
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE
(ÁREA DE BIODINÂMICA DA MOTRICIDADE HUMANA)**

**RESPOSTAS NEUROMUSCULARES AGUDAS AO EXERCÍCIO COM
PESOS REALIZADO A DIFERENTES INTENSIDADES EM IDOSAS
TREINADAS**

ALEXANDRE KONIG GARCIA PRADO

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciências da Motricidade – Área de Biodinâmica da Motricidade Humana.

Agosto – 2012

ALEXANDRE KONIG GARCIA PRADO

**RESPOSTAS NEUROMUSCULARES AGUDAS AO EXERCÍCIO COM PESOS
REALIZADO A DIFERENTES INTENSIDADES EM IDOSAS TREINADAS**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciências da Motricidade – Área de Biodinâmica da Motricidade Humana.

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Gobbi

Rio Claro

2012

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho especialmente a minha mãe Marilda Konig Garcia Prado e a todos os idosos e idosas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus. A minha mãe que esteve sempre do meu lado e vibrou com cada conquista minha durante este ano, de tudo que alcancei até hoje 99% tem a participação dela, uma grande guerreira. Agradeço aos meus irmãos Renato, Ricardo Carlos e Lara, também sempre presentes e me ajudando muito e alegrando os momentos de agonia. À Carla, amiga e dedicada companheira sempre ao meu lado, nos bons e maus momentos, me amando e me aguentando. Agradeço ao professor Sebastião Gobbi, a qualquer momento disposto a me ajudar e me orientar. Ao André pela paciência durante horas de correções. À Marília e Luíza, companheiras de mestrado e, acima de tudo, amigas para toda a minha vida, ombros confortáveis nos momentos de dificuldade. Ao Flávio meu co-orientando, que tem um grande coração, mais aprendi com ele do que ensinei. Franciel, Luara e Marina, muito obrigado pela grande ajuda durante toda a coleta e pela divertida companhia. Ao José Claudio, companheiro de estágio docência e de palavras de incentivo. Aos professores Luiz Krueel e Martim Bottaro pelas valiosas contribuições, atenção e disposição em ajudar e participar da minha banca examinadora. Agradeço a todos do Laboratório de Atividade Física e Envelhecimento (LAFE) pelo apoio durante a concretização desse sonho. Ao amigo Alex, pela companhia e conversas que incluíam qualquer coisa sem importância nenhuma até assuntos acadêmicos de alto nível. Agradeço enormemente a todas as idosas e idosos que, apesar de todas as dificuldades, aceitaram participar do meu estudo e tenho certeza que fizeram o máximo de esforço para ajudar. Sem vocês nada disso seria possível. Ao PROFIT; Capes; PROEX-UNESP; FUNDUNESP; Programa de Pós-Graduação em Ciências da Motricidade e núcleo Unesp-Unati pelo apoio financeiro que me proporcionou os materiais utilizados na elaboração e minha dedicação integral ao Programa de Mestrado. Agradeço a todos que de uma forma ou outra me ajudaram a alcançar este objetivo.

“Bom mesmo é ir à luta com determinação, abraçar a vida e viver com paixão, perder com classe e vencer com ousadia, pois o triunfo pertence a quem se atreve... E a vida é muito para ser insignificante.” (Charles Chaplin)

RESUMO

INTRODUÇÃO: A manipulação da intensidade do exercício com pesos (EP) está intimamente relacionada a importantes alterações no volume de exercício. A interação entre intensidade e volume do EP tem papel importante nas alterações agudas do sistema neuromuscular (SNM), sendo que a dinâmica de recuperação desse sistema determina a frequência do EP. Porém, a influência da manipulação da intensidade e volume do EP no processo de recuperação do SNM tem sido pouco estudada, principalmente em indivíduos idosos treinados. **OBJETIVO:** Analisar o efeito de diferentes intensidades no volume do EP e na resposta neuromuscular aguda, em idosas treinadas. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Dezoito mulheres idosas treinadas com pesos ($67,72 \pm 6,04$ anos; $64,47 \pm 10,96$ kg; $1,60 \pm 0,06$ m; $25,21 \pm 4,07$ kg/m²) participaram do estudo. As participantes realizaram uma condição controle (CON) e três condições com EP, a saber: 1) três séries até a fadiga muscular com intensidade de 100% de 13-15 repetições máximas (RM); 2) duas séries com 15 repetições e a terceira até a fadiga, com intensidade de 90% (90% CF) de 13-15 RM; 3) três séries de 15 repetições com intensidade de 90% de 13-15 RM, sem fadiga na última série (90% SF). Os exercícios foram realizados em um aparelho *Leg-press*, com intervalo de recuperação entre as séries de 2 minutos e controle da velocidade. Avaliações do sistema neuromuscular [contração voluntária máxima (CVM); taxa de desenvolvimento de força pico (TDFP); *root mean square* (RMS) e frequência mediana da atividade eletromiográfica (EMG) dos músculos vasto medial (VM) e vasto lateral (VL)] foram realizadas antes do início da sessão (PRE), imediatamente após (POS 1), no início do primeiro (I1) e segundo (I2) intervalos de recuperação, após dois (POS 2) e cinco minutos (POS 5), bem como 24 (POS 24) e 48 horas (POS 48), contados a partir do final do exercício. O número de repetições e volume de exercício também foram anotados. Foi utilizada uma ANOVA (4 X 8) para medidas repetidas, com nível de significância de $p \leq 0,05$. **RESULTADOS:** Para todos os parâmetros neuromusculares foi evidenciado efeito principal de momento. A CVM e a TDFP sofreram decréscimo significativo em todas as condições, com recuperação a partir de POS 24. A ativação muscular: a) quando medida pela amplitude (RMS), foi reduzida na condição CON e 90%CF, com recuperação a partir de POS 24; b) quando medida pela frequência mediana não se alterou para os diferentes momentos. Uma maior sustentabilidade do número de repetições e maior volume foram encontrados para as condições 90% CF e SF. **CONCLUSÃO:** Diferentes intensidades de exercício afetam de maneira similar o sistema neuromuscular e sua dinâmica cronológica de recuperação, em idosas treinadas com pesos. Exercícios realizados a 90% de 13-15 RM proporcionam maior sustentabilidade das repetições e conseqüentemente um maior volume de exercício, com possível impacto nos efeitos de treinamento.

Palavras chave: Exercícios resistidos. Envelhecimento. Recuperação.

ABSTRACT

INTRODUCTION: The manipulation of weight exercise (WE) intensity is closely related to significant changes on exercise volume. The interaction between WE intensity and volume plays a key role on the acute neuromuscular system (NMS) changes, while the dynamic of its recovery determines the WE frequency. However, the influence of the WE intensity and volume manipulation on the NMS recovery process has been scarcely studied, particularly in trained older individuals.

OBJECTIVE: To analyze the effect of different intensities on WE volume and acute neuromuscular responses in elderly trained women.

METHODS: Eighteen resistance trained older women (67.72 ± 6.04 years; 64.47 ± 10.96 kg; 1.60 ± 0.06 m; 25.21 ± 4.07 kg/m²) volunteered for participation. They performed one control condition (CON) and three WE conditions, as follows: 1) three sets to failure at 100% intensity of 13-15 repetition maximum (RM); 2) two sets with 15 repetitions and the third to failure at 90% intensity (90% TF) of 13-15 RM; 3) three sets with 15 repetitions at 90% intensity of 13-15 RM, without failure on the last set (90% NF). The exercises were performed on a *Leg-press*, with 2-minute rest interval between sets and velocity control. The SNM assessments [maximal voluntary contraction (MVC); peak of rate force development (PRFD); root mean square (RMS) and median frequency of electromyographic (EMG) activity of the vastus medialis (VM) and vastus lateralis (VL)] were performed before exercise (PRE), at the beginning of first (I1) and second (I2) rest intervals, immediately after (POS 1), after two (POS 2) and five minutes (POS 5); 24 (POS 24) and 48 hours (POS 48), taken from the completion of exercise. The number of repetition and the exercise volume were also assessed. A two-way ANOVA (4x8) with repeated measures was applied, with the level of significance set at $p \leq 0.05$.

RESULTS: For each neuromuscular parameter it was showed a main effect of moment. Significant reductions on MVC and PRFD were observed for all conditions, with recovery from POS 24. The muscle activation: a) as measured by amplitude (RMS) it was reduced on condition CON and 90%TF, and recovery from POS 24; b) as assessed by frequency median, it was not changed at any different moments. A greater sustainability of number of repetitions and volume were showed for 90% TF and NF.

CONCLUSION: Different exercise intensities affect the neuromuscular system and its chronological dynamics of recovery, in a similar way, in resistance trained older women. Exercises performed at 90% of 13-15 RM provide better sustainability of repetitions and, consequently, greater volume of exercise, and this may have an influence on training effects.

Key-words: Resistance exercise. Aging. Recovery.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Página
Figura 1. Modelo teórico do curso de tempo de adaptação após estímulo de exercício	20
Figura 2. Comportamento da contração voluntária máxima após três séries de exercício com pesos realizados com diferentes intensidades de 15-RM	21
Figura 3. Delineamento experimental do estudo	31
Figura 4. <i>Leg-press</i> horizontal - Righetto Fitness Equipment	32
Figura 5. Marcação do posicionamento dos eletrodos sobre a pele	35
Figura 6. Determinação do início do período para análise da contração voluntária máxima	38
Figura 7. Posicionamento dos eletrodos sobre a pele	39
Figura 8. Intensidade do exercício no <i>Leg-press</i> referente às 22 sessões de exercício anteriores ao período experimental.....	42
Figura 9. Comportamento da contração voluntária máxima antes, durante e após exercício	44
Figura 10. Comportamento da taxa de desenvolvimento de força pico antes, durante e após exercício	46
Figura 11. Comportamento da amplitude do sinal eletromiográfico do músculo Vasto Medial antes, durante e após exercício	48
Figura 12. Comportamento da amplitude do sinal eletromiográfico do músculo Vasto Lateral antes, durante e após exercício	49
Figura 13. Comportamento da frequência mediana do músculo Vasto Medial antes, durante e após exercício	51

Figura 14. Comportamento da frequência mediana do músculo Vasto Lateral antes, durante e após exercício	51
Figura 15. Número de repetições realizadas nas três séries das condições com exercício	53
Figura 16. Volume das três condições de exercício	54

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Características das participantes	41
Tabela 2. Resultados em média e desvio padrão dos valores da contração voluntária máxima (CVM) obtidos antes, durante e após três condições de exercício e condição controle, e valores de p e F da análise do efeito principal e da interação	43
Tabela 3. Resultados em média e desvio padrão dos valores da taxa de desenvolvimento de força pico (TDFP) obtidos antes, durante e após três condições de exercício e condição controle, e valores de p e F da análise do efeito principal e da interação	45
Tabela 4. Resultados em média e desvio padrão dos valores da <i>root mean square</i> (RMS) da atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial e vasto lateral obtidos antes, durante e após três condições de exercício e condição controle, e valores de p e F da análise do efeito principal e da interação	47
Tabela 5. Resultados em média e desvio padrão dos valores da frequência mediana de ativação dos músculos vasto medial e vasto lateral obtidos antes, durante e após três condições de exercício e condição controle, e valores de p e F da análise do efeito principal e da interação .	50
Tabela 6. Resultados em média e desvio padrão do número de repetições nas condições com exercício, e valores de p e F da análise do efeito principal e da interação	52
Tabela 7. Resultados em média e desvio padrão do volume nas condições com exercício, e valores de p e F da análise do efeito principal de condição.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS

100%: Condição com intensidade de 100% de 13-15 RM

90% CF: Condição com intensidade de 90% de 13-15 RM com fadiga na 3ª série

90% SF: Condição com intensidade de 90% de 13-15 RM sem fadiga na 3ª série

Cf-t: Curva força-tempo

CON: Condição controle

CVM: Contração voluntária máxima

EMG: Eletromiográfica

EP: Exercício com pesos

I1: Início do primeiro intervalo de recuperação

I2: Início do segundo intervalo de recuperação

iEMG: Integral da atividade eletromiográfica

POS 1: Tão logo terminou o exercício

POS 2: Dois minutos após exercício

POS 24: Vinte e quatro horas após exercício

POS 48: Quarenta e oito horas após exercício

POS 5: Cinco minutos após exercício

PR: Antes do início do exercício

RM: Repetições máximas

RMS: *Root mean square*

SNM: Sistema neuromuscular

TDF: Taxa de desenvolvimento de força

TDFP: Taxa de desenvolvimento de força pico

TP: Treinamento com pesos

VL: Vasto Lateral

VM: Vasto medial

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	16
2.1. Objetivo Geral	16
2.2. Objetivos Específicos	16
3. REVISÃO DA LITERATURA	17
3.1. Relação entre intensidade e volume do EP em idosos	17
3.2. Efeito da intensidade do EP na recuperação neuromuscular de adultos idosos	19
3.3. Dano muscular em idosos após EP.....	23
4. MATERIAIS E MÉTODOS	29
4.1. Amostra	29
4.1.1. Treinamento prévio das participantes	30
4.2. Variáveis	31
4.3. Delineamento experimental	31
4.3.1. Pré-período experimental.....	32
4.3.1.1. Determinação da carga - Teste de RM	32
4.3.1.2. Familiarização aos procedimentos empregados na avaliação da Cf-t isométrica	33
4.3.1.3. Determinação dos locais para a fixação dos eletrodos.....	34
4.3.1.4. Mensurações antropométricas	35
4.3.2. Período experimental	35
4.3.2.1. Condições experimentais	35

4.3.2.2.	Avaliações da funcionalidade do SNM	36
4.3.2.2.1.	Avaliações da Cf-t isométrica e processamento do sinal	37
4.3.2.2.2.	Registros da atividade <i>EMG</i> e processamento do sinal.....	38
4.4.	Análise Estatística	39
5.	RESULTADOS	41
6.	DISCUSSÃO	55
7.	CONCLUSÃO	63
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
	APÊNDICE I - Termo De Consentimento Livre E Esclarecido	70
	APÊNDICE II - Valores de cargas empregadas nas sessões que antecederam o início do período experimental	72
	ANEXO I - Comitê de ética	73

1. INTRODUÇÃO

A manutenção de uma adequada função do sistema neuromuscular (SNM) está relacionada a menores riscos a saúde de indivíduos idosos (DESCHENES, 2004). O treinamento com pesos (TP) tem sido amplamente empregado como uma estratégia segura e eficaz para promover aumentos em diferentes expressões de força muscular e no auxílio ao tratamento de diversas doenças crônico-degenerativas (ACSM, 2009; HURLEY;HANSON;SHEAFF, 2011). Para alcançar tais benefícios crônicos, é importante que as variáveis agudas envolvidas na prescrição do TP sejam manipuladas de maneira a promover um estímulo ótimo e adequada recuperação do SNM antes de uma nova sessão de treinamento.

