milímetros

kg – Quilograma

Kgf – Quilograma força

Hz - Hertz

*P* – Nível de significância

pH – Potencial hidrogeniônico

m – Metros

ml – Mililitro

μL – Microlitro

mmol/L – Milimol por litro

° - Graus

H<sup>+</sup> - Próton

Δ - Delta

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
2.1 CARACTERÍSTICAS AGUDAS DAS MANIFESTAÇÕES DE FORÇA .....	15
2.2 COMPARAÇÕES ENTRE PROTOCOLOS NO TREINAMENTO DE FORÇA .....	17
2.3 VIA GLICOLÍTICA E FADIGA MUSCULAR .....	19
2.4 DESTINO DO LACTATO PRODUZIDO NO EXERCÍCIO .....	22
2.5 CONCENTRAÇÃO DO LACTATO SANGUÍNEO NO TREINAMENTO DE FORÇA .....	24
<b>3. OBJETIVO</b> .....	<b>27</b>
3.1 OBJETIVO GERAL: .....	27
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	27
<b>4. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA</b> .....	<b>27</b>
<b>5. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>28</b>
5.1 PARTICIPANTES .....	28
5.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO .....	29
5.3 PROCEDIMENTOS .....	29
5.4 ANÁLISE DOS DADOS .....	33
5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	33
<b>6. RESULTADOS</b> .....	<b>34</b>
6.1 ANÁLISES DO DESEMPENHO .....	34
6.2 ANÁLISE METABÓLICA .....	35
<b>7. DISCUSSÃO</b> .....	<b>38</b>
<b>8. CONCLUSÃO</b> .....	<b>43</b>
<b>9. APLICAÇÕES PRÁTICAS</b> .....	<b>43</b>
<b>10. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>44</b>
ANEXO I. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....	49
ANEXO II. CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA (CEP) .....	51

## 1. INTRODUÇÃO

Existem diferentes sistemas de treinamento que apresentam respostas agudas neurais, hormonais, mecânicas e metabólicas, os quais são responsáveis pelas adaptações crônicas decorrentes do treinamento da força (Smilios et al., 2003). As cargas impostas ao treinamento de força caracterizada através das variáveis agudas do treino podem gerar modificações e ajustes nas funções fisiológicas e mecânicas do organismo, as mudanças no sistema nervoso e muscular que ocorrem no exercício de força são chamadas de adaptações neuromusculares (Prestes et al., 2010).

A partir da manipulação das variáveis agudas do treinamento de força, tais como a intensidade, volume, intervalo de descanso entre séries e exercícios, velocidade de execução dos movimentos e as ações musculares, podem afetar as respostas agudas e as adaptações crônicas (Campos et al., 2002; Toigo e Boutellier, 2006; Oliveira et al., 2008). Dependendo de como estas variáveis são manipuladas, distintos processos adaptativos ocorrem, e consequentes incrementos na força, potência, resistência e hipertrofia muscular (Campos et al., 2002; Toigo e Boutellier, 2006). O ajuste dessas variáveis pode-se determinar indiretamente ao tipo de fibra muscular requisitado, frequência de solicitação das unidades motoras, velocidade e a carga utilizada no movimento, enfatizando-se o aprimoramento das diferentes manifestações de força: força hipertrófica, força máxima, potência e resistência de força (Zatsiorsky e Kraemer, 2008).

Das manifestações da força no treinamento, a hipertrofia muscular é uma adaptação anatômica no aumento da massa magra, que contribui em reforçar o sistema muscular, no equilíbrio e estabilização do corpo (Lin e Chin, 2012). Para eficiência no sistema neuromuscular o protocolo de força máxima aumenta o número de unidades motoras recrutadas (UMR) e o protocolo de potência uma maior ativação das UMR na velocidade dos movimentos (Lin e Chin, 2012).

A prescrição do treinamento de força deve obedecer à correta manipulação das variáveis de acordo com o objetivo planejado (Kraemer e Ratamess, 2004). A recomendação aplicada entre os protocolos a indivíduos saudáveis são: força hipertrófica (HIP) intensidade moderada de 70-85% de uma repetição máxima (1RM) com 3-4 séries de 8-12 repetições com pausa de 60 a 90 segundos, força máxima (FM) intensidade mais altas de 85-90% de 1RM, volume mais baixo de 3 a 5 séries com 3-5 repetições com pausas maiores que 2 minutos e força explosiva (FE) e/ou potência (P) envolve a aplicação de intensidade leves (0-60% de 1RM nos exercícios referente a

membros inferiores; 30-60% de 1RM nos exercícios de membros superiores), inferiores a 10 repetições em velocidade rápida de contração, com pausa de (120-180 segundos) (Kraemer e Ratamess, 2004; ACSM, 2009).

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 CARACTERÍSTICAS AGUDAS DAS MANIFESTAÇÕES DE FORÇA**

O termo força é aplicado visando à interação entre dois corpos, realizado no corpo humano através de músculos. A força muscular pode ser caracterizada pela ação de um ou mais músculos, e depende de suas características mecânicas, fisiológicas e quanto ao tipo movimento e velocidade (Kraemer e Ratamess, 2004). A ativação coordenada dos músculos esqueléticos, pelo sistema nervoso central, visa gerar ações específicas no desempenho de diferentes movimentos que agem através de um sistema de alavancas (Knuttgen e Komi, 2003). Tais ações coordenadas podem ser influenciadas por diferentes demandas quanto ao volume ou intensidade das variáveis agudas de carga, como repetições, sobrecarga, intervalo, velocidade, etc (Kraemer et al., 2000), sendo que as diferentes adaptações do treinamento de força são decorrentes das mesmas. Desta forma, as diferentes respostas neurais, mecânicas, metabólicas, hormonais e imunológicas responsáveis podem ser alteradas e influenciadas por sua manipulação.

Baseados nestas diferentes formas de manipulação aguda da carga de treino existem diferentes protocolos visando tanto respostas agudas e adaptações crônicas ao treinamento de força. Dentre as várias formas de manipulação de carga, a literatura científica preconiza algumas combinações que apresentam resultados distintos e específicos para diferentes objetivos de treino (Kraemer et al., 2000; Folland e Williams, 2007; Ratamess et al., 2009; Prestes et al., 2010).

O protocolo de força máxima pode ser definido como aquele que apresenta maior grau de estimulação de força que o sistema neuromuscular pode desenvolver através de contração voluntária máxima. Este tipo de protocolo visa à utilização de alta intensidade e relativo baixo volume, traduzido em um pequeno número de repetições (1-6), e sobrecarga entre 85-100% 1RM, a velocidade de execução é lenta com longos intervalos de recuperação de 2 a 5 minutos (Kraemer et al., 2000; Ratamess et al., 2009; Prestes et al., 2010; Lin e Chen, 2012). O objetivo é gerar o maior recrutamento possível de fibras musculares, aumentando a taxa e a amplitude das

sinapses dos neurônios motores, aprimorando a coordenação inter e intramuscular, além de permitir total ressíntese da via energética anaeróbia alática entre as séries, a fim de sustentar a intensidade ao longo da sessão de treinamento (Kraemer et al., 2000; Ratamess et al., 2009; Prestes et al., 2010; Lin e Chen, 2012).

O protocolo de força explosiva ou potência depende da relação entre a força gerada e a velocidade de movimento. Utilizam-se séries múltiplas, número baixo de repetições de 4-10, realizadas em alta velocidade, ou até mesmo de forma balística. A carga prescrita varia de 0 a 60% 1RM dependendo do tipo de exercício e a musculatura envolvida. Os intervalos de recuperação são mais longos (120-180 segundos) (Kraemer et al., 2000; Ratamess et al., 2009; Prestes et al., 2010; Lin e Chen, 2012).

No protocolo de força hipertrófica a intensidade pode ser considerada moderada a alta que variam entre 60-85%1RM e também por meio das zonas de repetições máximas (RM), períodos curtos de recuperação entre séries e entre exercícios são utilizados entre 30-90 segundos, além de velocidade considerada moderada-lenta (Kraemer et al., 2000; Ratamess et al., 2009; Prestes et al., 2010; Lin e Chen, 2012).

Os protocolos acima citados afetam os diferentes sistemas biológicos de formas distintas nas repostas metabólicas que podem afetar o predomínio do sistema em fornecer energia de acordo com a intensidade e a duração do exercício na contração muscular e respostas hormonais que afetam no crescimento muscular e produção de força. A atividade metabólica muscular pode ser indiretamente avaliada por meio da técnica do lactato sanguíneo, a qual mensura o predomínio da via energética que desempenham importante papel para desempenho da força e crescimento muscular (Smilios et al., 2003; Linnamo et al., 2005).



## 2.2 COMPARAÇÕES ENTRE PROTOCOLOS NO TREINAMENTO DE FORÇA

O protocolo do treinamento de força tanto em academias, clubes e/ou na preparação de atletas, apresenta a prescrição do exercício de acordo com seus princípios do treinamento, observados em ganhos estéticos, condicionamento físico e *performance* esportiva, que são selecionados e elaborados a partir da manipulação das variáveis do treinamento podendo ser ajustado de acordo com objetivo individual ou programa específico de treinamento (Brown, 2008).

Segundo Kraemer e Ratamess (2004) as variáveis podem ser ajustadas durante a sessão do treinamento força de acordo com a manifestação utilizada: força hipertrófica, resistência de força, força máxima e potência, ao nível de condicionamento e/ou experiência do indivíduo, que consistem: intensidade prescrita com uma carga adequada durante cada repetição, dada em porcentagem de uma repetição máxima (1RM) que é quantidade de peso levantada em uma repetição, ou ajustes da carga por meio de repetições máximas prescritas por uma zona de treinamento de acordo com a carga. Volume expresso (séries x repetições x carga (kg)) durante a sessão de treinamento, podendo alterar o volume por número de exercícios na sessão ou números de séries realizadas por exercício. Pausa tempo de intervalo de recuperação entre as séries entre 3-5 minutos apresentam menos decréscimos na queda de desempenho que 30 segundos e 2 minutos.

Estudo de McCaulley et al. (2008) analisaram a resposta neuroendócrina nos protocolos de hipertrofia (HIP), força máxima (FM) e potência (P) em volumes equalizados comparando os efeitos agudos na manipulação da intensidade e pausa entre as séries. Foi realizado o exercício agachamento nos protocolos de HIP com 4 séries de 10 repetições a 75% 1RM, com 90 segundos de pausa, protocolo de FM, com 11 séries de 3 repetições a 90% 1RM, com cinco minutos de pausa. O protocolo de P utilizou o exercício *squat jump* usando a massa corporal como esforço, de 8 séries de 6 repetições, com três minutos de pausa, e um grupo controle. Os resultados apresentaram aumentos no cortisol e testosterona no protocolo de HIP, a demanda metabólica teve aumento significativo entre os protocolos de FM e HIP no momento pré para imediatamente após, queda na redução de pico de força e taxa de desenvolvimento de força imediatamente após na FM e HIP. As concentrações hormonais permaneceram elevadas nos protocolos de HIP

independente do volume de trabalho, em adição o protocolo de HIP também provocou um padrão único de atividade muscular, indicando que nos protocolos de TF, a intensidade variável e intervalo de repouso, provocam maiores respostas neuroendócrinas diferentes em um único estímulo fisiológico.