A manipulação da intensidade do TP tem fundamental importância nas alterações agudas do SNM e, conseqüentemente, nas adaptações crônicas das diferentes expressões da força muscular (ex.: força máxima e resistência de força) (FRY, 2004). Uma das estratégias para se prescrever a intensidade relativa de treinamento é o método de zona de repetições máximas (RM), caracterizado pela fadiga muscular voluntária dentro de uma determinada amplitude de repetições (ex.: 12-15 RM) (ACSM, 2009). O emprego deste método em séries múltiplas, sem alteração da carga externa, promove reduções significativas no número de repetições das séries subsequentes, podendo não ser a melhor estratégia quando o objetivo for a otimização do volume (JAMBASSI-FILHO et al., 2010). Em adição, períodos prolongados de treinamento, realizados na presença da fadiga muscular em múltiplas séries, podem gerar desconforto e interferir na aderência ao programa de treinamento (BENSON;DOCHERTY;BRANDENBURG, 2006).

Benson et al. (2006) demonstraram que a redução de 10% na intensidade absoluta referente a 10 RM promoveu a manutenção da sustentabilidade das repetições entre as séries, aumentando o volume total do exercício. Imediatamente após, reduções na contração voluntária máxima (CVM) e ativação muscular (atividade eletromiográfica integrada – iEMG) foram observadas para ambos os protocolos (90 e 100% de 10 RM). Com base nestes resultados, os autores sugerem

que o protocolo realizado a 90% de 10 RM também pode ser um estímulo de treinamento apropriado.

Embora as intensidades empregadas por Benson et al. (2006) tenham conduzido a alterações neuromusculares agudas similares, não foi avaliado se o exercício realizado a diferentes intensidades foi capaz de causar dano muscular. O dano ocorrido no músculo após a realização de exercícios com pesos (EP) é caracterizado por alterações ultra-estruturais no sistema músculo-esquelético (MANFREDI et al., 1991; ROTH et al., 1999; ROTH et al., 2000), aumento da atividade sérica de enzimas musculares (CLARKSON; DEDRICK, 1988; KRISHNAN; EVANS; KIRWAN, 2003), dor muscular tardia (KRISHNAN; EVANS; KIRWAN, 2003; VALKEINEN et al., 2006) e decréscimo da função muscular (PLOUTZ-SNYDER et al., 2001; CHAPMAN et al., 2008). O processo de recuperação ao dano pode durar vários dias, sendo que as avaliações realizadas no estudo de Benson et al. (2006) não permitem estabelecer se o tempo para total recuperação do SNM foi similar para ambos os estímulos.

Diferentes estudos têm indicado que as respostas agudas e a cinética da recuperação ao dano muscular podem ser influenciadas por fatores como gênero (SEWRIGHT et al., 2008; FLORES et al., 2011) e status de treinamento (PLOUTZ-SNYDER et al., 2001; FERNANDEZ-GONZALO et al., 2011), bem como pela manipulação das variáveis do EP [Ex.: intensidade (CHEN; NOSAKA; SACCO, 2007), velocidade de execução (CHAPMAN et al., 2006), e tipo de ação muscular (GOLDEN; DUDLEY, 1992)]. Além disso, o processo de envelhecimento pode estar associado a maior susceptibilidade ao dano muscular induzido pelo exercício (MANFREDI et al., 1991) e a menor velocidade de reparação muscular (CHAPMAN et al., 2008).

Embora tenha sido sugerido que o *status* de treinamento pode alterar a dinâmica da recuperação (FELL; WILLIAMS, 2008), a relação entre manipulação da intensidade do EP e o processo de recuperação neuromuscular não tem sido investigada em idosos treinados, especialmente quando estímulos delineados para o desenvolvimento da resistência de força são empregados. Compreender a dinâmica da recuperação do SNM de adultos idosos treinados, expostos a diferentes intensidades/volumes de treinamento, pode contribuir para uma prescrição mais específica às necessidades dessa população.

Assim, o presente estudo tem como problema principal determinar se existe diferença nas respostas neuromusculares agudas e de recuperação em idosas treinadas após a realização de EP com diferentes intensidades (100 e 90% de 13-15 RM).

Espera-se que a redução de 10% na intensidade absoluta referente a 13 - 15 RM resulte na sustentabilidade das repetições e consequente aumento no volume de treinamento, semelhantes reduções da força muscular máxima e ativação muscular imediatamente após exercício. Contudo, em função de um maior volume, espera-se um maior tempo de recuperação neuromuscular para o exercício com menor intensidade (90% comparado com 100%).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Analisar o efeito de diferentes protocolos de intensidade no volume do EP e resposta neuromuscular aguda, em idosas treinadas.

2.2. Objetivos Específicos

- a) Analisar o efeito agudo do exercício *Leg-press*, realizado a 90% e 100% de 13-15 RM, no volume total e sustentabilidade das repetições.
- b) Analisar o comportamento da CVM, taxa de desenvolvimento de força pico (TDFP), *root mean square* (RMS) e frequência mediana da atividade eletromiográfica (EMG) antes, durante e até 48 horas após exercício *Leg-press*, realizado a 90% e 100% de 13-15 RM.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Relação entre intensidade e volume do EP em idosos.

Dentre as inúmeras variáveis agudas de um programa de TP, a intensidade e o volume são requisitos básicos a serem preenchidos para garantia de um efetivo ganho ou manutenção das diferentes expressões de força muscular (ACSM, 2009). Pelo fato de existir uma forte interdependência entre a intensidade do esforço realizado e o volume, é importante definir precisamente tais variáveis.

Muitas definições têm sido apresentadas para a intensidade do TP. No que se refere à prescrição do treinamento, duas definições são comumente empregadas: intensidade absoluta e relativa. A intensidade absoluta do exercício pode ser definida como a simples medida da carga ou resistência externa utilizada para realização do exercício (STONE & O'BRYANT, 1987 apud FRY, 2004). A intensidade relativa está relacionada ao grau de esforço em que o indivíduo está realizando o exercício e permite igualar o esforço em sujeitos com diferentes níveis de força muscular (ex.: 80% da força muscular máxima). Diferentes parâmetros podem ser empregados para a prescrição da intensidade relativa de treinamento, os mais empregados são: a) porcentagem da força máxima, que pode ser avaliada de maneira isométrica (ex.: % da CVM) ou dinâmica (ex.: % de 1 RM); b) a maior quantidade de carga que o indivíduo possa levantar para um determinado número de repetições (ex.: 15 RM) e; c) zona de RM, caracterizado pela fadiga muscular voluntária dentro de uma determinada amplitude de repetições (ex.: 12-15 RM) (ACSM, 2009).

O volume de treinamento é geralmente definido como a somatória do número de repetições realizadas na sessão de treinamento multiplicada pela resistência empregada e reflete a duração na qual o músculo vem a ser estimulado (ACSM, 2009). No entanto, é importante observar que o volume de treinamento pode ser alterado por mudanças no número de exercícios realizados para o grupo muscular na sessão, número de séries por exercício, número de repetições realizadas por série e/ou frequência semanal de treinamento (KRAEMER; RATAMESS, 2004). O

volume por si só é um dado insuficiente para programar o treinamento e sempre deve vir associado à intensidade, tipo de exercício e velocidade de execução (BADILLO;AYESTARAN, 2001).

A intensidade do EP é um fator determinante do volume, uma vez que existe uma relação inversa entre a quantidade de peso levantada e o número de repetições possíveis de serem realizadas. Essa relação pode interferir não apenas no comportamento agudo do SNM, mas também, nas adaptações crônicas (KRAEMER;RATAMESS, 2004).

Jambassi-Filho et al. (2009) procuraram investigar o efeito agudo da manipulação da intensidade no volume de treino para os flexores do cotovelo em adultas idosas. Os autores realizaram três séries no exercício *rosca scott* com duas diferentes intensidades: 100% de 10-12 RM e 90% de 10-12 RM. No protocolo com intensidade de 100% todas as séries foram realizadas até a fadiga muscular concêntrica, ao passo que o protocolo a 90% foi realizado com 10 repetições submáximas nas duas primeiras séries e a última até a fadiga voluntária. O esforço realizado a 100% de 10-12 RM não permitiu a sustentabilidade das repetições nas duas séries subsequentes (queda percentual em relação a primeira série), levando a um menor volume quando comparado ao protocolo a 90%. Quando o exercício envolveu a realização de duas séries de 10 repetições a 90% de 10-12 RM, e somente na terceira série até a fadiga muscular concêntrica, os participantes mantiveram a sustentabilidade das repetições dentro da zona de repetições pré-estabelecida, aumentando o volume total do exercício em 22,5%. Os autores concluem que, ao objetivar aumentos no volume, uma redução de 10% na intensidade absoluta pode ser uma estratégia de prescrição.

A interação entre a intensidade e o volume de treino é considerada o fator crítico não apenas no comportamento do desempenho muscular durante as séries (número de repetições), mas também, na determinação da faixa ideal de estímulo para promover as adaptações neuromusculares associadas ao TP (TAN, 1999). Nesse sentido, algumas abordagens a respeito da relação entre volume e intensidade nos ganhos de força de idosos têm chamado a atenção (VINCENT et al., 2002; HARRIS et al., 2004; GALVAO;TAAFFE, 2005).

Vincent et al. (2002) procuraram verificar o efeito do TP sob duas diferentes intensidades, porém com cuidado de manter volumes de treinamento semelhantes. Para tanto, dois protocolos de exercício, um de oito repetições a 80% de 1 RM e

outro de treze repetições a 50% de 1 RM, foram empregados. Os resultados do estudo apontaram para ganhos de força similares de aproximadamente 17% após seis meses de treinamento.

Harris et al. (2004) procuraram analisar em idosos, o efeito de diferentes intensidades de TP (67, 75 e 84% de 1RM), com mesmo volume para todos os protocolos. Os autores observaram ganhos de força variando entre 44% e 51% após quatro meses e meio de intervenção, sem diferença significativa entre os três protocolos de intensidade. Deve ser observado também que o volume empregado no estudo de Harris et al. (2004) foi mais de 3 vezes maior que aquele empregado no estudo de Vincent et al. (2002), podendo ser uma das razões para os maiores ganhos de força no primeiro estudo (51% vs. 17%, respectivamente).

Galvão et al. (2005) compararam diferentes volumes no TP sobre as funções musculares e no desempenho físico de idosos. Durante 20 semanas os participantes dos diferentes grupos realizaram os mesmos exercícios, com a mesma intensidade, diferenciando apenas no volume total do treinamento. Ambos os grupos melhoraram a função muscular, embora superiores ganhos na força e resistência muscular ocorreram no grupo que realizou o treinamento com maiores volumes.

Assim, maiores volumes de treinamento parecem estar positivamente associados ao ganho de força, sendo que programas que empreguem maiores volumes podem ser mais eficazes na modulação do aumento da força muscular de indivíduos idosos. Embora seja impossível dissociar completamente a intensidade e o volume dentro de um programa de TP, a precisa manipulação aguda dessas variáveis podem desenvolver importante papel sobre os ganhos de força muscular em idosos. A determinação da faixa ideal do estímulo, manipulando-se volume e intensidade, necessita ainda ser amplamente estudada para promoção das adaptações neuromusculares ótimas ao TP.

3.2. Efeito da intensidade do EP na recuperação neuromuscular de adultos idosos

Dentro de uma perspectiva funcional, o processo de recuperação pode ser definido como a capacidade de atender com a mesma eficácia ou mesmo superar o desempenho necessário para a realização de uma determinada tarefa, reduzida previamente pelo estímulo de um exercício físico (BISHOP; JONES; WOODS, 2008).

Tem-se observado na literatura que, com o processo de envelhecimento, parece ocorrer uma redução na capacidade de recuperação muscular após o estímulo do exercício até a fadiga. Dois argumentos lógicos para esse atraso têm sido propostos: a) o envelhecimento pode levar a um maior dano ou fadiga induzido pelo exercício e; b) o envelhecimento pode levar a uma menor taxa de reparação ou adaptação após exercício (FELL; WILLIAMS, 2008) (Figura 1).

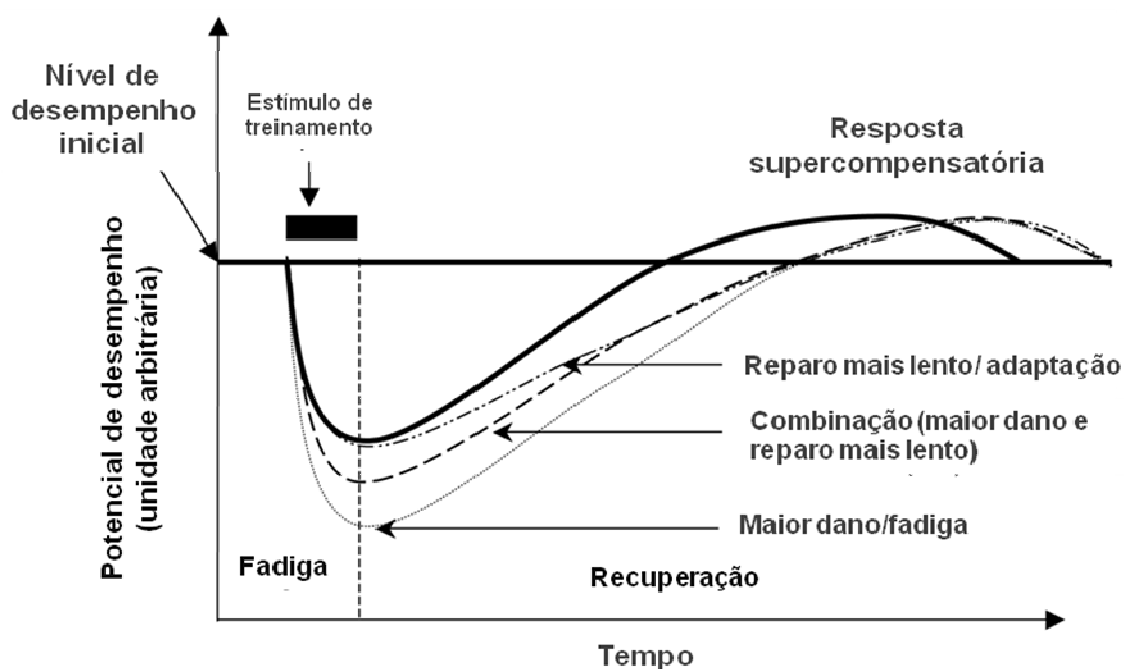


Figura 1. Modelo teórico do curso de tempo de adaptação após estímulo de exercício. Linha em negrito indica modelo normal, e as linhas tracejadas representam modelos propostos para um atleta idoso que sofre maior dano ou retardo na recuperação (Fonte: FELL; WILLIAMS, 2008, p. 99).

Inúmeros estudos têm apontado que a realização de EP pode induzir, de forma aguda, alterações estruturais e redução da funcionalidade no SNM de adultos idosos (HAKKINEN, 1995; FERRI et al., 2006; LAVENDER; NOSAKA, 2006; VALKEINEN et al., 2006). Tais alterações parecem ser influenciadas pelo atual estado de treinamento, intensidade e duração do estímulo (FELL; WILLIAMS, 2008).

Em relação à intensidade do EP, poucos estudos procuraram verificar de maneira específica sua influência nas respostas neuromusculares de indivíduos idosos. Gurjão et al. (2010), por exemplo, procuraram comparar as respostas agudas da CVM após EP realizado a diferentes intensidades para os flexores do cotovelo em mulheres idosas. Os protocolos utilizados no estudo consistiram no emprego da intensidade absoluta referente a 15 RM, em três séries até a fadiga

muscular concêntrica e a realização de duas séries de 15 repetições a 90% de 15 RM e somente a terceira série até a fadiga muscular concêntrica. Os resultados demonstraram que ambos os protocolos levaram a uma diminuição significativa da CVM (~ 20%) após realização do exercício, porém, sem diferença estatisticamente significativa entre os dois protocolos de intensidade (Figura 2). Os autores concluíram que reduções de 10% na intensidade do EP (de 100 para 90% de 15RM) levam a respostas neuromusculares similares em mulheres idosas. No entanto, as respostas agudas do SNM foram avaliadas apenas nos primeiros 10 minutos após exercício, período de tempo que pode ser inferior ao necessário para uma recuperação completa do sistema.

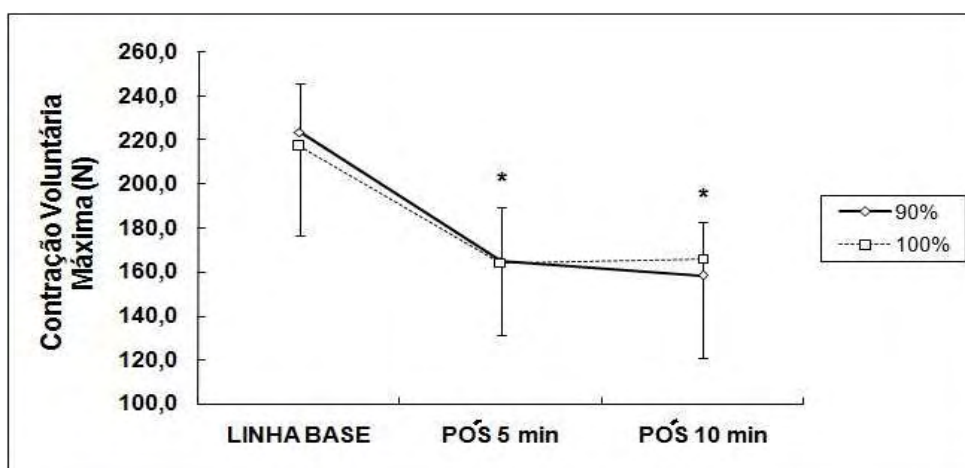


Figura 2. Comportamento da contração voluntária máxima após três séries de exercício com pesos realizados com diferentes intensidades de 15-RM. * Indica diferenças significativas ($P < 0,01$) em comparação a linha de base. Valores em média $\pm$ desvio-padrão ($n=10$). (Adaptado de GURJÃO et al., 2010).

Pouco se tem estudado a respeito da relação entre a intensidade do exercício e o tempo necessário para recuperação em idosos. Hunter e Treuth (1995) após encontrarem correlação negativa entre ganho de força e intensidade do exercício, inferiram que a recuperação do exercício de alta intensidade pode ocorrer de forma mais lenta em indivíduos idosos. Além disso, Hitchcock (1988, apud MCLESTER et al., 2003) encontrou uma relação negativa entre a intensidade do exercício realizado e a potência dos extensores da perna durante a recuperação neuromuscular. Assim, em idosos, a realização do treinamento a altas intensidades pode exigir recuperação mais prolongada entre uma sessão e outra de exercício.

Outro problema encontrado, é que muitos estudos (CLARKSON; DEDRICK, 1988; MANFREDI et al., 1991; LAVENDER; NOSAKA, 2006; CHAPMAN et al., 2008)

que procuraram avaliar a recuperação neuromuscular de idosos após EP, utilizaram protocolos que não representam estímulos de um treino comumente recomendado por diferentes organizações de saúde (NELSON et al., 2007; ACSM, 2009). Nesse sentido, Fell e Willians (2008) têm recomendado que mais estudos sejam realizados empregando protocolos de treinamento mais próximos aos recomendados.

Hakkinen (1995) buscou avaliar o efeito da realização de uma sessão de EP sobre as respostas neuromusculares de mulheres jovens, de meia idade e idosas, todas fisicamente ativas. O protocolo consistia na realização de 5 séries de 10 repetições a 70% de 1RM no exercício *Leg-press*. Em idosas, imediatamente após a realização da sessão de EP, foram observadas alterações das respostas neuromusculares com diminuição significativa da CVM e atividade EMG (-13,7% e -11,8%, respectivamente). Reduções de 9,8% foram observadas para a taxa de desenvolvimento de força (TDF), porém, sem diferença significativa. A comparação com os grupos mais jovens mostrou menor queda relativa da CVM e TDF e maior queda da iEMG para o grupo das idosas. A recuperação completa da CVM aconteceu em 24 horas para jovens e em 48 horas para idosas. O grupo de meia idade não atingiu recuperação completa da funcionalidade do SNM após 48 horas. Em relação a iEMG, todos os grupos já haviam se recuperado entre uma e duas horas, no entanto as idosas sofreram nova queda significativa durante o primeiro e segundo dia de recuperação. Para a TDF, o grupo jovem se recuperou já durante a primeira hora de recuperação e para meia idade a recuperação ocorreu após 24 horas. O autor concluiu que a realização de exercício *Leg-press* a 70% de 1 RM leva a alterações do SNM, evidenciadas pelo decréscimo tanto da capacidade de gerar força muscular máxima quanto da ativação neural voluntária.

Ferri et al. (2006), analisaram o efeito da realização de uma sessão de EP na recuperação neuromuscular de homens idosos fisicamente ativos. O protocolo realizado foi de 10 séries de 10 repetições a 70% de 1RM para os músculos da panturrilha. Os resultados demonstraram decréscimo significativo de 8,8 e 15,7% no pico de torque para as velocidades de -60°/s e 120°/s, respectivamente, após cinco minutos do final da sessão. A recuperação completa para estes parâmetros ocorreu 24 horas após final da sessão. As concentrações séricas de marcadores indiretos de dano muscular, como creatina quinase, mioglobina e lactato desidrogenase, também foram mensuradas. A creatina quinase e lactato desidrogenase apresentaram valores máximos após 48 horas do final da sessão, retornando aos valores iniciais

após 96 horas. Concentrações de mioglobina apresentaram valores pico após uma hora e recuperação aos valores pré-exercício em 48 horas. Não foram observadas alterações significativas para iEMG em nenhum dos momentos analisados. Concluiu-se que homens idosos recuperam completamente sua capacidade de desenvolver força após 24 horas do exercício de panturrilha realizado a 70% de 1RM e que, após 48 horas do final da sessão, os marcadores de dano muscular são mais evidentes.

É importante notar que nos estudos de Hakkinen (1995) e Ferri et al. (2006) empregaram intensidades relativas semelhantes, levando a reduções na funcionalidade do SNM. Contudo, foram reportados diferentes períodos para a completa recuperação neuromuscular. A discrepância entre os achados pode estar relacionada às diferenças entre os sexos, grupos musculares analisados, tipo de contração e volume dos estímulos.

Nesse contexto, sendo a recuperação neuromuscular um importante fenômeno na prescrição de programas de exercícios físicos para indivíduos idosos, fica evidente a existência de uma variedade de fatores que podem determinar seu comportamento e explicar, por consequência, parte das contradições observadas nos diferentes estudos. A recuperação entre sessões pode variar significativamente entre as diferentes faixas etárias, e deve ser amplamente considerada na elaboração de programas de TP para atender as especificidades de cada população. Logo, parece prematuro fazer qualquer recomendação sem que haja uma melhor compreensão dos fatores que influenciam a recuperação neuromuscular principalmente de indivíduos idosos.

3.3. Dano muscular em idosos após EP

A realização de EP é um importante estímulo para induzir alterações agudas no SNM (FERRI et al., 2006). O dano ocorrido no músculo após a realização de EP é caracterizado por alterações ultra-estruturais no sistema músculo-esquelético (MANFREDI et al., 1991; ROTH et al., 1999; ROTH et al., 2000), aumento da atividade sérica de enzimas musculares (CLARKSON; DEDRICK, 1988; KRISHNAN; EVANS; KIRWAN, 2003), dor muscular tardia (KRISHNAN; EVANS; KIRWAN, 2003; VALKEINEN et al., 2006; FLORES et al., 2011) e decréscimo da função muscular (PLOUTZ-SNYDER et al., 2001; CHAPMAN et al., 2008; FLORES et al., 2011).

Diferentes estudos têm indicado que as respostas agudas e a cinética da recuperação ao dano muscular podem ser influenciadas por fatores como gênero e status de treinamento, bem como pela manipulação das variáveis do EP (Ex.: intensidade, velocidade de execução e tipo de ação muscular) (BYRNE;TWIST;ESTON, 2004; FELL;WILLIAMS, 2008; BRENTANO;KRUEL, 2011; FLORES et al., 2011). Adicionalmente, a idade do indivíduo tem sido apontada como possível fator determinante no grau do dano muscular bem como no processo de recuperação, sendo que indivíduos idosos podem levar maior tempo para se recuperar (FELL; WILLIAMS, 2008).

Smith & Norris (2002) indicaram que dependendo do estímulo ofertado, a recuperação pode ocorrer em períodos menores á 24 horas ou até maiores do que 28 dias. Diferentes tempos para recuperação ao dano muscular após EP têm sido demonstrados em idosos. Hakkinen (1995), por exemplo, apontou que são necessárias 48 horas para recuperação da CVM, enquanto Dedrick & Clarkson (1990) encontraram que esse mesmo parâmetro ainda não havia se recuperado após 120 horas. Da mesma forma, Ferri et al. (2006) concluíram que os valores de creatina quinase, um marcador indireto de dano muscular, retornaram a valores basais após 96 horas, por outro lado, Clarkson & Dedrick (1988) indicaram 120 horas para a recuperação desse marcador.

Sabe-se que o processo de recuperação ao dano muscular tem papel fundamental como componente do ciclo de adaptação, uma vez que a completa recuperação pós-treinamento é essencial para melhorar e otimizar o desempenho durante o exercício (BISHOP;JONES;WOODS, 2008), sendo um importante fenômeno na prescrição de programas de EP para indivíduos idosos. Fell & Williams (2008) completam que a capacidade do tecido se reparar e se preparar para um estresse irão determinar a frequência e a intensidade do EP. No entanto, parece haver uma variedade de fatores que podem determinar o comportamento do processo de recuperação ao dano muscular e explicar, por consequência, parte das contradições observadas entre os diferentes estudos.

Um possível fator que pode contribuir para os achados conflitantes entre os estudos são os diferentes métodos utilizados para quantificar o dano muscular (FELL;WILLIAMS, 2008). A seguir são elencados alguns marcadores indiretos de dano muscular utilizados em estudos com idosos: concentração de mioglobina; atividade sérica de creatina quinase e lactato desidrogenase; pico de torque

isocinético; pico de torque isométrico; CVM; uma repetição excêntrica/concêntrica máxima; TDF; máximo valor da integral da atividade EMG; taxa de desenvolvimento da atividade EMG; dor muscular tardia; amplitude de movimento; ângulo articular e; circunferência do braço.