Em adição, Nicholson et al. (2014) observaram respostas bioquímicas e neuromusculares agudas no exercício agachamento entre os protocolos de FM (4 x 6 repetições, a 85% 1RM, cinco minutos de pausa), protocolo de HIP (4 x 10 repetições, a 70% 1RM, 90 segundos de pausa) e uma condição controle. Nos protocolos FM e HIP apresentaram reduções na produção de força avaliada na contração isométrica máxima de agachamento, sem diferenças na diminuição do pico de força entre os protocolos, mas o treino de HIP proporcionou uma redução significativa na produção de força quando comparado ao grupo controle. E aumento nas concentrações de lactato sanguíneo e redução do pH no protocolo de HIP comparado a FM e/ou grupo controle.

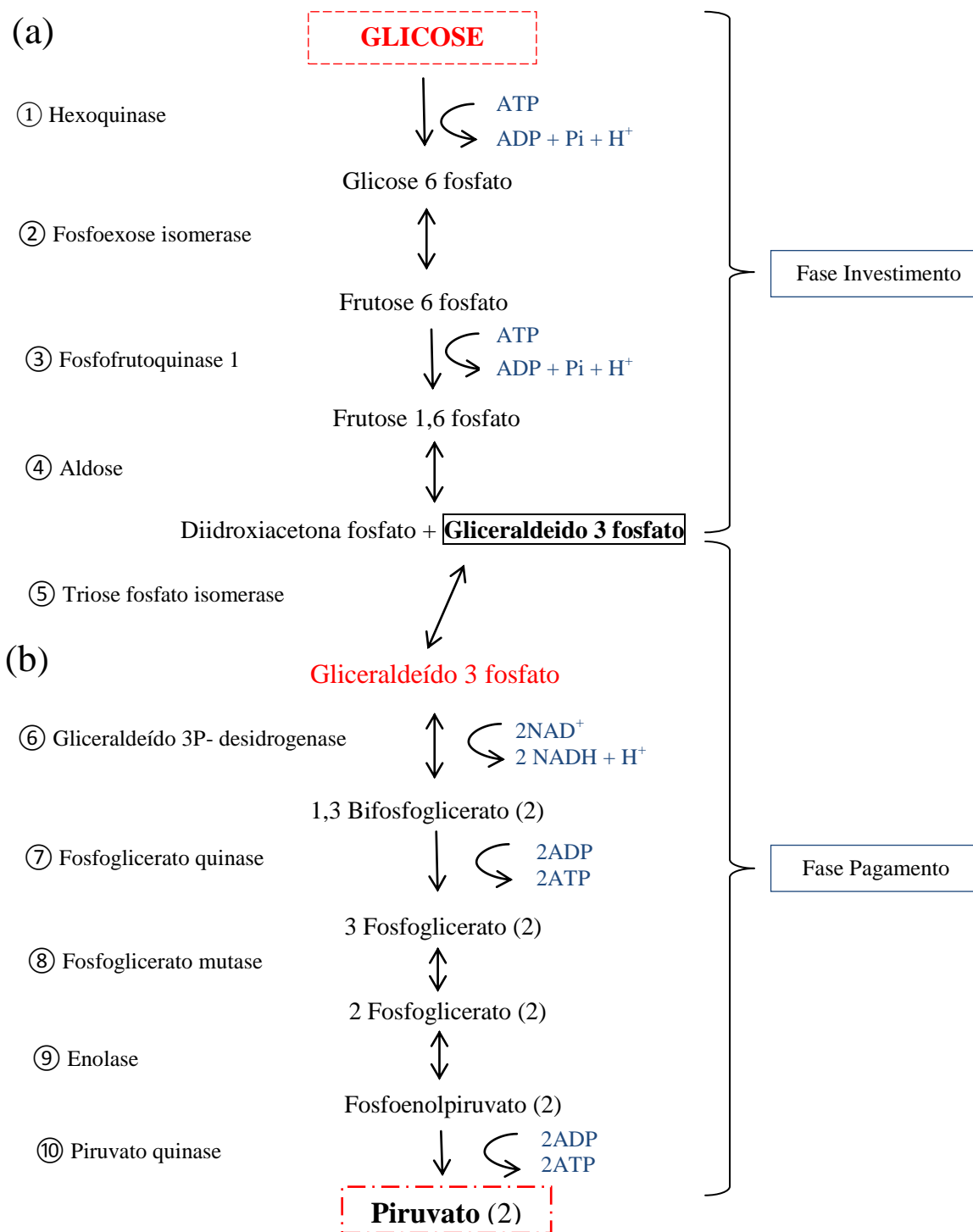
Adicionalmente, Walker et al. (2012) investigaram as possíveis causas da fadiga neuromuscular aguda e alterações na ativação muscular durante um protocolo de FM (15 x 1 repetição, a 100% 1RM, 3 minutos de pausa) e de HIP (5 x 10 repetições, a 80% 1RM, 2 minutos de pausa), realizado no exercício *leg press*, em treze homens ativos com uma semana de intervalo entre os protocolos. A fadiga neuromuscular aguda ocorreu em ambos os protocolos de FM e HIP, através da contração isométrica máxima, observaram que o protocolo de HIP apresentou maior redução na força e eficiência neuromuscular, redução na frequência mediana e a manutenção da amplitude da atividade eletromiográfica (EMG). Os valores na concentração de lactato sanguíneo foram significativos no protocolo de HIP que permaneceram elevados até 15 minutos após a recuperação. Para os autores a fadiga durante a força máxima é estimulada pelo sistema nervoso central, chamada de fadiga neural, enquanto a fadiga periférica que ocorre no protocolo de HIP refere-se à redução de potencial de ação, também sendo prejudicada a geração da força muscular a alterações metabólicas.

Estudo de Linnamo et al. (2000) observaram os efeitos agudos no protocolo de força explosiva (FE) e alta intensidade (AI), realizado pela ação muscular concêntrica no exercício *leg press*. Oito sujeitos ativos foram divididos aleatoriamente com um período de duas semanas entre os exercícios, os protocolos foram; FE com 5 séries de 10 repetições, intensidade a 40% da força

isométrica máxima, com pausa de 1 minuto entre as séries; e AI com o mesmo protocolo de FE mudando somente a intensidade a 70% da força isométrica máxima. A média de tempo da repetição concêntrica e força na FE foi de (347 ms e 1121N) e na AI de (670 ms e 1556N). As ações concêntricas da FE houve mudança no espectro de potência EMG nas frequências mais altas, em comparação a 1ª série a frequência mediana (Fmed) apresentou significativa até 4ª série, já AI a Fmed foi menor em comparação a FE, de modo que a 5ª série FE foi significativa em relação à última série do protocolo de AI. Para os autores o protocolo de FE, parece ter facilitado à função no sistema neuromuscular, em vez de fadiga, no qual o número de movimentos da ação muscular concêntrica parecer ter facilitado em menor sobrecarga.

### **2.3 VIA GLICOLÍTICA E FADIGA MUSCULAR**

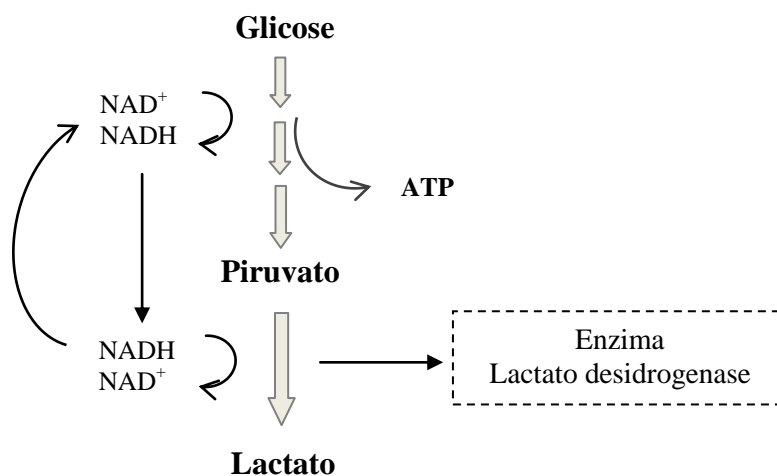
O glicogênio armazenado no músculo é quebrado em glicose que passa a ser utilizado como fonte de energia ao organismo, processo inicial chamado de glicólise (via glicolítica) que ocorre de não haver quantidades suficiente de oxigênio (Guyton e Hall, 2006). A via glicolítica pode ser dividida em duas fases: de investimento (consumo de ATP) e de pagamento (produção de ATP) que ocorrem com a sequência de 10 reações químicas, resultando no final de sua via duas moléculas de piruvato (Lehninger, Nelson e Cox, 2006). Lehninger, Nelson e Cox (2006) descrevem as reações da glicose sendo fosforilada no grupo hidroxila em seis carbonos (C), a glicose 6-fosfato e convertida em frutose 6- fosfato que é novamente fosforilada, que libera a frutose 1,6 fosfato através de 1C, que passa a ser quebrada e liberando duas moléculas com três C, a diidroxiacetona fosfato e o gliceraldeído 3-fosfato, chegando ao final da fase de investimento, duas moléculas de adenosina trifosfato (ATP) são investidas antes da molécula de glicose sofrer a quebra, dividindo-se em duas partes com 3C. O ganho da energia advém da fase do pagamento da glicose, a molécula de gliceraldeído 3-fosfato é oxidada e fosforilada por fosfato inorgânico com a energia vinda da adenosina difosfato (ADP) e transferida em ATP, com a participação da coenzima  $\text{NAD}^+$  no processo de oxidação, recebendo um íon hidreto ( $\text{H}^-$ ) do grupo aldeído do gliceraldeído 3-fosfato que se liga a um fosfato inorgânico, se tornando a  $\text{NADH}+\text{H}^+$  formando o 1,3 bifosfoglicerato, em seguida o 3 fosfoglicerato, 2 fosfoglicerato, fosfoenolpiruvato até ser convertidas em duas moléculas de piruvato (Figura 1).



**Figura 1.** As dez reações da glicólise: (a) fosforilação da glicose e formação do gliceraldeído 3 fosfato, 2 ATPs são usados nessa reação; (b) conversão de gliceraldeído 3 fosfato a piruvato e a formação acoplada de 4 ATPs (Adaptado de Lehninger, Nelson e Cox, 2006).

O piruvato produzido no final da via glicolítica tem seu destino de acordo à intensidade do exercício, em condições aeróbias oxidado pela mitocôndria, em exercícios com predomínio anaeróbio o piruvato é transformado em lactato, que contribuem na regeneração da coenzima nicotinamida adenina dinucleotídeo ( $\text{NAD}^+$ ) capaz de receber os elétrons de  $\text{NADH}$ , permitindo assim, que a via glicolítica prossiga o seu funcionamento (Lehninger, Nelson e Cox, 2006; Lopes, 2010). Durante a hidrólise do próprio ATP a produção de prótons de hidrogênio ( $\text{H}^+$ ) a reação é catalisada pela enzima lactato desidrogenase responsável na produção do  $\text{NAD}^+$  no citosol em consequência a produção de lactato a partir do piruvato, que potencializa a reoxidação do  $\text{NADH}$  apoiado ao fluxo de substratos de energia na segunda fase da via glicolítica, permitindo a regeneração do ATP (Robergs, Ghiasvand e Parker, 2004).