Além disso, diferentes estudos têm indicado que ações musculares excêntricas resultam em um maior dano muscular do que ações concêntricas ou isométricas (NEWHAM et al., 1983; GOLDEN;DUDLEY, 1992). Provavelmente, o maior dano muscular após ações excêntricas deve-se a combinação de uma maior capacidade de gerar força e menor recrutamento das fibras musculares, gerando um alto estresse mecânico nas estruturas envolvidas (ENOKA, 1996). Neste contexto, os estudos que procuram induzir o dano muscular e avaliar o processo de recuperação têm aplicado ações excêntricas. Krishnan et al. (2003) e Ploutz-Snyder et al. (2001) demonstraram que, em indivíduos idosos sedentários, após a realização de exercícios exclusivamente excêntrico isotônicos para membros inferiores, a dor muscular tardia não havia se recuperado dentro de 36 horas, bem como a creatina quinase após 48 horas. A capacidade de gerar força excêntrica dinâmica máxima se recuperou somente após 168 horas. Três estudos (CLARKSON;DEDRICK, 1988; DEDRICK;CLARKSON, 1990; CHAPMAN et al., 2008) empregaram exercícios excêntricos para flexores do cotovelo. Chapman et al. (2008) e Dedrick & Clarkson (1990) encontraram tempos de recuperação para a CVM de 96 e 120 horas respectivamente, enquanto a recuperação da dor muscular tardia ocorreu após 96 horas em ambos os estudos. Com relação à amplitude de movimento, Clarkson & Dedrick (1988) encontraram menor tempo de recuperação (72 h) comparada ao estudo de Chapman et al. (2008) (96 h). No estudo de Clarkson & Dedrick (1988) os níveis de creatina quinase não haviam retornado aos valores pré-exercício mesmo após 120 horas enquanto no estudo de Chapman et al. (2008) não foi identificada alteração significativa para essa mesma variável em avaliações após 24 e 96 horas.

As divergências encontradas no tempo de recuperação desses marcadores podem estar relacionadas às diferenças entre algumas variáveis dos protocolos empregados em cada estudo, como por exemplo, a velocidade de execução. Chapman et al. (2008) utilizaram alta velocidade de contração ($210^{\circ} \text{ s}^{-1}$) enquanto Dedrick & Clarkson (1990) e Clarkson & Dedrick (1988) utilizaram baixa velocidade de contração ($35^{\circ} \text{ s}^{-1}$). Diferentes estudos têm demonstrado que a velocidade da contração do exercício pode afetar diretamente o tempo de recuperação dos

marcadores indiretos de dano muscular (CHAPMAN et al., 2006; ELLWANGER; BRENTANO; KRUEL, 2007). Porém não foi encontrado nenhum estudo que procurou verificar a influência da velocidade de execução na recuperação ao dano muscular após EP em indivíduos idosos. Além disso, as influências da manipulação de outras variáveis agudas do EP no processo de recuperação ao dano muscular não têm sido estudada na literatura, principalmente na população idosa.

Outro fator que pode ter gerado divergências nos resultados desses estudos é o fato de serem realizados com diferentes gêneros. Flores et al. (2011), após quatro dias do final de uma sessão de EP, demonstraram uma dinâmica diferente no processo de recuperação ao dano muscular entre gêneros. Estudos têm especulado que a diferença nos níveis de dano muscular entre os gêneros podem estar relacionadas às concentrações de estrógeno. Sugere-se que esse hormônio, encontrado em maiores níveis nas mulheres, pode exercer um papel protetor, minimizando o dano muscular (TIIDUS, 1995; CLARKSON; SAYERS, 1999). Novamente, não foram encontrados estudos que procuraram avaliar se essas diferenças também são percebidas em idosos.

Alguns estudos procuraram analisar a recuperação de idosos após exercícios com ações excêntricas e concêntricas (HAKKINEN, 1995; FERRI et al., 2006; VALKEINEN et al., 2006). Com relação à recuperação da dor muscular tardia, essa foi observada após 72 horas e, para a creatina quinase e lactato desidrogenase foram necessários 96 horas. A TDF e taxa de desenvolvimento da atividade EMG não se alteraram significativamente após o exercício e o máximo valor da iEMG ainda não havia se recuperado após 48 horas. O pico de torque isocinético, avaliado nas velocidades de $120^{\circ} \text{ s}^{-1}$ e $-60^{\circ} \text{ s}^{-1}$, se recuperou após 24 horas e, na velocidade de $60^{\circ} \text{ s}^{-1}$ não se alterou significativamente. Quarenta e oito horas foi o tempo necessário para recuperação dos níveis de mioglobina (FERRI et al., 2006). Com relação à capacidade de realizar força isométrica máxima, não foi encontrada alteração significativa no estudo de Ferri et al. (2006), enquanto que essa mesma variável levou 48 horas para se recuperar no estudo de Hakkinen (1995). Tal contradição pode estar associada à diferença no grau ou recuperação do dano muscular entre gêneros, uma vez que os estudos foram realizados em gêneros diferentes.

Dois estudos procuraram verificar o efeito crônico do treinamento na recuperação muscular de idosos (PLOUTZ-SNYDER et al., 2001; VALKEINEN et al.,

2006). No estudo de Ploutz-Snyder et al. (2001) o tempo total de treinamento foi de 12 semanas e acontecia duas vezes por semana, consistindo na realização de 8-12 repetições de extensão-flexão bilateral de joelhos até a fadiga. Na média os participantes treinavam a 65% de 1 RM concêntrica. Já no estudo de Valkeinen et al. (2006) o treinamento teve duração de 21 semanas, ocorrendo duas vezes por semana. Cada sessão incluía dois exercícios para os músculos extensores do joelho e de quatro a cinco exercícios para os principais grupamentos musculares do corpo. A intensidade do exercício aumentou progressivamente de 50% inicialmente até 80% de 1 RM ao final do treinamento. No estudo de (VALKEINEN et al., 2006) Valkeinen et al. (2006), embora o tempo de recuperação para dor muscular tardia tenha sido o mesmo antes e após o período de treinamento, os autores apontaram uma diminuição considerável nos níveis de dor após a realização do treinamento. Já no estudo de Ploutz-Snyder et al. (2001) ficou evidente um menor tempo necessário para recuperar tanto a força concêntrica quanto a excêntrica dinâmica máxima (1RM) após período de treinamento. Os autores sugerem que o treinamento pode causar uma proteção contra subsequentes esforços não costumeiramente realizados, incluindo aqueles de alta intensidade e maior número de repetições do que normalmente realizado durante o treinamento. Uma limitação desses estudos foi a análise de um baixo número de variáveis relacionados à recuperação ao dano muscular.

Outro importante fator relacionado à recuperação ao dano muscular, é que a realização de exercícios com músculos já danificados pode não aumentar o dano ou afetar negativamente o processo de recuperação muscular (CLARKSON;NOSAKA; BRAUN, 1992; NOSAKA;CLARKSON, 1995; MCHUGH et al., 1999). Assim, após a realização de uma sessão de exercícios excêntricos intensos parece ocorrer uma redução da magnitude do dano muscular em sessões posteriores, sendo esse fenômeno conhecido como o efeito da carga repetida. Investigações sobre os mecanismos do efeito da carga repetida sugerem que esse processo ocorre por meio de uma mudança no padrão de recrutamento da fibra muscular, pelo fortalecimento do tecido conjuntivo, ou através de adaptações celulares que reduzem a tensão do sarcômero dentro do músculo (MCHUGH et al., 1999). Apenas um estudo foi encontrado que procurou verificar o efeito da carga repetida na recuperação de indivíduos idosos (CLARKSON;DEDRICK, 1988). Os autores demonstraram que após sete dias da realização de uma sessão de exercícios

excêntricos de alta intensidade, a realização de uma nova sessão com o mesmo protocolo de exercícios não aumentou o dano causado pela sessão anterior e o tempo de recuperação foi reduzido após a segunda sessão para as medidas de dor muscular tardia, creatina quinase e ângulos articulares flexionados e relaxados.

Dessa forma fica clara a existência de uma ampla variedade de fatores que podem influenciar no processo de recuperação ao dano induzido pelo EP em pessoas idosas, sendo que a literatura ainda é contraditória com relação ao exato papel que cada fator exerce.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Amostra

O cálculo do número amostral (n) baseou-se no estudo de Gurjão et al. (2012) no qual avaliou a CVM e a TDFP de mulheres idosas. A escolha desse estudo se deve à semelhança das medidas com o presente estudo e, principalmente, pelo fato do mesmo também utilizar uma amostra de mulheres idosas após TP.

O cálculo para um delineamento de medidas repetidas foi realizado por meio do programa GPower versão 3.0.10. Para tanto foi utilizado um nível de significância de 0,05, poder de 95% e coeficiente de correlação de 0,94 para a CVM e 0,84 para a TDFP. Os cálculos apontaram a necessidade de um número mínimo de oito participantes tanto para a CVM e quanto para a TDFP.

Os procedimentos para seleção da amostra foram realizados de forma não aleatória, sendo que as participantes do grupo de Musculação do Programa de Atividade Física para a Terceira Idade (PROFIT), realizado no Departamento de Educação Física da UNESP - Campus de Rio Claro, foram verbalmente convidadas a participar do estudo.

Após receberem informações sobre as finalidades do estudo e os procedimentos aos quais seriam submetidas e concordarem em participar do estudo, as participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE I), parte integrante do projeto de pesquisa aprovado pelo Comitê de Ética – IB – UNESP – Rio Claro (Protocolo nº: 0904 – ANEXO I).

Iniciaram a participação no estudo 20 mulheres idosas treinadas com pesos que atendiam aos seguintes critérios de inclusão: a) idade igual ou superior a 60 anos; b) treinadas com pesos por um período prévio de no mínimo oito semanas; c) não apresentarem contra-indicações absolutas de ordem cardiovascular, muscular, articular, neurológica ou óssea dos membros inferiores para a prática do EP.

4.1.1. Treinamento prévio das participantes

Como já citado anteriormente, todas as idosas participavam de um programa de TP por um período mínimo de oito semanas.

O protocolo de treinamento consistia na realização de três sessões semanais em dias alternados (segundas, quartas e sextas feiras).

No período de dois meses que antecedeu o início da presente pesquisa, as sessões de exercício consistiam na realização de dez exercícios para os principais grupos musculares quais sejam: 1) *Leg-press* (quadríceps e glúteos); 2) Voador para o peitoral; 3) Tríceps *Pulley* para o tríceps braquial; 4) Puxador frente para o grande dorsal; 5) Rosca simultânea ou alternada para o bíceps braquial; 6) Panturrilha no *Leg-press* (gastrocnêmio); 7) Elevação frontal ou lateral para o deltoide; 8) Abdominal na prancha ou no aparelho para o reto do abdômen; 9) Adutor/Abdutor para os adutores e abdutores do quadril e; 10) Flexão do joelhos com caneleiras para os isquiotibiais e bíceps femoral.

Os exercícios foram realizados em esquema de rodízio, sendo que cada participante realizava os exercícios sempre na mesma ordem. Eram realizadas três séries de 15 repetições cada, com uma carga baseada na percepção subjetiva do idoso, com orientação profissional. O intervalo de recuperação entre as séries foi de um a dois minutos, sendo que as participantes eram instruídas a realizar os movimentos em um segundo na fase concêntrica e dois na excêntrica.

Especificamente no exercício *Leg-press* (quadríceps e glúteos): a) foram anotadas as cargas utilizadas pelas participantes em cada sessão (APÊNDICE II); b) controlada a velocidade de movimento; c) controlado o intervalo de recuperação entre as séries. Em média, a carga movimentada pelas participantes durante esse período correspondeu a aproximadamente 80% dos 13-15 RM (avaliadas no início do estudo propriamente dito).

Em duas dessas sessões, aproximadamente dois meses antes do início da determinação das cargas, durante o exercício *Leg-press*, foi realizada uma familiarização das participantes ao metrônomo (marca Metronome Plus, versão 2.0.0.1 - M & M Systems Germany). Durante essas duas sessões, a carga de cada participante foi diminuída para facilitar a familiarização e impedir que uma alta intensidade pudesse influenciar na velocidade de movimento. Nas sessões seguintes até o início da determinação das cargas, o metrônomo continuou a ser

utilizado para controle da velocidade, sendo que as cargas retornaram aos valores habituais de treinamento das participantes.

4.2. Variáveis

As variáveis dependentes do presente estudo são: CVM; TDFP; atividade EMG dos músculos vasto medial (VM) e vasto lateral (VL) (amplitude e frequência mediana); número de repetições por série e volume total de exercício. A variável independente foi a intensidade do exercício na flexão-extensão de joelhos e quadris no aparelho *Leg-press*. As variáveis de controle são: intervalo de recuperação entre as séries e velocidade de movimento.

4.3. Delineamento experimental

A figura 3 apresenta o delineamento experimental do estudo que foi dividido em dois períodos (Pré-período experimental e período experimental). A seguir esses períodos são descritos.

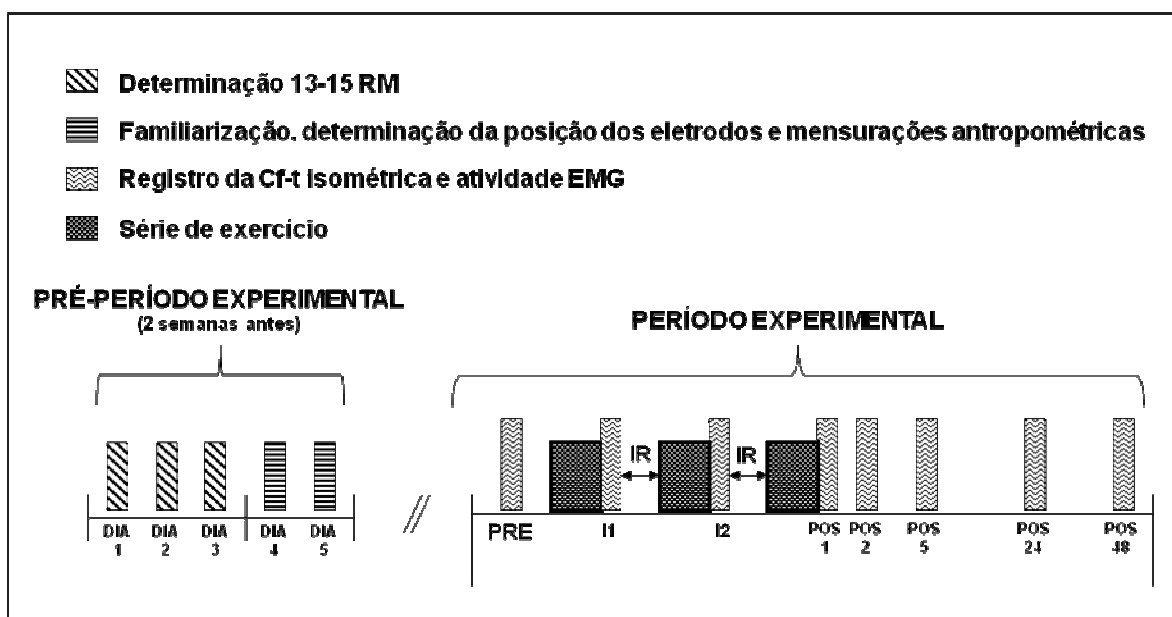


Figura 3. Delineamento experimental do estudo; RM=Repetições Máximas; Cf-t=Curva força-tempo; IR= Intervalo de Recuperação; PRE=antes do início do exercício; I1=início do primeiro intervalo de recuperação; I2=início do segundo intervalo de recuperação; POS 1=tão logo terminou o exercício; POS 2=dois minutos após exercício; POS 5=cinco minutos após exercício; POS 24= vinte e quatro horas após exercício; POS 48= quarenta e oito horas após exercício.

4.3.1. Pré-período experimental

O pré-período experimental foi realizado em cinco dias não consecutivos e foi iniciado duas semanas antes do período experimental. Nesse período foram realizados: a) determinação das cargas absolutas referentes a 13-15 RM; b) familiarização aos procedimentos empregados na avaliação da Cf-t isométrica; c) determinação dos locais para a fixação dos eletrodos; d) mensurações antropométricas.

4.3.1.1. Determinação da carga - Teste de RM

Para determinar e confirmar as cargas (13-15 RM) que foram utilizadas no protocolo experimental, três sessões (Dias 1, 2 e 3) foram realizadas com intervalo mínimo de 48 horas. As participantes foram avaliadas em um aparelho *Leg-press* horizontal (Righetto Fitness Equipment – Figura 4). O sistema de carga do aparelho é constituído por 24 placas pesando sete Kg cada. O aparelho possui duas plataformas de apoio para os pés, sendo uma localizada mais inferiormente, na altura do assento do banco, e outra aproximadamente 20 cm acima. Para todas as determinações os pés das participantes foram sempre apoiados na plataforma inferior.



Figura 4. *Leg-press* horizontal - Righetto Fitness Equipment

Um goniômetro foi utilizado para determinar a posição inicial em que o ângulo do joelho permanecesse o mais próximo possível de 90°. As pernas foram mantidas paralelas com pequeno afastamento lateral e pés apoiados na plataforma. Braços paralelos ao tronco, com as mãos na barra de apoio. A posição inicial de todas as participantes foi registrada e, posteriormente, utilizada em todas as sessões.

Uma série de 10 repetições com 50% da possível carga de 13-15 RM foi realizada como aquecimento prévio. Após 30 segundos, as participantes foram orientadas a realizar o maior número de repetições possíveis com a carga determinada de forma subjetiva pelo avaliador. Quando executado um número de repetições inferior ou superior a zona de 13-15, a carga foi ajustada por meio da tentativa e erro. Durante os testes, foram realizadas no máximo três tentativas por sessão, com intervalo de recuperação de 10 minutos por tentativa.

Durante a determinação das cargas a velocidade de movimento foi controlada por metrônomo. A velocidade adotada foi a mesma habitualmente utilizada no treinamento das participante e a mesma em que seriam realizadas as três condições de exercício do presente estudo, um segundo na fase concêntrica e dois segundos para a excêntrica.

Para aumentar a correção e a segurança durante os testes, o exercício foi sempre orientado presencialmente por profissionais de Educação Física, sendo consideradas válidas apenas as repetições executadas com total amplitude do movimento. Não foram permitidas pausas entre as fases concêntricas e excêntricas ou durante o movimento e as participantes foram constantemente incentivadas a realizarem o máximo de força e o maior número de repetições possíveis.

4.3.1.2. Familiarização aos procedimentos empregados na avaliação da Cf-t isométrica

Após determinação das cargas, as participantes compareceram ao laboratório em duas ocasiões (Dias 4 e 5), onde foram familiarizadas aos procedimentos empregados na avaliação da Cf-t isométrica. A familiarização foi realizada no mesmo *Leg-press* em que foram realizadas as determinações das cargas.

O esforço isométrico máximo de extensão bilateral de joelhos e quadris foi obtido por meio de um transdutor de força (modelo 5000 NTM, EMG System do Brasil®, São José dos Campos, SP, Brasil), com as participantes posicionadas sobre

o assento do equipamento com os joelhos flexionados a 90°, similar ao descrito por Sahaly et al. (2001).

Foram oportunizadas de três a cinco tentativas por dia para cada participante, nas quais eram orientadas a realizar seus esforços máximos e de maneira mais rápida possível. Um intervalo de aproximadamente um minuto foi ofertado entre cada tentativa. Um monitor de computador voltado para a participante fornecia o *feedback* visual da curva de força gerada pela participante.

4.3.1.3. Determinação dos locais para a fixação dos eletrodos

Os mesmos dias em que foi realizada a familiarização (Dias 4 e 5) foram utilizados para se determinar os locais de fixação dos eletrodos, utilizados no registro da atividade EMG.

Os músculos marcados foram o VM e o VL. O posicionamento de cada eletrodo seguiu as recomendações de Hermens et al. (2000). A determinação do local de posicionamento dos eletrodos foi realizada com a participante sentada e joelhos flexionados a 90°. Os eletrodos foram posicionados sobre a pele, na parte ântero-medial da coxa na região distal do músculo VM e, na parte ântero-lateral da coxa na região distal do músculo VL, orientados entre si seguindo a direção das fibras musculares. Era solicitado à participante que estendesse o joelho, quando então se podia visualizar o contorno dos músculos. Então, era marcado um ponto próximo à inserção do músculo, onde era posicionado o eletrodo distal, marcando-se então o contorno dos eletrodos com caneta tipo marcador para retroprojeter da marca Faber-Castell® (Figura 5). A determinação foi sempre realizada pelo mesmo avaliador que orientava a participante preservar a marcação para as próximas avaliações. Não houve qualquer caso de remoção da marcação entre as avaliações.



Figura 5. Marcação do posicionamento dos eletrodos sobre a pele.

4.3.1.4. Mensurações antropométricas

As mensurações antropométricas também foram realizadas nos dias quatro e cinco do pré-período experimental.

Para determinar a massa corporal foi utilizada uma balança da marca Welmy® com resolução de 0,1 kg. Para determinação da estatura, um estadiômetro fixo da marca Sanny® com resolução de um milímetro foi utilizado.

O índice de massa corporal (IMC) foi determinado utilizando-se a seguinte equação: $IMC = \text{massa corporal} / (\text{estatura})^2$.

4.3.2. Período experimental

Após o pré-período experimental deu-se início ao período experimental. Nele foram realizados: a) as quatro condições experimentais b) avaliações da funcionalidade do SNM (Cf-t isométrica e atividade EMG).

4.3.2.1. Condições experimentais

As condições experimentais consistiam em três diferentes protocolos de intensidade (90% de 13-15 RM com e sem fadiga na última série e 100% de 13-15 RM) e condição controle. Apenas uma condição foi adotada por período de avaliação e a ordem de emprego de cada condição foi aleatorizada por meio de um delineamento *cross-over* balanceado.

O protocolo de intensidade referente a 100% de 13-15 RM (100%) foi realizado em três séries até a fadiga muscular concêntrica. Para o protocolo que empregou a intensidade de 90% de 13-15 RM com fadiga na última série (90% CF),

nas duas primeiras séries as participantes deveriam realizar 15 repetições e a terceira série até a fadiga muscular concêntrica. Na condição a 90% de 13-15 RM sem fadiga (90% SF), deveriam realizar 15 repetições nas três séries.

Nas três condições de intensidade, o intervalo de recuperação entre as séries foi de dois minutos e a velocidade de movimento foi controlada por meio de um metrônomo, configurado a 60 batimentos por minuto, sendo adotado um segundo (um batimento) para a fase concêntrica e dois segundos (dois batimentos) para a fase excêntrica. Em relação ao intervalo de recuperação usado no presente estudo, o mesmo está compreendido o recomendado pelo *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2009) e é similar a outros estudos realizados com idosos (BOTTARO et al., 2010; JAMBASSI-FILHO et al., 2010).

Para os protocolos com diferentes intensidades, o número total de repetições realizado em cada série foi registrado, bem como a intensidade absoluta em quilogramas. O volume total foi calculado pela somatória do número de repetições nas três séries multiplicadas pelos quilogramas utilizados.

A porcentagem da sustentabilidade das repetições entre as séries foi calculada por meio das seguintes equações: a) $[(\text{Número de repetições 1ª série} \times 100) / 15]$; b) $[(\text{Número de repetições da 2ª série ou 3ª série} \times 100) / \text{número de repetições da 1ª série}]$.

As participantes foram orientadas a não realizarem atividades físicas intensas durante todo o período de avaliações. Com objetivo de minimizar possíveis influências das variações circadianas no desempenho da força muscular, as participantes realizaram todas as condições experimentais no mesmo horário.

4.3.2.2. Avaliações da funcionalidade do SNM

Durante o período experimental, a funcionalidade do SNM (Cf-t isométrica e atividade EMG) foi avaliada em oito momentos diferentes.

Cada uma das condições experimentais foi iniciada com dois registros da Cf-t isométrica e atividade EMG simultaneamente, com intervalo de recuperação de dois minutos entre os registros (PRE). A Cf-t isométrica que apresentou a maior CVM foi adotada para as comparações com os demais momentos. Após intervalo de 5 minutos, as participantes realizaram uma das quatro condições experimentais.

Uma avaliação da Cf-t isométrica e atividade EMG foi realizada tão logo se iniciasse cada intervalo de recuperação entre as séries (I1 e I2), imediatamente após a terceira série (POS 1) e após um período de tempo de dois (POS 2) e cinco minutos (POS 5) relativos ao final de cada condição.

Três avaliações da funcionalidade do SNM foram realizadas 24 (POS 24) e 48 horas (POS 48) relativos ao final de cada condição.

Para a condição controle (CON), as participantes não realizaram nenhum tipo de exercício, sendo que as avaliações da Cf-t isométrica e atividade EMG aconteceram em períodos de intervalo semelhantes àqueles realizados nas condições de exercício.

4.3.2.2.1. Avaliações da Cf-t isométrica e processamento do sinal.

O esforço isométrico máximo de extensão bilateral de joelhos e quadris (*Leg-press*) foi avaliado por meio de um transdutor de força, com as participantes posicionadas sobre o assento do equipamento com os joelhos flexionados a 90° (SAHALY et al., 2001). No momento pré, durante e pós-avaliação as participantes foram instruídas a realizar suas contrações voluntárias máximas “tão rápido quanto possível” por cinco segundos. Tão logo fosse iniciado o esforço, as participantes eram encorajadas verbalmente a realizarem seus esforços máximos.

A aquisição do sinal proveniente do transdutor de força foi realizada por meio de um amplificador de sinais analógicos (modelo EMG 800C-USB, EMG System do Brasil®, São José dos Campos, SP, Brasil), com frequência de amostragem de 2000 Hz e sincronizada com o registro da atividade EMG. O sinal obtido pelo amplificador foi armazenado em disco rígido e analisado posteriormente *off-line*.

Como primeiro procedimento, o sinal bruto do transdutor de força foi digitalmente filtrado por um filtro passa-baixa Butterworth de segunda-ordem, zero-lag e frequência de corte de 25 Hz. O início da produção de força muscular foi definido como o ponto no qual o valor de força muscular excedeu 7,5 N acima da linha de base (AAGAARD et al., 2002). A TDFP foi determinada como a inclinação mais íngreme da Cf-t isométrica ($\Delta\text{Força}/\Delta\text{Tempo}$), calculada dentro de janelas regulares de 20 milissegundos, para os primeiros 200 milissegundos a partir do início da produção de força muscular.

Uma janela de um segundo foi utilizada para determinar a CVM. O teste matemático da primeira derivada foi utilizado para apontar o início do janelamento (Figura 6), evidenciado a partir do ponto no qual a reta tangente ao gráfico tem coeficiente angular zero. A CVM foi determinada como o mais alto valor alcançado na Cf-t isométrico dentro desse período.

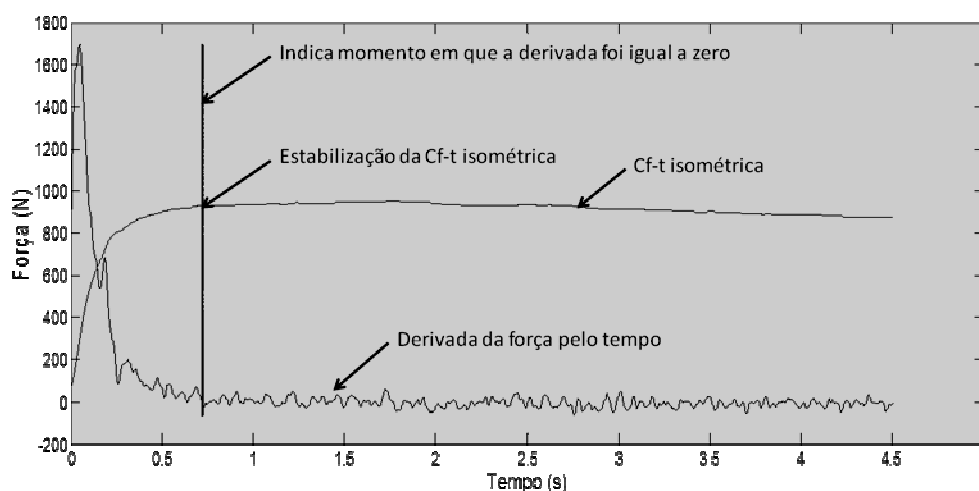


Figura 6. Determinação do início do período para análise da contração voluntária máxima. Cf-t=Curva força-tempo

4.3.2.2.2. Registros da atividade *EMG* e processamento do sinal

A aquisição do sinal da atividade EMG dos músculos VM e VL da perna direita foi realizada por meio de um amplificador de sinais analógicos (EMG System do Brasil) consistindo de um condicionador de sinal com filtro passa banda com frequências de corte entre 20 e 500 Hz, ganho de amplificação de 1000x e modo de rejeição comum > 120 dB. Uma placa conversora A/D com 12 bits de resolução foi utilizada para converter os sinais analógicos para digital, com frequência de amostragem de 2000 Hz para cada canal e amplitude de entrada de 5 mV.