A acidose láctica que ocorre durante exercícios de alta intensidade acontece em função do aumento da hidrólise de ATP no grupo muscular solicitado, e não pela produção de lactato, rejeitando a relação de causa e efeito da acidose através do lactato a fadiga muscular, mas, a produção de lactato é um indicador da magnitude da produção de ATP na via anaeróbia láctica (Robergs, Ghiasvand e Parker, 2004; Macedo et al., 2009). No entanto, a redução da produção da força muscular durante o exercício pode estar associados por fatores metabólicos, considerados como a depleção de substratos energéticos (ATP, fosfocreatina, glicogênio muscular) e/ou acúmulo de sub-produtos como: fosfato inorgânico, ADP, íons de  $\text{H}^+$ , hipertermia e amônia, que contribuem tanto a fadiga central e periférica (Hargreaves, 2005).



**Figura 2.** Ação da enzima lactato desidrogenase e reoxidação da co-enzima NADH (Adaptado de Poso, 2002).

## 2.4 DESTINO DO LACTATO PRODUZIDO NO EXERCÍCIO

O lactato produzido durante contrações musculares a grandes esforços são transportados na corrente sanguínea por uma proteína presente na membrana da célula muscular chamada de transportadores de monocarboxilatos (MCTs), que transporta o lactato dentro da célula para o sangue levando sempre consigo um  $H^+$ , esse mecanismo chamado de simporte, os quais produtos do piruvato transformado em lactato e mais a liberação de  $H^+$ , juntos são removidos e metabolizados a outros tecidos (Brooks, 2000; Frollini et al., 2008).

Existem vários tipos de MCTs que apresentam uma família composta de 14 isoformas, algumas delas ainda não foram identificadas a sua função determinada e/ou especificidade, mas os MCT1 e MCT4 presentes na membrana plasmática do músculo esquelético são os mais relevantes ao transporte de lactato e  $H^+$  na manutenção do pH dentro da célula, que são investigados no desempenho do exercício (Halestrap, 1999; Hoshino et al., 2012).

Para Brooks (2000) o transporte de lactato produzido no citosol foi chamado de lançadeira de lactato no qual o produto final utilizado no exercício pela via glicolítica passa ser disponibilizados como substratos de energia a outros tecidos (músculo fibra tipo I, coração e fígado, cérebro, testículo, ovários). O MCT1 apresenta características oxidativas predominantes nas fibras tipo I e também utilizado na membrana da mitocôndria, desempenhando a função de absorver o lactato corrente sanguíneo aos tecidos (Juel, 2001; Hoshino et al., 2012). Dessa forma, o MCT4 tem a participação nas fibras do tipo II com alta participação no aumento da intensidade durante é após o exercício, com o propósito de liberar o lactato muscular a corrente sanguínea (Juel, 2001; Hoshino et al., 2012).

Durante a prescrição do treinamento físico a intensidade pode influenciar a participação do MCT1 e MCT4, em baixa intensidade a participação das fibras de contração tipo I podem regular a expressão do MCT1, em exercícios a alta intensidade sugerem o aumento do conteúdo de MCT4 como importante mecanismo de regulação do pH na remoção de lactato mais  $H^+$  contribuindo para retardar a acidez e o processo de fadiga muscular (Messonnier et al., 2007; Hoshino et al., 2012).

A capacidade de remoção de lactato do músculo ao sangue é tido como parâmetro em analisar o desempenho do exercício a diferentes intensidades e volume aplicado, fornecendo um

conhecimento do metabolismo anaeróbio ao comportamento do lactato durante o transporte a diferentes tempos após esforço muscular, observando a contribuição de outros tecidos e a capacidade de prolongar a execução do exercício (Messonnier et al., 2006). Imediatamente após o estresse imposto a protocolo de exercício, ocorre o aumento nas concentrações plasmáticas de lactato até atingir um pico, que corresponde à capacidade do MCT4 em remover o lactato formado no músculo levado à corrente sanguínea em um período de tempo, após a elevação do pico uma queda gradual ocorre nas concentrações do lactatos relacionado com o transporte da via MCT1, com a finalidade de remover o lactato a outros tecidos (Lopes, 2010).

A produção de lactato que ocorre no final da via glicolítica em exercício de alta intensidade contribui a produção de energia vinda do ATP na contração muscular, a quantidade de fibras intermediária e de contração rápida são recrutadas durante o aumento da intensidade e duração aplicadas no exercício (Ide, Lopes e Sarraipa, 2010). As intensidade prescritas no treinamento pode contribuir no aumento da capacidade do transporte de lactato e  $H^+$ , os transportadores musculares MCT1 e MCT4, podem ser alterados com o treinamento de alta intensidade desempenhando um importante papel na regulação do lactato e pH, assim, no desempenho do exercício adaptam e melhoram de acordo respostas da produção de lactato, transporte e eliminação durante o treinamento (Pilegaard et al., 1999, Frollini et al, 2008).

A remoção do lactato muscular e o conteúdo do MCTs foram observados pela primeira vez no treinamento de força em sujeitos saudáveis e com diabetes tipo 2 durante seis semanas de treinamento, o estudo reportou aumento no conteúdo de MCT1 e MCT4 em indivíduos saudáveis, os indivíduos com diabetes tipo 2 já apresentavam concentrações inferiores de MCT1 antes do experimento comparado aos indivíduos saudáveis. Dessa maneira, o treinamento de força pode favorecer o aumento do MCT1, mas sem modificações no conteúdo de MCT4 após o período de treino nos indivíduos com diabetes tipo 2 (Juel, Holten e Della, 2004).

## 2.5 CONCENTRAÇÃO DO LACTATO SANGUÍNEO NO TREINAMENTO DE FORÇA

Para Ide, Lopes e Sarraipa (2010) o desenvolvimento da força máxima em programas de exercícios utiliza-se intensidade muita alta com baixa produção de lactato, onde o substrato energético mais requerido é através da via fosfogênica. Já exercícios de alta intensidade com mais de 10 segundos de duração (esforços próximos do máximo) e alta produção de lactato, exemplo treino de resistência de força e força hipertrófica, utilizam também a fosfocreatina como substrato energético, mas o principal substrato energético a glicose e (ou) glicogênio como fonte de energia.

Estudo realizado por Smilios et al. (2003) analisaram o efeito do número das séries (2, 4 e 6) na concentração do lactato sanguíneo, testosterona, cortisol e hormônio do crescimento, nos protocolos, força máxima, força hipertrófica e resistência de força. Onze sujeitos treinados foram submetidos a seguintes protocolos: FM 5 repetições com 88% 1 RM e 3 minutos de pausa, HIP 10 repetições com 75% 1 RM e 2 minutos de pausa, e resistência de força fizeram 15 repetições com 60% 1 RM e 1 minuto de pausa. As concentrações de lactato não apresentaram diferenças no protocolo de FM, mas no protocolo de HIP mostrou maiores concentrações de lactato, quando realizado com 4 séries em comparação ao número de 2 e/ou 6 séries. O protocolo de resistência de força realizado com 2 e 4 séries apresentaram aumentos na concentração de lactato sem diferenças entre os mesmos números de séries. Essas diferenças indicam que os protocolos de força hipertrófica e resistência de força apresentam a ativação do metabolismo glicolítico onde a pausa entre os protocolos foram insuficiente para recuperar a ressíntese da fosfocreatina.

Arazi, Mirzaeil e Heidari (2014) avaliaram respostas metabólicas na velocidade das ações musculares concêntricas (CON) e excêntricas (EXC) realizado no exercício extensão de joelhos, com o método de alta intensidade a velocidade normal (VN) (1s para CON e 1s de Ação EXC), alta intensidade com velocidade tradicional (VTR) (2s para CON e 4s para ação EXC) e a baixa intensidade com velocidade lenta (VL) (3s para CON e 3s para ação EXC). Os três métodos foram realizados com quatro séries até a falha do movimento, com intervalos de pausa de 1 minuto entre as séries, a intensidade baixa foi de 50% 1RM e alta intensidade de 80% de 1RM. Os métodos com alta intensidade (VN e VTR) apresentaram maiores concentrações de lactato em



relação ao método de baixa intensidade a VL, onde o número de repetições no método com VL foi semelhante nos outros dois métodos.

Os protocolos de hipertrofia prescritos com intensidades moderadas e pausa curta apresentaram aumento nas concentrações de lactato onde o caráter metabólico que predomina nesse programa de exercício é glicolítico. Já comparações ao protocolo FM que apresenta características diferentes nas variáveis como alta intensidade e pausa longa também existem aumentos significativos na alteração metabólica, mas as concentrações de lactato no protocolo de FM são menores quando comparadas ao protocolo de HIP, demonstrando que o protocolo de FM ocorre também uma fadiga periférica (McCAulley et al., 2008; Walker et al., 2012; Nisholson et al., 2014).

Adicionalmente, estudo de Buitrago et al. (2013) observaram a concentração de lactato em dez homens treinados que realizavam uma série até a falha do movimento no exercício supino máquina sentado nos seguintes protocolos: resistência de força (RF), resistência de força rápida (RFR), HIP e FM. As intensidades e velocidades prescritas foram: RF 55% 1RM, 4/1/4/1(4 segundos concêntrica, 1 segundo isométrico, 4 segundos excêntrico, 1 segundo isométrico), RFR 55% 1RM (explosiva, 1/1/1), HIP 70% 1RM (2/1/2/1) e FM 85% 1RM (explosiva, 1/1/1). A comparação para o 4 protocolos na concentração de lactato, o protocolo de RFR foi significativamente maior na FM ( $5.1 \pm 1.3$  vs  $4.1 \pm 1.5$  mmol/L), sem diferença ao protocolo de RF ( $4.7 \pm 1.0$  mmol/L) e hipertrofia ( $4.9 \pm 1.0$  mmol/L). Para Linnamo et al. (2005), aumentos no lactato sanguíneo ocorreram durante o protocolos de FE e AI. Contudo, as concentrações de lactato sanguíneo após exercício parecem ter relação com a carga de treino, duração do trabalho e períodos de pausa (Smilios et al, 2003; MacCaulley et al., 2008).

Smilios et al. (2006) observaram a concentração de lactato em homens idosos e jovens com experiência no treinamento, realizados em seis exercícios com 3 séries de 15 repetições a 60% 1RM, com intervalos de descanso de 90 segundos entre as séries. Ambos apresentaram aumento da concentração de lactato, com maior demanda metabólica nos jovens comparados aos idosos. Logo imediatamente após e 15 min demonstram o aumento da demanda metabólica sem a verificação da remoção do lactato, tempo que leva com a queda gradual do lactato do sangue aos tecidos.

Resposta na força muscular e lactato sanguíneo foram comparadas entre homens e mulheres durante uma sessão nos exercícios abdominais, supino e *leg press* (realizados no aparelho David 210) em três diferentes protocolos. No estudo foram utilizados protocolos de hipertrofia com (5x 10RM), os mesmos protocolos aplicados com menor intensidade da força submáxima com carga de 70% (5 x 70% x 10RM), e em força explosiva, carga de 40% com velocidade de movimento rápido (5 x 40% x 10RM), ambas intensidades calculadas através das 10RM do protocolo de HIP. Entretanto, a força máxima teve queda em todos os protocolos em ambos os sexos, mais a maior queda e uma recuperação mais lenta foi observado no protocolo de hipertrofia, o valores da concentração de lactato sanguíneo foram comparadas somente no momento após o exercício, com aumento do lactato maior em homens do que nas mulheres nos protocolos de HIP e força explosiva, visto maiores valores na treino de HIP em ambos os sexos (Linnamo et al., 2005).