A atividade EMG de superfície foi captada por meio de eletrodos circulares (prata/cloreto de prata), com área de captação de 10 mm e distância centro a centro inter-eletrodos de 23 mm. Com objetivo de diminuir a impedância da pele os locais de fixação dos eletrodos foram cuidadosamente preparados, sendo realizada a abrasão e limpeza com álcool. Além desses procedimentos, foi aplicada sobre a superfície dos eletrodos uma camada de gel eletrolítico. Os eletrodos foram posicionados sobre as demarcações feitas no pré-período experimental (Figura 7). Ao final de cada condição, os locais de posicionamento dos eletrodos foram cuidadosamente remarcados sobre a pele com a caneta, visando assegurar a

recolocação dos eletrodos nos mesmos locais nos diferentes dias de avaliações. O eletrodo de referência foi posicionado na parte anterior da perna, logo abaixo da patela, sobre a tuberosidade da tíbia.



Figura 7. Posicionamento dos eletrodos sobre a pele.

Do sinal bruto, em um período de um segundo, o mesmo correspondente à determinação da CVM, foi obtida a RMS e a frequência mediana de ativação para ambos os músculos.

4.4. Análise estatística

Inicialmente, todos os dados foram tratados a partir de procedimentos descritivos (média e desvio padrão). Considerando a natureza paramétrica dos dados, para análise estatística da CVM, TDFP, RMS, frequência mediana e número de repetições foi utilizada a análise de variância (ANOVA *Two-Way*) para medidas repetidas 4x8 [Condições (CON, 100%, 90%CF e 90%SF) X Momentos (PRE, I1, I2, POS1, POS2, POS5, POS 24, POS 48)].

Para as variáveis que o teste estatístico apontou efeito principal de momento, uma ANOVA *One-Way* para medidas repetidas 1x8 para cada uma das quatro condições foi utilizada [4x (ANOVA 1x8)].

Quando o teste estatístico apontou efeito principal de momento para o número de repetições uma ANOVA *One-Way* para medidas repetidas 1x3 foi empregada para cada condição de exercício [Condições (CON, 100%, 90%CF e 90%SF) X Momentos (1ª série, 2ª série e 3ª série)]. Nessa mesma variável, o efeito principal de condição também foi analisado por meio de uma ANOVA *One-Way* para medidas repetidas 3x1, no qual comparava as séries de diferentes condições [Séries (1ª série, 2ª série e 3ª série) X Condições (CON, 100%, 90%CF e 90%SF)].

Os volumes totais das sessões de teste foram comparados utilizando ANOVA *One-Way* para medidas repetidas.

O *post hoc* de LSD (Fisher's Least Significant Difference) foi utilizado para determinar as diferenças específicas entre momentos e condições em todas as comparações em que foram observadas resultado significativo.

O nível de significância adotado foi de $\alpha \leq 0,05$. Os procedimentos estatísticos foram realizados no programa SPSS, versão 17.0.

5. RESULTADOS

Duas participantes não puderam comparecer a todas as sessões e foram excluídas da amostra, restando 18 participantes. A tabela 1 apresenta os resultados referentes as características dessas participantes.

Tabela 1. Características das participantes (n=18).

Variável	Media $\pm$ Desvio Padrão
Idade (anos)	67,12 $\pm$ 6,04
Massa (Kg)	64,47 $\pm$ 10,96
Estatura (cm)	159,89 $\pm$ 6,50
IMC (Kg/m ²)	25,21 $\pm$ 4,07
Carga referente a 13-15 RM (Kg)	83,95 $\pm$ 11,27
Tempo de treinamento (anos)	4,72 $\pm$ 3,93

Na figura 8 são apresentadas as intensidades relativas (média e desvio padrão) do exercício *Leg-press* ao longo das 22 sessões que antecederam o início do período experimental. Os valores são relativos à carga de 100% de 13-15 RM determinada para a realização do estudo.

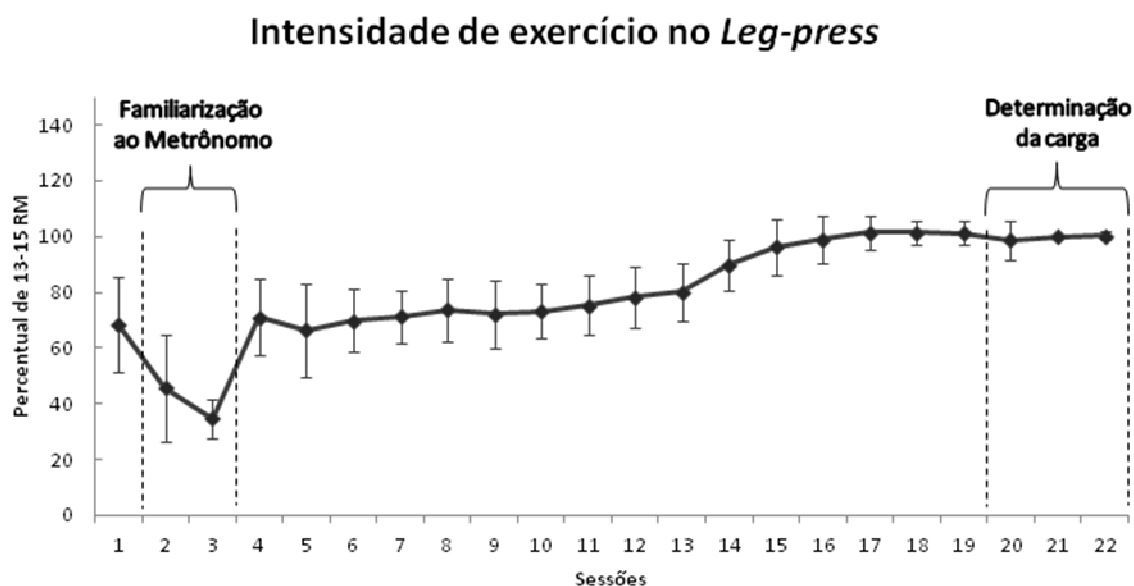


Figura 8. Intensidade do exercício no *Leg-press* referente às 22 sessões de exercício anteriores ao período experimental.

A carga relativa média para o *Leg-press* ao longo das 22 sessões foi de $80,39 \pm 9,61\%$ de 13-15 RM. Os valores absolutos de cada participante podem ser encontrados no apêndice II. A frequência de presença durante essas 22 sessões foi de aproximadamente $88,5 \pm 10\%$.

A tabela 2 mostra os valores da CVM obtidos em todos os oito momentos de avaliação, nas quatro condições de exercício.

Tabela 2. Resultados em média e desvio padrão dos valores da contração voluntária máxima (CVM) obtidos antes, durante e após três condições de exercício e condição controle, e valores de p e F da análise do efeito principal e da interação (n=16).

	CVM (N) (MÉDIA ± DESVIO PADRÃO)				Efeitos	F	p
	CON	100%	90% CF	90% SF			
PRE	735,74 ±132,64	744,07 ±133,78	729,93 ±148,15	738,15 ±146,48			
I1	725,83 ±133,27	714,97 ±103,03	711,63 ±110,43	691,69* ±137,26			
I2	704,34* ±145,48	690,96* ±107,92	676,21* ±103,87	667,69* ±145,65	Condição	1,089	0,364
POS 1	691,60* ±143,13	685,18* ±107,34	657,48* ±102,07	651,47* ±133,38	Momento	27,211	0,000
POS 2	684,74* ±128,37	688,86* ±110,69	652,99* ±114,15	651,63* ±140,36			
POS 5	675,98* ±122,63	692,99* ±121,49	682,08* ±114,07	674,11* ±139,78	Condição x Momento	0,932	0,550
POS 24	743,12 ±146,72	750,50 ±128,07	741,35 ±108,00	742,43 ±123,58			
POS 48	752,41 ±130,60	748,13 ±141,81	751,45 ±114,55	736,30 ±156,27			

*Indica diferença significativa ($p \leq 0,05$) na comparação com o momento PRE da mesma condição; CON=condição controle; 100%= 100% de 13-15 repetições máximas; 90%CF=90% de 13-15 repetições máximas com fadiga na última série; 90%SF= 90% de 13-15 repetições máximas sem fadiga na última série; PRE=antes do início do exercício; I1=início do primeiro intervalo de recuperação; I2=início do segundo intervalo de recuperação; POS 1=tão logo terminou o exercício; POS 2=dois minutos após exercício; POS 5=cinco minutos após exercício; POS 24= vinte e quatro horas após exercício; POS 48= quarenta e oito horas após exercício.

A análise estatística para a CVM apontou efeito principal de momento, mas não de condição e nem interação momento*condição (valores de F e p na Tabela 2). Todas as condições apresentaram queda significativa ($p \leq 0,05$) da CVM nos momentos I2, POS 1, POS 2 e POS 5, comparadas a PRE, sendo que na condição 90%SF também houve queda significativa ($p \leq 0,05$) em I1. Após 24 horas, em todas as condições os valores de CVM já haviam retornado aos valores pré-exercício.

A figura 9 ilustra o comportamento da CVM em termos relativos antes, durante e até 48 horas após a realização do exercício.

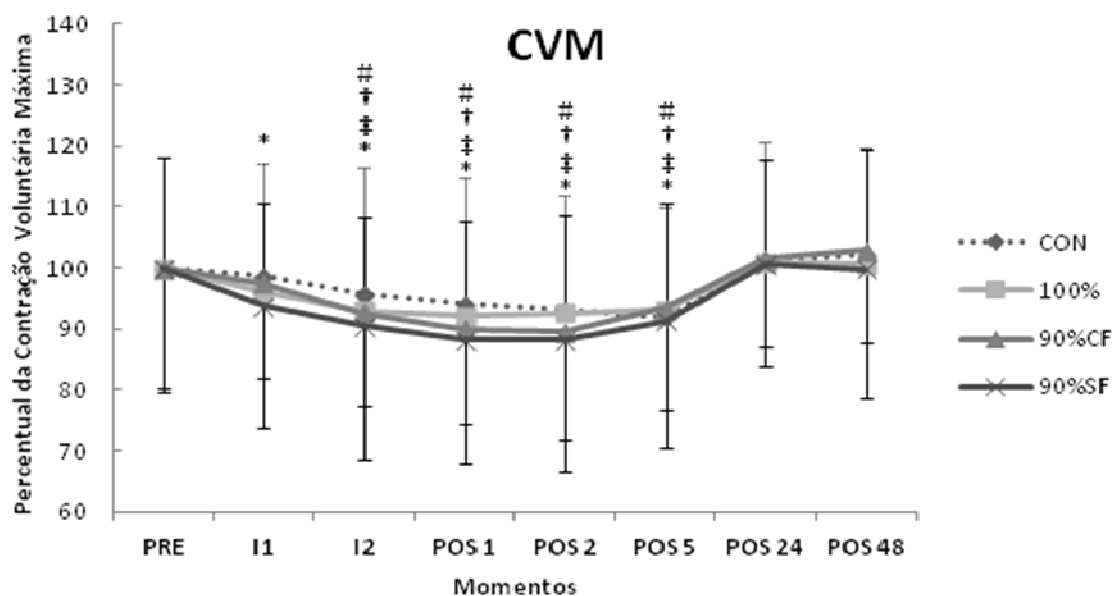


Figura 9. Comportamento da contração voluntária máxima antes, durante e após exercício.

#Indica diferença significativa ($p \leq 0,05$) na comparação com o momento PRE para a condição CON.

†Indica diferença significativa ($p \leq 0,05$) na comparação com o momento PRE para a condição 100%.

‡Indica diferença significativa ($p \leq 0,05$) na comparação com o momento PRE para a condição 90%CF.

*Indica diferença significativa ($p \leq 0,05$) na comparação com o momento PRE para a condição 90%SF.

A Tabela 3 mostra os valores da TDFP obtidos em todos os oito momentos de avaliação, nas quatro condições de exercício.

Tabela 3. Resultados em média e desvio padrão dos valores da taxa de desenvolvimento de força pico (TDFP) obtidos antes, durante e após três condições de exercício e condição controle, e valores de p e F da análise do efeito principal e da interação (n=16).

TDFP (N/s)							
(MÉDIA ± DESVIO PADRÃO)							
	CON	100%	90% CF	90% SF	Efeitos	F	p
PRE	3470,63 ±1470,79	3630,43 ±1211,71	3518,97 ±1398,04	3739,32 ±1586,74			
I1	3322,28 ±1064,86	2859,66* ±1001,67	3200,86 ±1058,89	3294,51 ±1204,65			
I2	3183,06 ±1118,93	2946,99* ±927,81	2849,83* ±917,28	3263,59* ±1500,25	Condição	0,514	0,675
POS 1	3078,16 ±980,14	2993,56* ±690,82	2683,05* ±884,55	2796,67* ±946,31	Momento	15,532	0,000
POS 2	3194,91 ±1302,04	2960,19* ±828,80	2647,59* ±796,38	2689,23* ±934,60			
POS 5	2840,56* ±1244,63	2943,96* ±1018,97	2888,10* ±858,12	2808,74* ±1038,04	Condição x Momento	1,106	0,340
POS 24	3744,36 ±1382,91	3700,11 ±941,96	3679,91 ±1111,73	3687,12 ±1293,59			
POS 48	3626,73 ±1369,19	3726,22 ±1415,64	3581,61 ±1360,31	3541,27 ±1218,49			

*Indica diferença significativa ($p \leq 0,05$) na comparação com o momento PRE da mesma condição; CON=condição controle; 100%= 100% de 13-15 repetições máximas; 90%CF=90% de 13-15 repetições máximas com fadiga na última série; 90%SF= 90% de 13-15 repetições máximas sem fadiga na última série; PRE=antes do início do exercício; I1=início do primeiro intervalo de recuperação; I2=início do segundo intervalo de recuperação; POS 1=tão logo terminou o exercício; POS 2=dois minutos após exercício; POS 5=cinco minutos após exercício; POS 24= vinte e quatro horas após exercício; POS 48= quarenta e oito horas após exercício.

Para a TDFP observou-se efeito principal de momento, mas não para condição e nem interação condição*momento (valores de F e p na Tabela 3). Todas as condições apresentaram queda significativa ($p \leq 0,05$) da TDFP quando comparados ao momento PRE. Para a condição CON a diferença significativa foi observada apenas em POS 5, enquanto que para 100%, houve diferença significativa em I1, I2, POS 1, POS 2 e POS 5. Tanto para 90%CF quanto 90%SF a diferença foi observada em I2, POS 1, POS 2 e POS 5. Após 24 horas, a TDFP já havia se recuperado para todas as condições.

A figura 10 mostra o comportamento da TDFP em termos relativos antes, durante e até 48 horas após a realização do exercício.

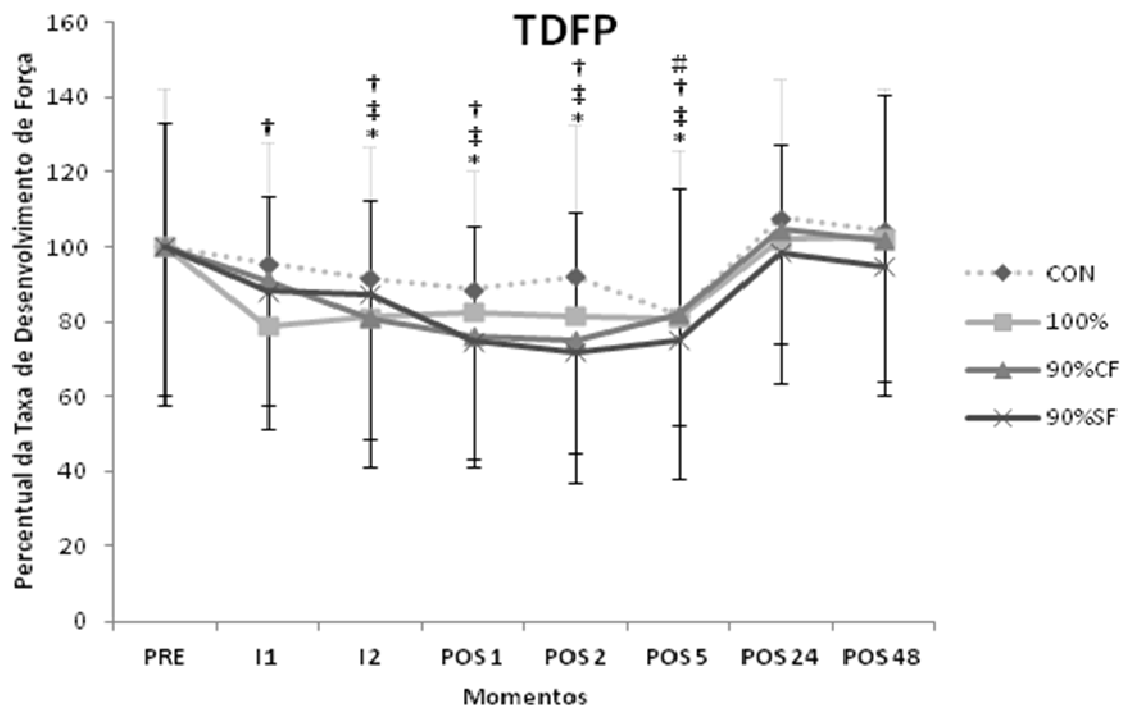


Figura 10. Comportamento da taxa de desenvolvimento de força pico antes, durante e após exercício.

#Indica diferença significativa ($p \leq 0,05$) na comparação com o momento PRE para a condição CON.

†Indica diferença significativa ($p \leq 0,05$) na comparação com o momento PRE para a condição 100%.

‡Indica diferença significativa ($p \leq 0,05$) na comparação com o momento PRE para a condição 90%CF.

*Indica diferença significativa ($p \leq 0,05$) na comparação com o momento PRE para a condição 90%SF.

Os resultados da RMS da atividade EMG dos músculos VM e VL podem ser observados na tabela 4.

Tabela 4. Resultados em média e desvio padrão dos valores da *root mean square* (RMS) da atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial e vasto lateral obtidos antes, durante e após três condições de exercício e condição controle, e valores de p e F da análise do efeito principal e da interação.

RMS (mV)							
(MÉDIA ± DESVIO PADRÃO)							
Vasto Medial							
(n=17)							
	CON	100%	90% CF	90% SF	Efeitos	F	p
PRE	0,23 ± 0,18	0,22 ± 0,12	0,23 ± 0,19	0,22 ± 0,12	Condição	0,011	0,998
I1	0,22 ± 0,14	0,21± 0,11	0,21± 0,14	0,21 ± 0,12			
I2	0,20 ± 0,14*	0,20 ± 0,10	0,20 ± 0,13	0,21± 0,13			
POS 1	0,20 ± 0,13	0,21± 0,12	0,20 ± 0,12	0,20 ± 0,12	Momento	4,079	0,037
POS 2	0,20 ± 0,13*	0,20 ± 0,11	0,19 ± 0,13	0,19 ± 0,11			
POS 5	0,20 ± 0,14	0,20 ± 0,11	0,20 ± 0,13	0,20 ± 0,12	Condição x Momento	0,571	0,937
POS 24	0,22 ± 0,14	0,22 ± 0,13	0,22 ± 0,13	0,22 ± 0,15			
POS 48	0,22 ± 0,15	0,23 ± 0,17	0,23 ± 0,18	0,24 ± 0,17			
Vasto Lateral							
(n=16)							
	CON	100%	90% CF	90% SF	Efeitos	F	p
PRE	0,22 ± 0,13	0,21± 0,11	0,23 ± 0,14	0,22 ± 0,13	Condição	0,367	0,777
I1	0,21 ± 0,14	0,20 ± 0,10	0,21 ± 0,11	0,21 ± 0,12			
I2	0,19 ± 0,12*	0,19 ± 0,09	0,20 ± 0,11	0,21 ± 0,11			
POS 1	0,18 ± 0,11*	0,20 ± 0,09	0,20 ± 0,10*	0,20 ± 0,10	Momento	7,373	0,000
POS 2	0,18 ± 0,10*	0,19 ± 0,09	0,19 ± 0,10*	0,20 ± 0,10			
POS 5	0,19 ± 0,10*	0,20 ± 0,10	0,20 ± 0,10	0,20 ± 0,12	Condição x Momento	0,977	0,491
POS 24	0,22 ± 0,16	0,21 ± 0,11	0,22 ± 0,12	0,21 ± 0,10			
POS 48	0,22 ± 0,12	0,23 ± 0,15	0,24 ± 0,13	0,21 ± 0,11			

*Indica diferença significativa ($p \leq 0,05$) na comparação com o momento PRE da mesma condição; CON=condição controle; 100%= 100% de 13-15 repetições máximas; 90%CF=90% de 13-15 repetições máximas com fadiga na última série; 90%SF= 90% de 13-15 repetições máximas sem fadiga na última série; PRE=antes do início do exercício; I1=início do primeiro intervalo de recuperação; I2=início do segundo intervalo de recuperação; POS 1=tão logo terminou o exercício; POS 2=dois minutos após exercício; POS 5=cinco minutos após exercício; POS 24= vinte e quatro horas após exercício; POS 48= quarenta e oito horas após exercício.

Para ambos os músculos foi observado efeito principal de momento (valores de F e p na Tabela 4). As alterações ocorridas na amplitude do sinal EMG (RMS), tanto do VM quanto do VL na comparação com PRE, foram observadas principalmente para a condição CON na qual quedas significativas ($p \leq 0,05$) ocorreram nos momentos I2 e POS 2 para ambos os músculos, e também em POS 1 e POS 5 para o VL. Na condição 100% não houve alteração significativa ($p > 0,05$) para nenhum dos dois músculos.

Com relação a condição 90%CF, no VM não houve alteração significativa ($p>0,05$) da RMS, enquanto que no VL quedas significativas ($p\leq 0,05$) ocorreram em POS 1 e POS 2. Quando a condição envolveu a realização de exercícios sem a presença de fadiga na ultima série (90%SF), não foram observadas alterações significativas ($p>0,05$) da amplitude do sinal EMG em nenhum momento.

As figuras 11 e 12 mostram, em termos relativos, o comportamento da amplitude do sinal EMG dos músculos VM e VL respectivamente, antes, durante e até 48 horas após a realização do exercício.

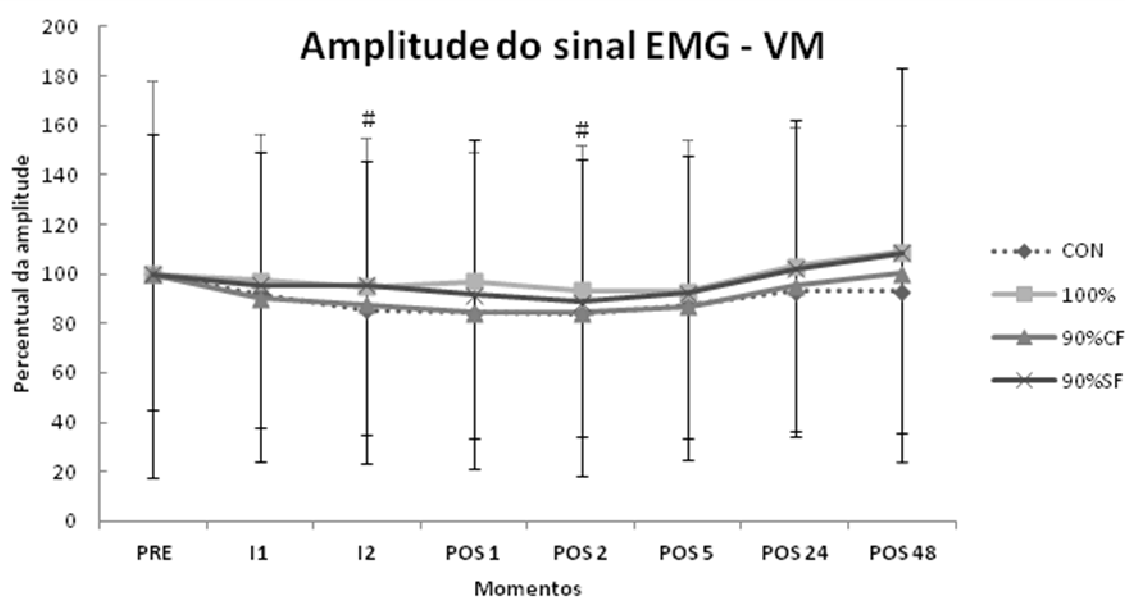


Figura 11. Comportamento da amplitude do sinal eletromiográfico do músculo Vasto Medial antes, durante e após exercício.

#Indica diferença significativa ($p\leq 0,05$) na comparação com o momento PRE para a condição CON.

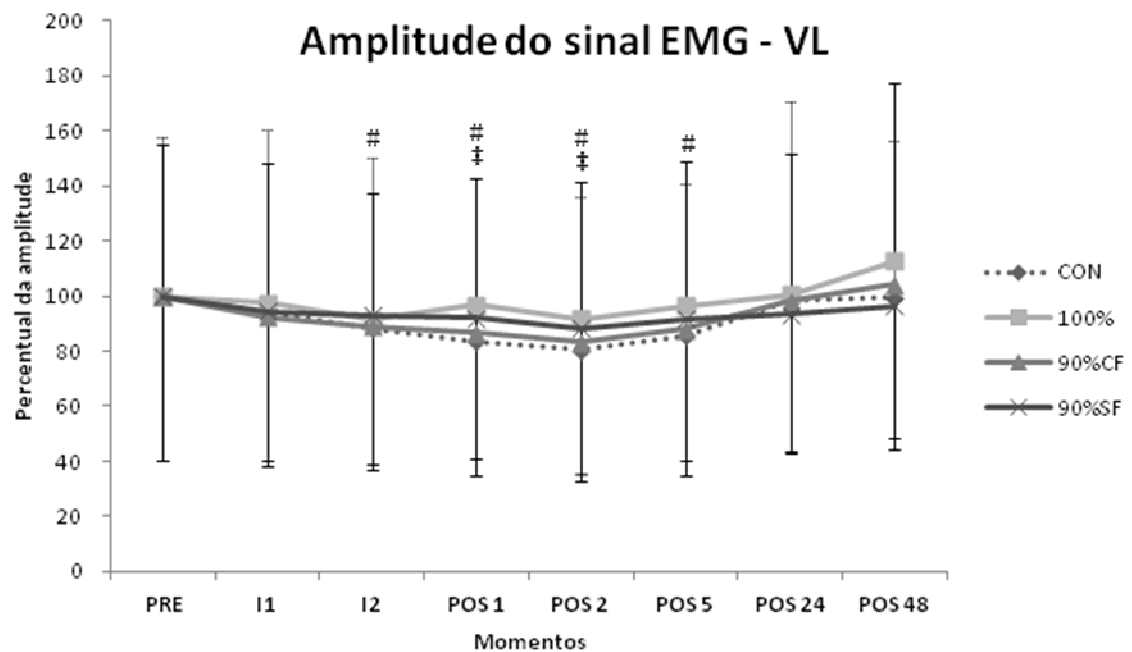


Figura 12. Comportamento da amplitude do sinal eletromiográfico do músculo Vasto Lateral antes, durante e após exercício.