Estudo de Rahimi et al. (2010) observaram o caráter metabólico em diferentes intervalos de descanso entre as séries com 60, 90 e 120 segundos no treinamento de força, dez homens com experiência no treinamento de força participaram da sessão do exercício com 4 séries de agachamento e supino até a falha do movimento, com intensidade a 85% 1RM com recuperação de 4 minutos entre o exercício. As concentrações de lactato apresentaram diferenças significativas nos três tempos de intervalo entre as séries do momento pré ao imediatamente após o exercício, sem analisar o tempo em que cada intervalo de descanso poderia resultar na remoção do lactato do sangue aos tecidos.

A investigação no tempo de remoção de lactato durante protocolos de treinamento de força colabora a ideia de qual método e protocolo de treinamento transporta o lactato mais  $H^+$  para o sangue e após o exercício, qual e o tempo de remoção de lactato do sangue aos tecidos que pode contribuir na capacidade do sistema muscular adaptar ao estresse muscular, melhorando e prolongado tempo da execução no exercício durante períodos de treinamento (Hangreave, 2005; Hoshino et al., 2012).

### **3. OBJETIVO**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL:**

Verificar de forma aguda a resposta metabólica e *performance* frente à diferentes protocolos de hipertrofia, força máxima e potência em sujeitos treinados.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Comparar o load entre os diferentes protocolos de treinamento de força do tipo hipertrófica, força máxima e potência.

Mensurar e comparar as mudanças no pico de força máxima isométrica no flexor de cotovelo nos momentos pré e após os diferentes protocolos de hipertrofia, força máxima e potência.

Mensurar e comparar a cinética de remoção de lactato sanguíneo pré, imediatamente após, 3, 5, 10, 15 e 30 minutos frente ao exercício de flexão do cotovelo unilateral nos diferentes protocolos de treinamento de força.

### **4. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA**

O presente estudo justifica-se pela importância acadêmica e prática do entendimento do treinamento de força e suas manifestações da força, que pode ser alterado sob o efeito agudo da manipulação das variáveis de treino: intensidade, volume, pausa, ação muscular e velocidade de execução, nas alterações neuromusculares. Entretanto, pouco se conhece sobre os efeitos nos protocolos de hipertrofia, força máxima e potência frente ao exercício monoarticular em membros superiores e volume de treino equalizado. Desta forma, há importância de compreender as diferenças na *performance* e metabolismo nos protocolos de hipertrofia, força máxima e potência no flexor unilateral de cotovelos em sujeitos treinados

## **5.MATERIAIS E MÉTODOS**

Trata-se de um estudo com desenho cruzado e aleatorizado, prospectivo, realizado no Laboratório de Biodinâmica do Movimento Humano da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), baseado nas recomendações do CONSORT (Martins, Souza e Oliveira, 2009).

### **5.1 PARTICIPANTES**

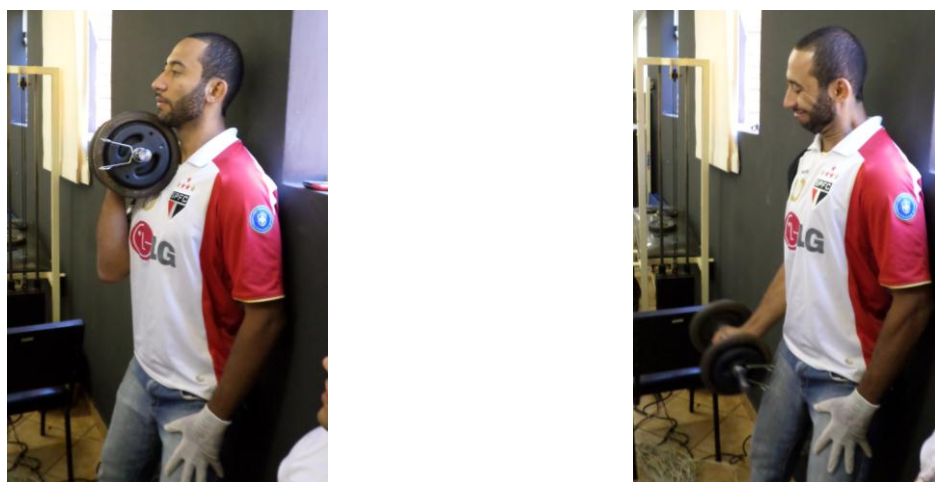
A amostra foi composta por 14 indivíduos do sexo masculino (idade:  $25\pm 4$  anos, estatura:  $177\pm 4$  cm, massa:  $79,5\pm 9$  kg, 1RM:  $19,7\pm 4$  kg), treinados em força por mais de 3 anos, aptos fisicamente para a realização do estudo. Dos 14 sujeitos apenas um apresentou dominância manual esquerda. O número de sujeitos foi determinado utilizando os dados do pico de força e pico de potência, de um estudo piloto previamente realizado, com indivíduos que possuem as mesmas características empregadas no presente estudo, baseado em significância de 5% e um poder do teste de 80% (Eng, 2003). Todos os sujeitos foram informados dos procedimentos experimentais por meio de uma reunião entre os responsáveis pelo estudo e os sujeitos, na qual foram esclarecidos de forma clara e detalhada os objetivos, a metodologia, os benefícios relacionados ao estudo e os possíveis riscos envolvidos na pesquisa. Em seguida, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE, ANEXO I), aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP (Protocolo #19/13, ANEXO II). A metodologia proposta foi formulada respeitando resoluções 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

## 5.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Os critérios de inclusão adotados serão: (i) ser praticante de treinamento de força de forma ininterrupta por mais de um ano; (ii) ter idade compreendida entre 18 e 35 anos; (iii) sem qualquer cirurgia prévia no membro superior; (iv) sem qualquer acometimento osteomioarticulares em membros superiores.

## 5.3 PROCEDIMENTOS

Todos os sujeitos se apresentaram no laboratório em 4 ocasiões, espaçadas de no mínimo 48hs. Na primeira visita, os dados antropométricos (massa, estatura e comprimento de antebraço) foram mensurados e os sujeitos foram questionados sobre o tempo e nível de condição física, dominância manual e idade. Então, os sujeitos foram familiarizados com os procedimentos utilizados. Um teste de força máxima (1RM) (Brow e Weir, 2001) foi realizado utilizando a flexão unilateral de cotovelo no membro superior dominante (Figura 3). Essa avaliação possibilitou prescrever intensidade em % 1RM a cada protocolo experimental.

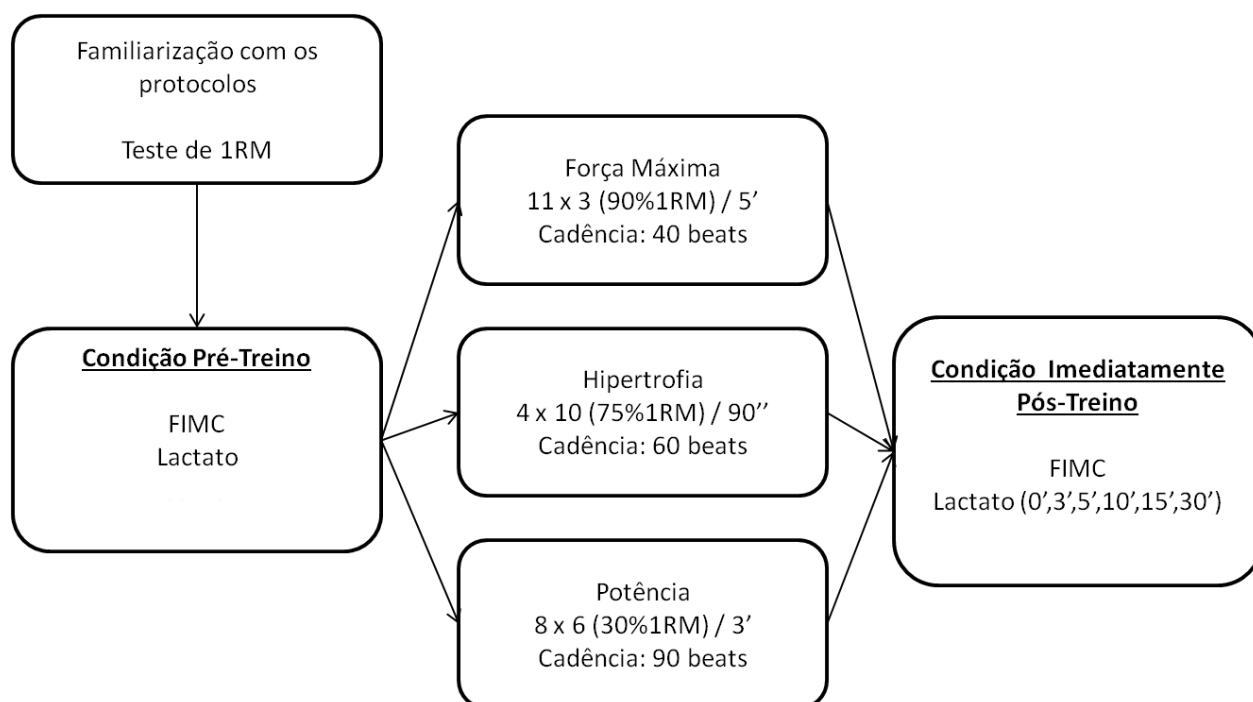


**Figura 3.** Posicionamento inicial e final na avaliação de força máxima dinâmica (1RM).

Após a primeira visita, os sujeitos realizaram três protocolos experimentais de treinamento de força para os membros superiores aleatorizados (realizados um em cada visita).

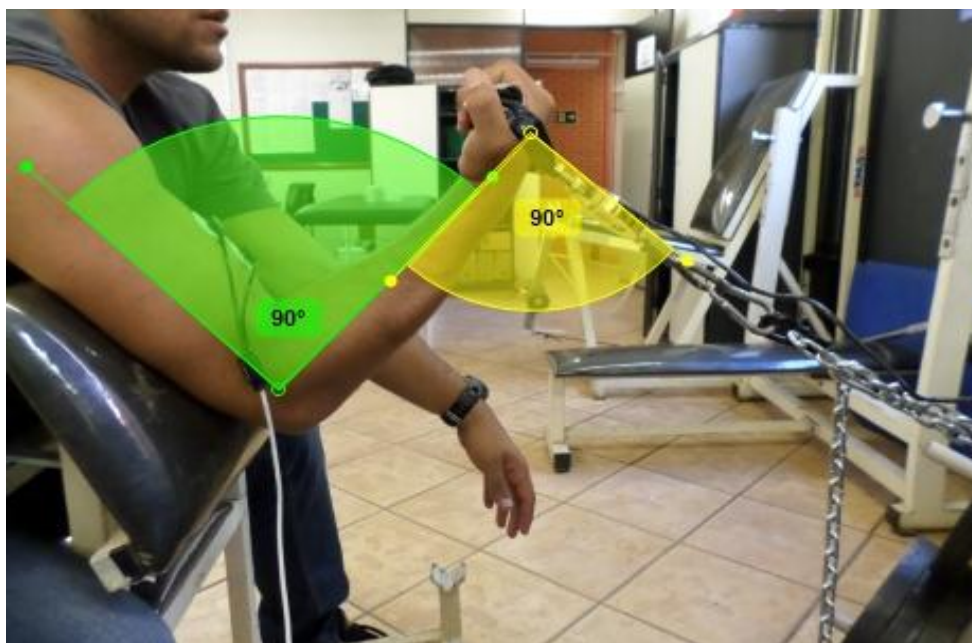
Os protocolos experimentais foram: hipertrofia (HIP), força máxima (FM), potência (P) (Figura 4). Foi aplicado um intervalo de uma semana entre as visitas. A cadência entre os protocolos foi controlada por um metrônomo digital. O número de séries, repetições e intensidade foram projetados que o volume de cada protocolo fosse equiparado, mas com intensidades variadas. Segue abaixo a explicação de como cada protocolo de força foi realizado:

1. Hipertrofia (HIP): composto por 4 séries de 10 repetições de flexão simultânea dos cotovelos a 75% de 1RM, com períodos de descanso passivo de 90 segundos e cadência de 60 beats.
2. Força Máxima (FM): composto por 11 séries de 3 repetições de flexão simultânea dos cotovelos a 90% de 1RM, com períodos de descanso passivo de 5 minutos e cadência de 40 beats.
3. Potência (P): composto por 8 séries de 6 repetições de flexão simultânea dos cotovelos a 30% de 1RM, com períodos de descanso passivo de 3 minutos e cadência de 90 beats.



**Figura 4.** Esquema do desenho experimental do estudo.

Um teste de força máxima isométrica unilateral para os flexores de cotovelo (em  $90^\circ$ ), lactato foram realizados antes e após cada protocolo de força. Os sujeitos permaneceram sentados com o membro dominante apoiado no banco *scott* e segurando uma célula de carga posicionada perpendicularmente ao antebraço (Figura 5).



**Figura 5.** Posicionamento do membro superior durante coleta de dados.

Segue abaixo a descrição dos testes:

- a. Teste de flexão isométrica máxima dos cotovelos (FIMC):* O teste FIMC foi realizado unilateralmente através da flexão do cotovelo em um ângulo de tração de  $90^\circ$  contra uma célula de carga (CEFISE, Brasil), iniciando a contração o mais rápido possível e mantendo a contração máxima por 10 segundos. As coletas foram realizadas antes e imediatamente após cada protocolo de força. A frequência de aquisição foi de 100Hz (Figura 6).



**Figura 6.** Posicionamento da célula de carga.

- b. Cinética de Remoção de Lactato:** As coletas de lactato sanguíneo foram realizadas em 7 momentos distintos: pré-teste (Basal), imediatamente após(0), 3, 5, 10, 15 e 30 minutos após cada protocolo. As amostras de sangue foram coletadas na ponta dos dedos, por meio de lancetas descartáveis da marca (G·TECH), de onde foram retirados 25  $\mu\text{L}$  de sangue, através de capilares heparinizados, previamente calibrados e transferidos para microtubos de polietileno (1,5 mL). O sangue coletado foi primeiramente armazenado em eppendorfs contendo 50  $\mu\text{L}$  de solução de fluoreto de sódio a 1%. Em seguida, as amostras foram armazenadas a  $-70^{\circ}\text{C}$ .



## 5.4 ANÁLISE DOS DADOS

A análise do desempenho foi mensurada através do *load* em cada protocolo de força. O *load* foi definido através do cálculo que segue:  $Load = \text{número de séries} \times \text{número de repetições} \times \text{sobrecarga (Kg)}$ .

Para a FIMC os dados foram filtrados com um filtro passa baixa *Butterworth* de 4a ordem e atraso zero, e com frequência de corte de 50 Hz. Foi definido o pico de força isométrica máxima durante 10 segundos.

A determinação do lactato foi realizada por meio do analisador eletroenzimático (YSL 1500 SPORT, Yellow Springs, Inc., USA). As concentrações de lactato no sangue foram expressas em mmol/L.

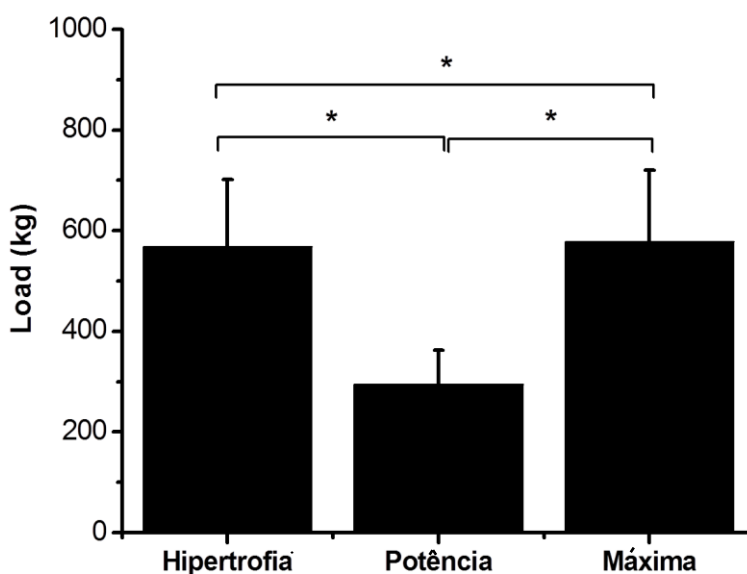
## 5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade e homogeneidade das variâncias foram verificadas utilizando o teste de Shapiro-Wilk e de Levene, respectivamente. Todos os dados foram reportados através da média e desvio padrão (DP) da média. One-way ANOVA foi utilizada na comparação das variáveis dependentes (*Load*, pico lactato e lactato total) nos protocolos Hipertrofia, Máxima e Potência. ANOVA (3x2) com medidas repetidas foi utilizada para comparar a diferença da variável dependente (pico de força máxima isométrica) analisadas entre condições (pré e pós) e protocolos de força (Hipertrofia, Máxima e Potência). ANOVA (3x7) medidas repetidas foi utilizada na comparação das variáveis dependentes (cinética de remoção de lactato), analisadas entre condições protocolos de força (Hipertrofia, Máxima e Potência), tempo de coleta do lactato (pré e pós [0', 3', 5', 10', 15', 30']). O post hoc de *Bonferroni* foi utilizado para verificar as diferenças. O cálculo do tamanho do efeito (TE) foi realizado através da fórmula de Cohen e os resultados se basearam nos seguintes critérios: <0,35 efeito trivial; 0,35-0,80 pequeno efeito; 0,80-1,50 efeito moderado; e >1,50 grande efeito, em sujeitos treinados recreacionalmente baseado em Rhea (2004). Significância ( $\alpha$ ) de 5% foi utilizada em todos os testes estatísticos, através do software SPSS versão 21.0.

## 6. RESULTADOS

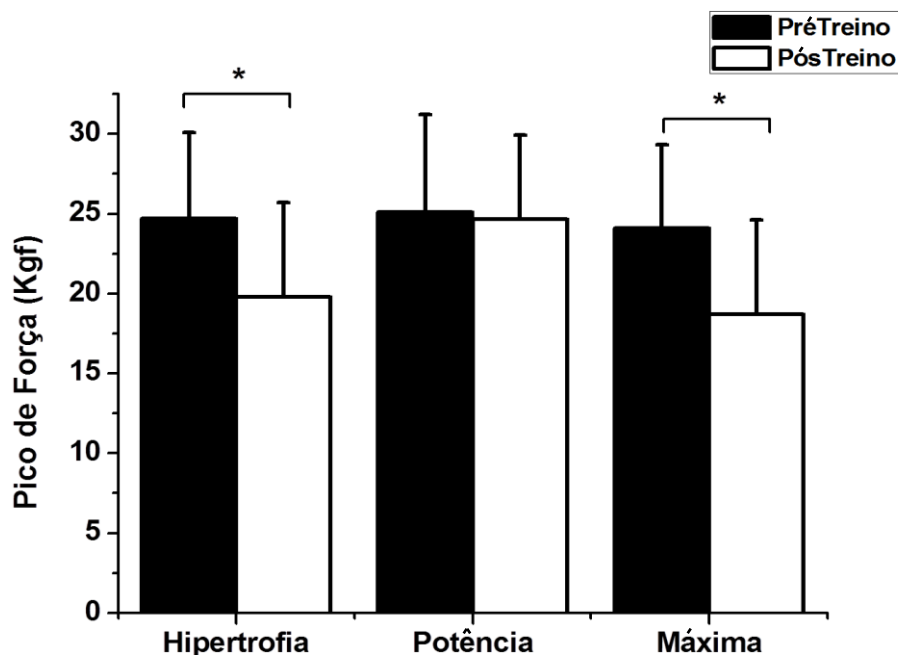
### 6.1 ANÁLISES DO DESEMPENHO

Para a variável *load* (Figura 7) foi verificada diferença significativa entre os protocolos de força: Hipertrofia x Potência ( $P<0,001$ , TE=3,15,  $\Delta\%= 92,8$ ); Hipertrofia x Máxima ( $P=0,03$ , TE=0,85,  $\Delta\%= 1,5$ ); Máxima x Potência ( $P<0,001$ , TE=3,54,  $\Delta\%= 95,8$ ).



**Figura 7.** Média e desvio padrão do *Load* entre os diferentes protocolos de força. \* $P<0,05$ .

A variável pico de força isométrica dos flexores de cotovelo (Figura 8) foram verificadas diferenças significantes entre as condições pré e pós-treino nos protocolos de Hipertrofia ( $P<0,001$ , TE=0,90,  $\Delta\%=24,8$ ) e Máxima ( $P=0,002$ , TE=1,08,  $\Delta\%=25,3$ ). Não foi observada diferença significativa entre as condições pré e pós-treino no protocolo de Potência.

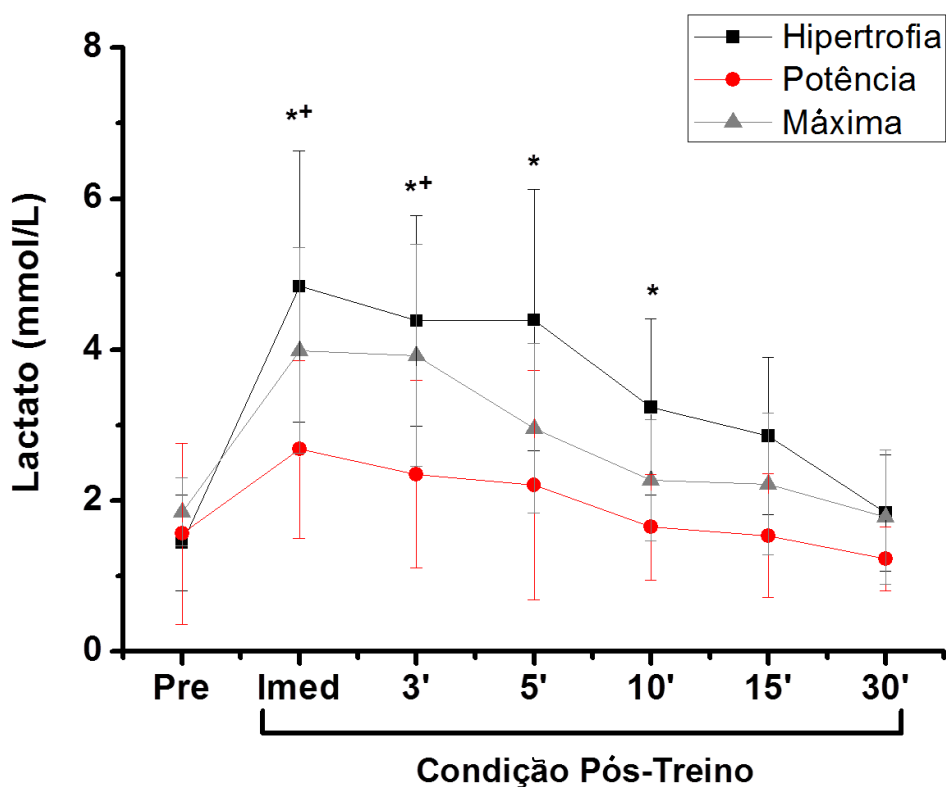


**Figura 8.** Média e desvio padrão do pico de força isométrica entre os diferentes protocolos de força, nas condições pré e pós-treino. \* $P < 0,05$ .

## 6.2. ANÁLISE METABÓLICA

Para a variável lactato (Figura 9) foram verificadas diferenças significantes entre as condições pré e pós-treino nos protocolos de Hipertrofia (imediatamente após,  $P < 0,02$ ; 3' após,  $P < 0,001$ ; 5' após,  $P = 0,03$ ; e 10' após,  $P = 0,028$ ) e Máxima (imediatamente após,  $P = 0,022$ , e 3' após,  $P = 0,013$ ). Não foram observadas diferenças significantes entre as condições pré e pós-treino para o protocolo de Potência. A remoção do lactato do sangue aos tecidos ocorreu no protocolo de hipertrofia após 10 minutos do término da sessão de treinamento. Porém, no protocolo de força máxima a remoção do lactato do sangue aos tecidos ocorreu após 3 minutos do término da sessão de treinamento. A concentração do pico de lactato com diferenças entre hipertrofia e potência ( $P < 0,05$ ,  $TE = 1,12$ ,  $\Delta\% = 64,3$ ), com valores de  $5,4 \pm 2,5$  mmol/L e  $3,1 \pm 1,3$  mmol/L, respectivamente (Figura 10). Não foi encontrada diferença ( $P > 0,05$ ) na comparação com o protocolo força máxima ( $4,7 \pm 1,2$  mmol/L). No entanto, o volume somatório do lactato

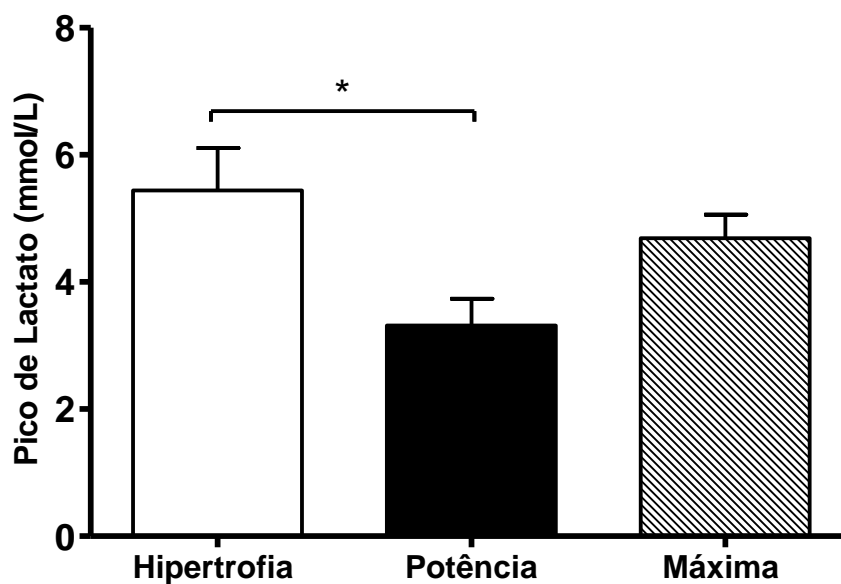
produzido após cada sessão foram maiores em FM e HIP (Figura 11). Foi observada diferença entre hipertrofia x potência ( $21,9 \pm 7,68$  x  $11,6 \pm 4,43$ , respectivamente;  $P < 0,01$ ,  $TE = 1,75$ ,  $\Delta\% = 87,60$ ) e entre potência x máxima ( $11,6 \pm 4,43$  x  $17,1 \pm 4,53$ , respectivamente;  $P < 0,05$ ,  $TE = 1,50$ ,  $\Delta\% = 47,04$ ). Não foi observada diferença entre o protocolo de hipertrofia x força máxima ( $21,9 \pm 7,68$  x  $17,1 \pm 4,53$ ;  $TE = 0,70$ ,  $\Delta\% = 27,58$ ).



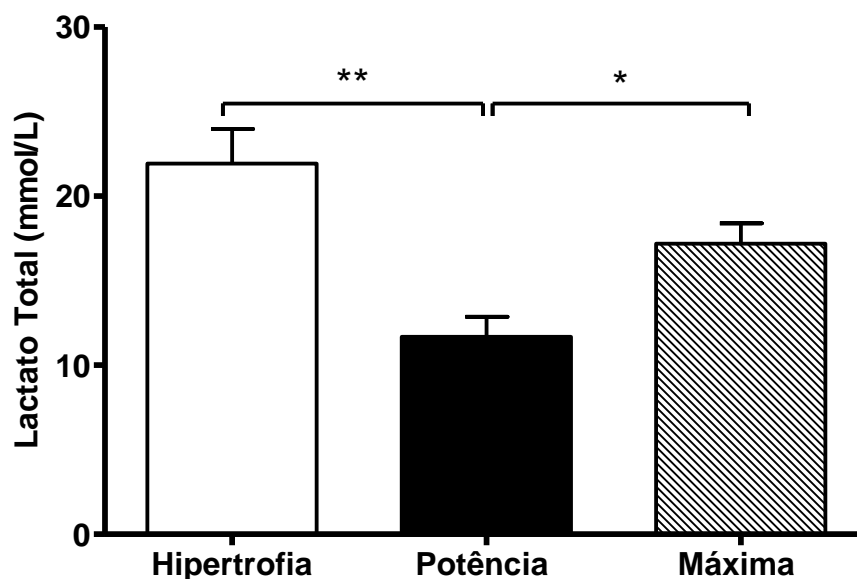
**Figura 9.** Média e desvio padrão do lactato entre os diferentes protocolos de força, nas condições pré e pós-treino. \*Diferença entre a condição pré e pós-treino no protocolo de Hipertrofia,  $P < 0,05$ ; +Diferença entre a condição pré e pós-treino no protocolo de Máxima,  $P < 0,05$ .

Tabela 1. Cálculo do delta percentual ( $\Delta\%$ ) do comportamento de lactato entre os momentos de cada protocolo.

Momentos	Hipertrofia	Hipertrofia	Força máxima
	$\bar{x}$ Força Máxima	$\bar{x}$ Potência	$\bar{x}$ Potência
	$\Delta\%$	$\Delta\%$	$\Delta\%$
Pré	28,98%	8%	18,79%
Imediatamente	30,06%	94%	49,16%
3 min	11,62%	86,16%	66,78%
5 min	48,15%	98,35%	33,88%
10 min	42,33%	95,47%	37,33%
15 min	28,68%	85,36%	44,04%
30 min	2,87%	49,39%	45,21%



**Figura 10.** Média e desvio padrão do pico de lactato entre os protocolos.\* Representa alteração significativa entre hipertrofia e potência,  $*P<0,05$ .



**Figura 11.** Média e desvio padrão do lactato total entre os protocolos.\* Representa alteração significativa entre potência e máxima,  $P<0,05$ ; \*\* Representa alteração significativa entre hipertrofia e potência,  $P<0,01$ .

## 7. DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito agudo do treinamento de força em diferentes protocolos de hipertrofia, força máxima e potência com volume equalizados na *performance* e lactacidemia em homens treinados. Os principais achados deste estudo foram no *load* de treino maiores nos protocolos de FM e HIP em relação o protocolo de P, diminuição na variável força pico após o protocolo de HIP e FM. Aumento na concentração de lactato e diferenças no tempo da remoção entre os protocolos de HIP e FM, diferenças no volume total de lactato produzido em HIP e FM em relação ao protocolo de P e o pico de lactato diferente em HIP em relação a P.

Inicialmente, nosso estudo foi realizado utilizando um exercício isolado (monoarticular) de flexores de cotovelo unilateral, e apresentou aumento na concentração de lactato e diminuição da força os quais corroboram o estudo McCaulley et al. (2008), que investigaram pela primeira vez a equalização do volume entre protocolos (HIP, FM e P) no exercício agachamento o qual envolveu uma maior quantidade de massa muscular.

Tran e Dochety (2006) comparam o *load* e o tempo sobtensão na fadiga muscular após diferentes sessões nos flexores unilaterais de cotovelo. Concluíram que a fadiga muscular que reflete com a diminuição da capacidade em gerar força de um grupo muscular, é influenciada pelo tempo que a musculatura é colocada sobtensão e o *load*, durante as sessões de treinamento o cálculo do *load* está associado com significativas alterações neuromusculares. De acordo com nosso estudo, o protocolo HIP e FM proporcionaram *load* maior que o protocolo de P, que resultaram aos protocolos de HIP e FM uma diminuição do pico de força comparado ao *load* de cada sessão.

Nosso estudo avaliou a *performance* neuromuscular através do teste de força máxima isométrica, que resultaram na diminuição do pico de força entre os protocolos de FM e HIP sem alteração no protocolo de P. O mesmo teste foi utilizado na pesquisa de McCaulley et al. (2008), no qual foram encontrados similaridades na diminuição da força imediatamente após os protocolos de FM e HIP realizados no exercício de agachamento, e sem diferença no decréscimo da força no protocolo de P. Estudo de Nicholson et al. (2014) investigaram em sete homens treinados as respostas neuromusculares e bioquímicas nos protocolos de HIP (4x10 repetições, 70% 1RM, 90 segundos de pausa), FM (4x6 repetições, 85% 1RM, 5 minutos de pausa) e grupo controle no exercício agachamento, que resultaram queda na força pico após os protocolos, mas, diferença significativa observada no protocolo de HIP.

A diminuição do pico de força nos protocolos de FM e HIP ocorrido no presente estudo, observou-se que os maiores *load* se relacionaram a estresse musculares que afetaram a *performance*. O *load* investigado no estudo de Arazi, Mirzaei e Heidari (2014) observaram respostas metabólicas e neuromusculares no TF a três protocolos referentes aos tipos de velocidade de execução, velocidade lenta a baixa intensidade (3s CON e 3s EXC, 50% 1RM) e a alta intensidade (80% 1RM): velocidade tradicional (2s CON e 4s EXC) e velocidade normal (1s CON e 1s EXC), o *load* na velocidade lenta foi menor e sem diferenças significativas na concentração de lactato em comparação a velocidade tradicional e normal. A intensidade e volume durante o TF é importante no aumento das concentrações de lactato, a velocidade lenta apresentou diferenças neuromusculares significativas comparadas à velocidade tradicional e normal, a velocidade lenta executada no exercício pode afetar ativação do músculo mesmo a uma

menor intensidade. Em nossos resultados, o protocolo de P executada com velocidade rápida não gerou um estresse mecânico suficiente, mostrando que o *load* de treino menor em relação aos protocolos HIP e FM não influenciou em alterações metabólicas e redução na força, tal fenômeno pode ser explicado devido à baixa intensidade e rápida velocidade na ação muscular empregado no protocolo P, estas manipulações da velocidade de movimento e intensidade não foram suficientes em gerar uma sobrecarga metabólica e neuromuscular significativa frente aos outros protocolos empregados.

Em termos das alterações bioquímicas que podem ocorrer na diminuição da performance nos protocolos de força, estudo de Nicholson et al. (2014) observaram relativas respostas no acúmulo de lactato e  $H^+$  analisados pela diminuição do pH, imediatamente após HIP quando comparados nas condições de FM e controle. Essas alterações foram semelhantes ao nosso estudo, em que mudanças metabólicas ocorreram na prescrição de maiores volumes e curtos intervalos de descanso, ao contrário do protocolo de FM, que não são prescritos a induzir estresse metabólico significativo, pois apresentam intervalos de descanso maiores de 2 minutos e um menor tempo de execução (Ratamess e Kraemer, 2004, Similos et al., 2003). A participação da via glicolítica observada em protocolos de TF procuram demonstrar o aumento das concentrações de lactato entre os momentos pré e imediatamente após exercício, não demonstrando após a recuperação do exercício o tempo em que o lactato é removido do sangue até os tecidos (Linnamo, et al., 2000; Linnamo et al., 2005; Arazi, Mirzaei e Heidari, 2014). Estudo de Smilios et al. (2003) observaram valores significativos nas concentrações de lactato entre os protocolos de HIP e resistência de força até o período de 15 e 30 minutos, comparados a sessão controle, FM e momento basal. Nos estudos de Walker et al. (2012) os valores das concentrações de lactato após a intervenção, permaneceram aumentados até os 15 minutos em HIP, enquanto FM o lactato já havia sido removido próximo aos valores pré. Nosso estudo procurou demonstrar através da cinética da remoção de lactato o tempo em que o lactato permaneceu no sangue e foi removido para os tecidos (fibra tipo I, coração e fígado) pelo MCT1, apresentaram valores significativos até 10 minutos no protocolo de HIP e até 3 minutos no protocolo FM, quando comparados aos valores pré. Adicionalmente, os valores do pico de lactato foram maiores em HIP ao protocolo de P, e os valores do lactato total produzido apresentaram diferença em HIP e FM comparado a P.



Nossos dados indicam que ambos os protocolos de HIP e FM resultaram no aumento da concentração de lactato, porém, o pico de lactato mostrou uma maior ativação do metabolismo glicolítico em HIP quando comparado a P. Adicionalmente, estudo de Smilios et al. (2003) que investigaram os efeitos entre protocolos de resistência de força, HIP e FM na alteração no número das séries (2,4,6), as alterações nas concentrações de lactato nos protocolos resistência de força e HIP ocorreram em um maior número de repetições e tempo de pausa menores que 2 minutos, o que apresenta a característica glicolítica. Já o protocolo de FM possui um intervalo de descanso maior entre as séries, o que proporcionou um caráter metabólico predominantemente ao sistema fosfagênico. Pesquisa de McCaulley et al. (2008) apresentou maiores concentrações de lactato entre os protocolos HIP e FM comparado aos valores pré, em HIP em relação a FM e P. Nosso trabalho não mostrou diferença das concentrações de lactato de HIP a FM. Pesquisa de Buitrago et al. (2013) observaram diferenças no aumento da concentração de lactato no protocolo resistência de força realizado a velocidade rápida maior do que FM, sem diferença em HIP e RF, em cada protocolo foi realizado uma série até a falha do movimento no exercício supino reto sentado. Nota-se, que o maior valor do pico de lactato encontrado no exercício supino reto sentado foi ( $5,1 \pm 1,3$  mmol/L), em nosso estudo no exercício flexor unilateral de cotovelo de ( $5,4 \pm 2,5$  mmol/L), que diferencia na quantidade do número de séries realizadas, pois a quantidade de massa muscular envolvida no exercício influencia na atividade da via glicolítica (Wirtz et al., 2014).

Estudo de Walker et al. (2012) observaram fadiga neuromuscular aguda durante os protocolos de FM e HIP em 13 homens saudáveis ativos sem a prática de treinamento de força, a carga de treino avaliada pelo *load* apresentou maior valor significativo em HIP, e a força máxima isométrica avaliada entre os momentos (pré, meio do treino, imediatamente após, 15 e 30 minutos), apresentaram diminuição na performance em HIP imediatamente após, que permaneceram até os 15 minutos comparado a FM. Nicholson et al. (2014) também apresentou diminuição na força em ambos os protocolos de HIP e FM, mas a diminuição do pico de força foi significativo em HIP, podendo ter relação com a diminuição do pH no sangue, que tem relação direta no aumento do lactato, assim, observado maior queda na produção da força com a diminuição do pH sanguíneo e aumento do lactato, demonstrando a acidez após o exercício.

Wirtz et al. (2014) observaram as respostas do comportamento do lactato frente a 3 séries a 10RM, com pausa de 3 minutos entre cada série, e diferenças entre grupos musculares (membros superiores e membros inferiores), realizados no *leg press* com um perna e ambas as pernas, flexão unilateral de cotovelo e ambos os braços. Os resultados mostraram que a concentração de lactato foi significativamente maior no exercício *leg press* ( $6,8 \pm 1,6$  mmol/L) e significativamente menor no flexor unilateral de cotovelo ( $2,8 \pm 0,7$  mmol/L), não houve diferença no flexor de cotovelo simultâneo e *leg press* unilateral. A cinética do lactato entre as séries mostraram aumento do lactato após a 1ª série e durante o intervalo de repouso, diminuição do lactato durante a 3ª série nos exercícios de membros superiores e durante a 2ª e 3ª série nos exercícios de membros inferiores.

A concentração de lactato apresentou-se condizente ao grau de esforço realizado, mostrando-se elevado a maior sobrecarga nos protocolos de HIP e FM. Através do lactato total produzido após o exercício flexor de cotovelo unilateral no protocolo de FM e HIP, não foi possível demonstrar diferença na via glicolítica. Mas, a partir do pico de lactato demonstra-se uma maior ativação do lactato referente ao protocolo de FM, que não apresentou diferença do pico de lactato em comparação ao protocolo de P. No entanto, mesmo sem diferença significativa durante as concentrações de lactato nos protocolos de FM e HIP, a via glicolítica demonstrou eliminar o lactato do sangue em FM após 3 minutos e em HIP após 10 minutos.

O presente estudo apresenta algumas limitações aplicadas durante as sessões, como a não utilização da escala percepção subjetiva do esforço, com a finalidade de analisar qual protocolo de treino apresentou ser mais cansativo entre cada sessão. A não utilização da zona de RM, que possui uma grande vantagem de ajustar a carga ao estado psicológico e físico de cada indivíduo durante as sessões, enquanto o método de percentual de 1RM o ajuste só ocorre após a realização dos testes de 1RM. E o tempo sobtensão no exercício, que pode auxiliar no estímulo muscular exercido pelo tempo a diferentes sessões de treino.

## 8. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos no presente estudo pode-se concluir que os protocolos de hipertrofia e força máxima no exercício flexor unilateral de cotovelo influenciaram na queda da *performance*, aumento da concentração de lactato e diferença no tempo de remoção de lactato de 3 minutos em força máxima e 10 minutos em hipertrofia. O pico do lactato foi maior entre o protocolo de hipertrofia comparado ao protocolo de P. O *load* entre as sessões de treino no protocolo de hipertrofia e força máxima demonstrou associação a maior estresse mecânico comparado ao protocolo de potência, no qual não apresentou diminuição da *performance* e utilização da via glicolítica no fornecimento de energia.

## 9. APLICAÇÕES PRÁTICAS

Considerando a manipulação das variáveis de treinamento nas manifestações da força, a intensidade, pausa, controle na velocidade e volume equalizado entre os protocolos, pode demonstrar que o protocolo de força máxima compromete na *performance* após o treinamento, na qual apresenta a participação da via glicolítica mesmo a intervalo de descanso maiores entre as séries. Assim, durante o treinamento de força o protocolo de força máxima pode ser prescrito com intuito de induzir tanto estresse metabólico e mecânico, semelhante ao protocolo de hipertrofia em que contribui no desenvolvimento da secção transversa do músculo, pois o protocolo de força máxima a volume de séries próximo ao protocolo de hipertrofia caracteriza em resposta aguda semelhante no sistema neuromuscular e metabólica. O protocolo de potência é o que menos gera estresse ao organismo, pois durante a sessão do treinamento não houve o comprometimento da *performance* muscular, mantendo o seu predomínio metabólico anaeróbio alático.

## 10. REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, v, 41, n.3, p. 687-708, 2009.

ARAZI,H.; MIRZAEIL, B.; HEIDARI, N. Neuromuscular and Metabolic Responses to Three Different Resistance Exercise Methods. *Asian J Sports Med*, v.5, n.1, p, 30-38, 2014.

BUITRAGO, S.; WIRTZ, N.; YUE, Z.; KLEINODER, H.; MESTER, J. Mechanical load and physiological responses of four different resistance training methods in bench press exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.27, n. 4, p.1091-1100, 2013.

BROOKS, G.A. Intra and extra-celular lactate shuttles. *Medicine e science in sports e exercise*, v, 32, n. 4, p. 790-799, 2000.

BROWN, L.E. *Treinamento de força*, National Strength and Conditioning Association. Editora Manole, 2008.

BROWN, L. E.; WEIR, J. P. ASEP procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. *Journal of Exercise Physiology Online*, v. 4, n. 3, p. 1-21, 2001.

CAMPOS, G. E.; LUECKE, T. J., *et al.* Muscular adaptations in response to three different resistance training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *European Journal Applied Physiology*. v.88, n.1-2, p.50-60, 2002.

ENG, J. Sample Size Estimation: How many individuals should be studied? *Radiology*, v. 227, n. 2, p. 309-313, 2003.

FOLLAND, J.P., WILLIAMS, A.G. Methodological issues with interpolated twitch technique. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v.17, p. 317-327, 2007.

FROLLINI, A.B. et al. Exercício físico e regulação do lactato: papel dos transportadores de monocarboxilato (proteínas MCT). *Rer. Educação Física*. v. 19, n. 3, p. 453-463, 2008.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E.; *Tratado de fisiologia médica*. 11ª edição, Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

- HARGREAVES, M.; Metabolic factors in fatigue. *Sports Science*, v. 18, n. 3, 2005.
- HALESTRAP, A.P.; PRICES, N. T. The proton-linked monocarboxylate transporter (MCT) family : structure, function and regulation. *Biochemical Journal*, v. 343, p. 281-289, 1999.
- HOSHINO, D.; KITAOKA, Y.; MASUDA, H.; HATTA, H. Adaptation of monocarboxylate transporters in skeletal muscle. *Journal of Physical fitness and sports medicine*, v.1, n. 2, p. 247-252, 2012.
- IDE, B. N.; LOPES, C. R.; SARRAIPA, M. F. *Fisiologia do treinamento esportivo*. Phorte editora, 2010.
- JUEL, C. Current aspects of lactate exchange: lactate/H<sup>+</sup> transport in human skeletal muscle. *Eur J Appl Physiol*, v. 86, n. 1, p. 12-16, 2001.
- JUEL, C.; HOLTEN, M.K.; DELA, F. Effects of strength training on muscle lactate release and MCT1 and MCT4 content healthy and type 2 diabetic humans. *Journal of Physiology*, v.556, n. 2, p. 297-304, 2004.
- KNUTTGEN, H. G.; KOMI, P. V. Basic Considerations for Exercise. *Encyclopedia of Sports Medicine*, v.3, n.2, p. 3-7, 2003.
- KOMI, P.V. strength and power in sport. volume III of the encyclopedia of sports medicine and IOC medical commission publication, 2<sup>a</sup> Edition, 2003.
- KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v. 36, n. 4, p. 674-88, 2004.
- KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N.; FRY, A. C.; TRIPLETT-MCBRIDE, T.; KOZIRIS, L. P.; BAUER, J. A.; FLECK, S. J. Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis players. *Am J Sports Med*, n.28, n. 5, p.626-633, 2000.
- RHEA, M. R. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 18, n.4, p. 918-920, 2004.
- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. *Princípios de bioquímica*. 4 ed., São Paulo, editora Savier, 2006.

LIN, J.; CHEN, T. Diversity of Strength Training Methods: A Theoretical Approach. *Strength and Conditioning Association*, v. 34, n. 2, p. 42-49, 2012.

LINNAMO, V.; NEWTON, R.U.; HAKKINEN, K.; KOMI, P.V.; DAVIE, A.; MCGUIGAN, M.; McBRIDE, T.T. Neuromuscular responses to explosive and heavy resistance loading. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v.10, p.417-424, 2000.

LINNAMO, V.; PAKARINEN, A.; KOMI, P.V.; KRAEMER, W.; HAKKINEN, K. acute hormonal responses to submaximal and maximal heavy resistance and explosive exercises in men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 19, n. 3, p. 566-571, 2005.

LOPES, C.R. Cinética de remoção de lactato na definição de pausas para treinamento intervalado de alta intensidade. 2010. 78 p. Tese (Doutorado em Biodinâmica do Movimento Humano) - Laboratório de Bioquímica do Exercício (LABEX), Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MACEDO, D.V.; LAZARIM, F.L.; SILVA, F.O.C.; TESSUTI, L.S.; HOHL, R. Is lactate production related to muscular fatigue? A pedagogical proposition using empirical facts. *Adv Physiol Educ*, v. 33, n. 4, p. 302-307, 2009.

MARCHETTI, P.H.; CHARRO, M. A. Sistema neuromuscular. In Phorte (Ed.), *Manual da musculação*. (4ed.). São Paulo: Phorte, 2010.

MARTINS, J; SOUSA, L. M.; OLIVEIRA, A. S. Recomendações do enunciado CONSORT para o relato de estudos clínicos controlados e randomizados. *Medicina (Ribeirao Preto. Online)*, v. 42, n. 1, p. 9-21, 2009.

MESSONNIER, L.; FREUND, H.; DENIS, C.; FEASSON, L.; LACOUR, J.R. Effects of training on lactate kinetics parameters and their influence on short high-intensity exercise performance. *Int J Sports Med*, v.27, n.1, p.60-66, 2006.

MESSONNIER, L.; KRISTENSEN, M.; JUEL, C.; DENIS, C. Importance of pH regulation and lactate/H<sup>+</sup> transport capacity for work production during supramaximal exercise in humans. *J Appl Physiol*, v.102, n.5, p.1936-1944, 2007.

MCCAULLEY, G.O.; MCBRIDE, J.M.; CORMIE, P.; HUDSON, M.B.; NUZZO, J.L. QUINDRY, J.C.; TRIPLETT, N.T. Acute hormonal and neuromuscular responses to hypertrophy, strength and power type resistance exercise. *Eur J Appl Physiol*, v.105, n. 5, p. 695-704, 2008.

NICHOLSON, G.; MCLOUGHLIN, G.; BISSAS, A.; ISPOGLOU, T. Do the acute biochemical and neuromuscular responses justify the classification of strength and hypertrophy-type resistance exercise? *Journal of Strength e Conditioning Research*, 2014.

OLIVEIRA, R. J.; LIMA, R. M.; GENTIL, P.; SIMÕES, H. G.; ÁVILA, W, R. M.; SILVA, R. W.; SILVA, F. M. Resposta hormonal agudas e diferentes intensidades de exercícios resistidos em mulheres idosas. *Ver. Bras. Med. Esporte*, v. 14, n. 4, p. 367-371, 2008.

PEREIRA, B.; SOUZA JUNIOR, T.P. *Metabolismo celular e exercício físico. Aspectos bioquímicos e nutricionais*. Fhorte editora, 3ª edição, 2014.

PILEGAARD, H.; et al. Effect of high-intensity exercise training on lactate/H<sup>+</sup> transport capacity in human skeletal muscle. *American Journal of Physiology*, v. 276, n. 2, p. 255-261, 1999.

POSO, A.R. Monocarboxylate Transporters and Lactate Metabolism in Equine Athletes: A Review. *Acta Veterinaria Scandinavica*, v. 43, n. 2, p. 63-74, 2002.

PRESTES, J.; FOSCHINI, D.; MARCHETTI, P. H.; CHARRO, M. A. *Prescrição e periodização do treinamento de força em academias*. 1ª Ed. Manole, 2010.

RAHIMI, R.; QADERI, M.; FARAJI, H.; BOROUJERDI, S. S. Effects Very Short Rest Periods on hormonal responses to resistance exercise in men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v.24, n. 7, p. 1851-1859, 2010.

RATAMESS, N. A., ALVAR, B. A., EVETOCH, T. K., HOUST, T. J., KIBLER, W. B., KRAEMER, W. J., TRIPLETT, N. T. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 41, n. 3, p.687-708, 2009.

ROBERGS, R.A.; GHIASVAND, F.; PARKER, D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, v. 287, n. 3, p. 503-516, 2004.

SMILIOS, I.; PILIANIDIS, T.; KARAMOUZIS, M.; PARLAVANTZAS, A.; TOKMAKIDIS, S.P. Hormonal responses after a strength endurance resistance exercise protocol in young and elderly males. *Int J Sports Med*, v. 28, n. 5, p.401-406, 2006.

SMILIOS, I.; PILIANIDIS, T.; KARAMOUZIS, M.; TOKMAKIDIS, S.P. Hormonal Responses after Various Resistance Exercise Protocols. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 35, n.4, p. 644-654, 2003.

TOIGO M., BOUTELLIER V. New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations. *Eur J Physiol*, v.97, n.6, p.643-63, 2006.

TRAN, Q.T.; DOCHERTY, D. Dynamic training volume: A construct of both time under tension and volume load. *Journal of Sports Science and Medicine*, v.5, n.4, p.707-713, 2006.

UCHIDA, C. M.; AOKI, M. S.; NAVARRO, F.; TESSUTI, V. D.; BACURAU, R. F. P. Efeito de diferentes protocolos de treinamento de força sobre parâmetros morfofuncionais, hormonais e imunológicos. *Rer. Bras. Med. Esporte*, v. 12, n.1, p.21-26, 2006.

WALKER, S.; DAVIS, L.; AVELA, J. KAKKINEN, K. Neuromuscular fatigue during dynamic maximal strength and hypertrophic resistance loadings. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v. 22, p.356-362, 2012.

WIRTZ, N.; WHAL, P.; KLEINODER, H.; MESTER, J. Lactate Kinetics during multiple set resistance exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*, v.13, n.1, p.73-77, 2014.

ZATSORSKY, V.M.; KRAEMER, W.J. *Ciência e pratica do treinamento de força*. 2a ed., São Paulo: Phorte, 2008.



## **ANEXOS**

### **ANEXO I. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

O objetivo do presente estudo é verificar a prescrição de diferentes protocolos de treinamento de força de acordo com o objetivo de manifestação de força hipertrófica, força máxima e potência. Serão estudados 14 indivíduos do sexo masculino com idade (18 a 35 anos), com experiência no treinamento de força sendo realizado no estudo um desenho aleatorizado e cruzado. Será realizada uma flexão unilateral de cotovelos de acordo os protocolos de força: hipertrofia (H) com 4 séries de 10 repetições a 75% de 1RM, com pausa passiva de 90 segundos; força máxima (FM) com 11 séries de 3 repetições a 90% de 1RM, com pausa passiva de 5 minutos; potência (P) com 8 séries de 6 repetições a 30% de 1RM, com pausa passiva de 3 minutos. A coleta de lactato realizado em 7 momentos distintos: pré. Imediatamente após, 3', 5', 10', 15' e 30' a cada protocolo, o teste de força máxima isométrica de cotovelos (FIMC) realizado unilateralmente nos flexores de cotovelo em 90° pré e imediatamente após cada protocolo. O participante tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo sem qualquer prejuízo pessoal. Este estudo foi elaborado de acordo com as diretrizes e normas regulamentadas de pesquisa envolvendo seres humanos atendendo à Resolução n.º 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério de Saúde – Brasília – DF. Os pesquisadores asseguram a privacidade dos voluntários quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa e não haverá a necessidade de ressarcimento. Assim como cada sujeito será acompanhado pelos responsáveis da pesquisa, bem como por colaboradores qualificados durante todos os procedimentos. Toda e qualquer dúvida sobre o projeto será esclarecida pelo responsável por meio de telefone ou pessoalmente após agendamento. Os resultados do trabalho serão publicados nos meios acadêmicos. Entretanto, os resultados individuais de cada voluntário e sua identificação serão mantidos em sigilo e os seus dados serão somente acessíveis aos pesquisadores envolvidos no trabalho.

---

**Eu:**.....  
**Data de Nascimento:**...../...../..... **RG N° :**.....  
**Endereço:**.....  
**N°** ..... **Compl :**.....  
**Bairro:**..... **Cidade** .....  
**CEP**..... **Telefone (.....)**.....  
**E-Mail:**.....

#### **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Declaro que após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, aceito participar da presente pesquisa.

\_\_\_\_\_

Assinatura do Participante

---

#### **CONTATO**

**Pesquisador Responsável:** Dr. Paulo Henrique Marchetti

**Endereço:** Rodovia do Açúcar, Km 156, bloco 7, sala 32

**Telefone:** (019) 3124-1515- ramal 1240

**Comitê de Ética em Pesquisa – CEP**

Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP

**Endereço:** Rodovia do Açúcar, Km 156, bloco 7.

**e-mail:** comitedeetica@unimep.br

**ANEXO II. CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA (CEP)**

 <b>UNIMEP</b> Universidade Metodista de Piracicaba	<b>Comitê de Ética em Pesquisa</b> <b>CEP-UNIMEP</b>
<i>Certificado</i>	
<p>Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "<i>Respostas metabólicas e neuromusculares de diferentes protocolos de hipertrofia, força e potência em homens treinados</i>", sob o protocolo nº 19/13, do pesquisador <i>Prof. Paulo Henrique Marchetti</i> esta de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/1996, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – UNIMEP.</p>	
<p>We certify that the research project with title <i>Metabolic and neuromuscular responses of diferent protocols of hypertrophy, strength and power in trained mens</i>", protocol nº 19/13, by Researcher <i>Prof. Paulo Henrique Marchetti</i> is in agreement with the Resolution 196/96 from Conselho Nacional de Saúde/MS and was approved by the Ethical Committee in Research at the Methodist University of Piracicaba – UNIMEP.</p>	
	Piracicaba, 26 de Março de 2013
<b>Prof. Dr. Rodrigo Batagello</b> Coordenador CEP - UNIMEP	