#Indica diferença significativa ($p \leq 0,05$) na comparação com o momento PRE para a condição CON.

‡Indica diferença significativa ($p \leq 0,05$) na comparação com o momento PRE para a condição 90%CF.

No que diz respeito à frequência mediana de ativação dos músculos VM e VL os resultados são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Resultados em média e desvio padrão dos valores da frequência mediana de ativação dos músculos vasto medial e vasto lateral obtidos antes, durante e após três condições de exercício e condição controle, e valores de p e F da análise do efeito principal e da interação.

Frequência Mediana de Ativação (Hz)							
(MÉDIA ± DESVIO PADRÃO)							
Vasto Medial							
(n=17)							
	CON	100%	90% CF	90% SF	Efeitos	F	p
PRE	65,32	67,55	67,78	66,98	Condição	0,120	0,948
	±15,83	±11,93	±13,63	±12,73			
I1	67,61	65,66	65,31	65,08			
	±15,72	±13,35	±14,92	±14,43	Momento	4,783	0,000
I2	69,74	66,75	67,32	66,52			
	±17,33	±14,08	±14,27	±14,55			
POS 1	68,53	66,23	67,27	66,80	Condição x Momento	0,748	0,782
	±16,01	±13,41	±13,74	±14,81			
POS 2	69,22	67,90	67,27	68,36			
	±15,03	±14,02	±14,73	±14,28			
POS 5	68,59	70,37	68,59	69,22			
	±17,39	±14,51	±14,61	±14,84			
POS 24	68,88	70,60	68,13	70,89			
	±15,68	±16,35	±14,64	±18,55			
POS 48	66,98	66,06	66,92	67,04			
	±14,00	±14,56	±16,04	±15,20			
Vasto Lateral							
(n=16)							
	CON	100%	90% CF	90% SF	Efeitos	F	p
PRE	61,52	60,91	61,22	59,82	Condição	0,897	0,415
	±15,83	±11,93	±13,63	±12,73			
I1	60,24	59,02	58,53	57,80			
	±15,72	±13,35	±14,92	±14,43	Momento	6,773	0,000
I2	63,05	59,08	59,75	58,65			
	±17,33	±14,08	±14,27	±14,55			
POS 1	61,71	59,20	59,63	57,74	Condição x Momento	0,775	0,750
	±16,01	±13,41	±13,74	±14,81			
POS 2	62,62	60,97	62,13	60,18			
	±15,03	±14,02	±14,73	±14,28			
POS 5	63,78	61,71	63,72	62,68			
	±17,39	±14,52	±14,61	±14,84			
POS 24	62,44	63,11	63,29	62,99			
	±15,68	±16,36	±14,64	±18,55			
POS 48	59,57	60,85	61,10	60,43			
	±14,00	±14,56	±16,04	±15,20			

*Indica diferença significativa ($p \leq 0,05$) na comparação com o momento PRE da mesma condição; CON=condição controle; 100%= 100% de 13-15 repetições máximas; 90%CF=90% de 13-15 repetições máximas com fadiga na última série; 90%SF= 90% de 13-15 repetições máximas sem fadiga na última série; PRE=antes do início do exercício; I1=início do primeiro intervalo de recuperação; I2=início do segundo intervalo de recuperação; POS 1=tão logo terminou o exercício; POS 2=dois minutos após exercício; POS 5=cinco minutos após exercício; POS 24= vinte e quatro horas após exercício; POS 48= quarenta e oito horas após exercício.

Para a frequência mediana foi observado efeito principal de momento nos dois músculos analisados (valores de F e p na Tabela 5).

No entanto, o *post hoc* não encontrou alteração significativa entre os momentos das diferentes condições.

As figuras 13 e 14 mostram, em números relativos, o comportamento da frequência mediana dos músculos VM e VL respectivamente, antes, durante e até 48 horas após a realização do exercício.

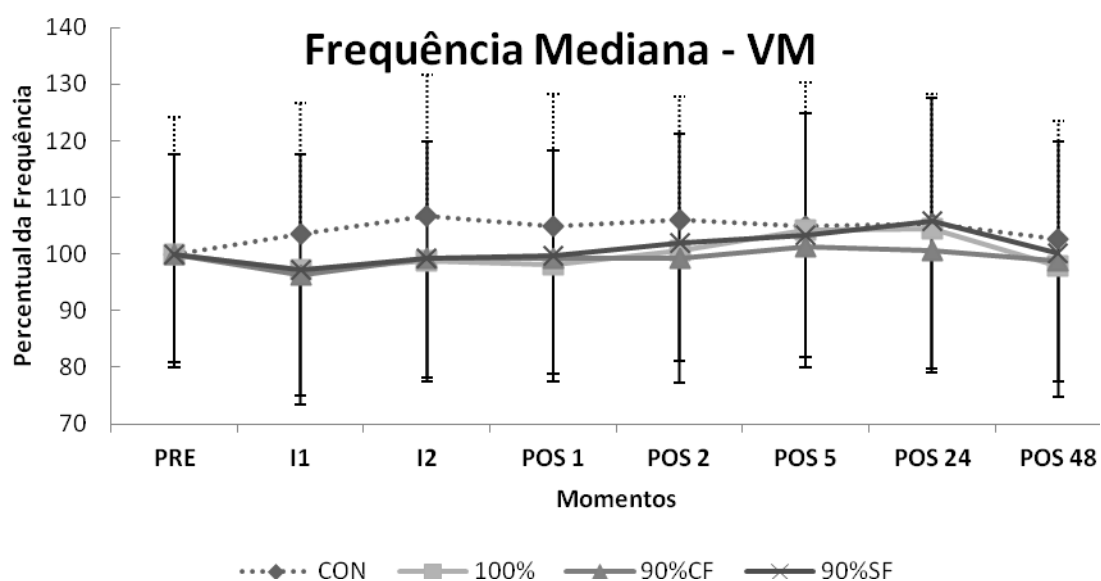


Figura 13. Comportamento da frequência mediana do músculo Vasto Medial antes, durante e após exercício.

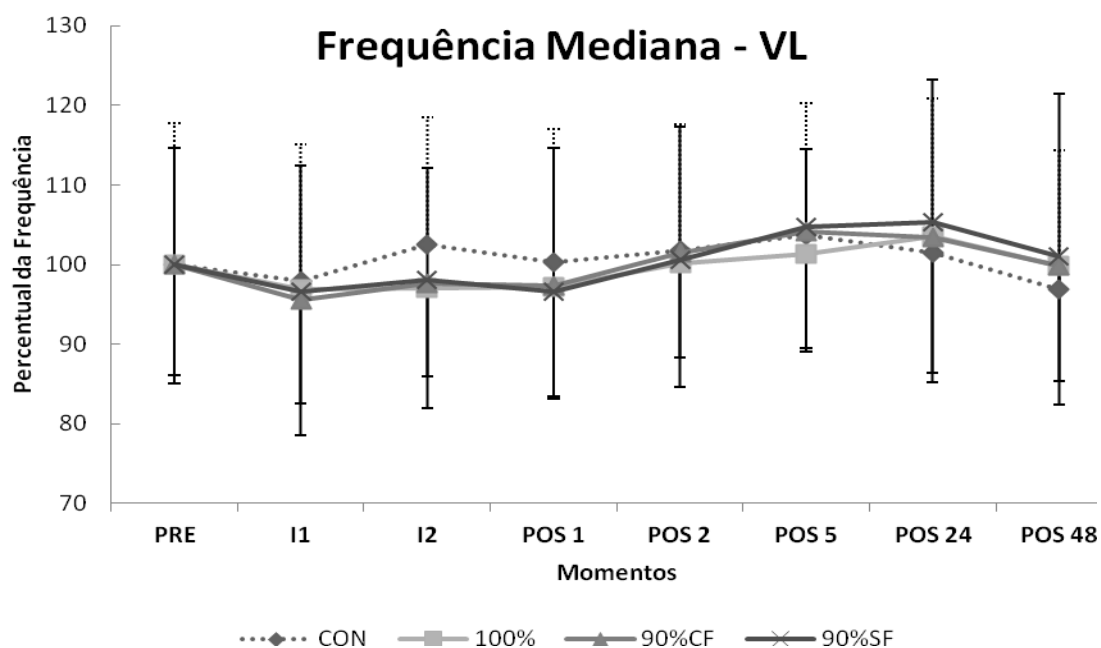


Figura 14. Comportamento da frequência mediana do músculo Vasto Lateral antes, durante e após exercício.

O número de repetições por série alcançado pelas participantes nas três condições de exercício são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Resultados em média e desvio padrão do número de repetições nas condições com exercício, e valores de p e F da análise do efeito principal e da interação (n=18).

CONDIÇÕES	Número repetições			Efeitos	F	p
	1ª SÉRIE	2ª SÉRIE	3ª SÉRIE			
100%	14,00 ± 1,97	8,39 ± 2,55*	6,67 ± 1,71* [‡]	Condição	90,206	0,000
90%CF	15,00 ± 0,00 [#]	14,61 ± 1,14 [#]	14,11 ± 4,10 [#]	Momento	36,564	0,000
90%SF	15,00 ± 0,00 [#]	14,50 ± 1,54 [#]	13,67 ± 2,28* [#]	Condição x Momento	29,947	0,000

*Indica diferença significativa ($p \leq 0,05$) na comparação com a 1ª série de uma mesma condição; [‡] Indica diferença significativa ($p \leq 0,05$) na comparação com a 2ª série de uma mesma condição; [#]Indica diferença ($p \leq 0,05$) na comparação com a mesma série da condição 100%; 90%CF=90% de 13-15 repetições máximas com fadiga na última série; 90%SF= 90% de 13-15 repetições máximas sem fadiga na última série.

A queda percentual do número de repetições observada da primeira para a segunda série foi de 40,08% para a condição 100%, de 2,59% para a condição 90%CF e de 3,33% para a condição 90%SF. Entre a primeira e a terceira série essa queda percentual foi de 52,38% para a condição 100%, 5,93% para a condição 90%CF e de 8,89% para 90%SF.

A análise estatística apontou interação significativa para o número de repetições bem como efeito principal de condição e momento (valores de F e p na Tabela 6). Houve queda significativa no número de repetições na segunda e terceira séries comparadas à primeira na condição 100%, e na terceira série da condição 90%SF em relação a primeira. O número de repetições da primeira série da condição 100% foi significativamente diferente da primeira série das demais condições, sendo que o mesmo aconteceu para a segunda e terceira séries.

Os volumes alcançados nas três condições de exercício são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Resultados em média e desvio padrão do volume nas condições com exercício, e valores de p e F da análise do efeito principal de condição (n=18).

CONDIÇÕES	Volume (Kg.Rep.)	Efeito principal e interação	F	p
100%	2413,78 ± 517,89	Condição	46,219	0,000
90%CF	3285,83 ± 532,66 [†]	Momento	-----	
90%SF	3253,61 ± 526,99 [†]	Condição x momento	-----	

[†]Indica diferença significativa ($p \leq 0,05$) na comparação com 100%; 100%= 100% de 13-15 repetições máximas; 90%CF=90% de 13-15 repetições máximas com fadiga na ultima série; 90%SF= 90% de 13-15 repetições máximas sem fadiga na ultima série.

A figura 15 mostra a sustentabilidade do número de repetições nas três séries das condições com exercício.

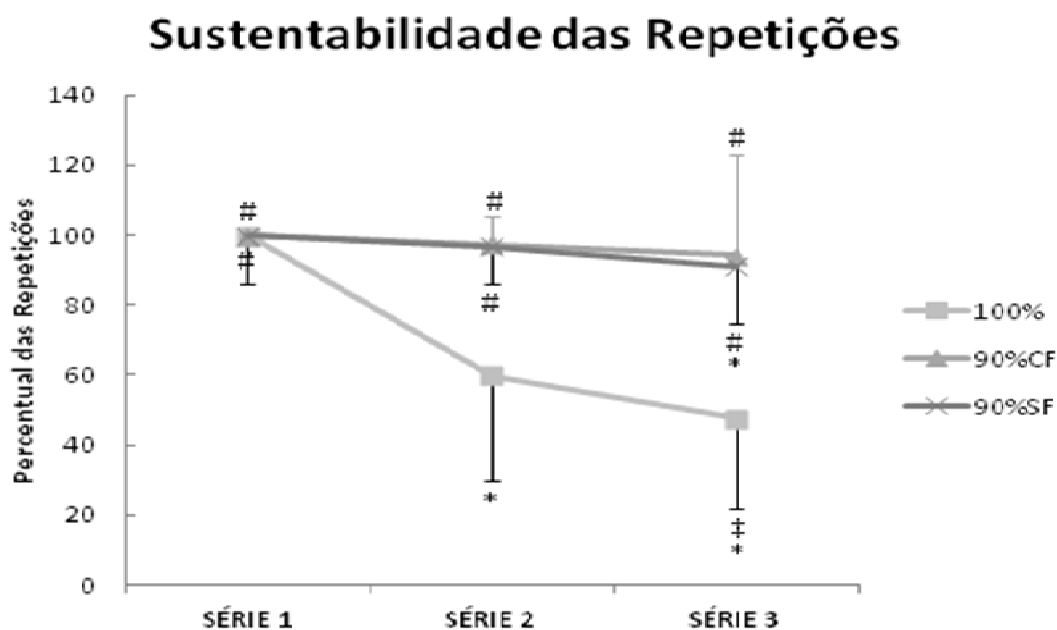


Figura 15. Número de repetições realizadas nas três séries das condições com exercício.

*Indica diferença significativa ($p \leq 0,05$) na comparação com a 1ª série de uma mesma condição;

† Indica diferença significativa ($p \leq 0,05$) na comparação com a 2ª série de uma mesma condição;

#Indica diferença ($p \leq 0,05$) na comparação com a mesma série da condição 100%;

Para o volume de exercício foi observado efeito principal de condição (valores de F e p na Tabela 6), com volumes significativamente maiores para as condições 90%CF e 90%SF comparadas a 100%. A figura 16 ilustra o volume das três condições de exercício.

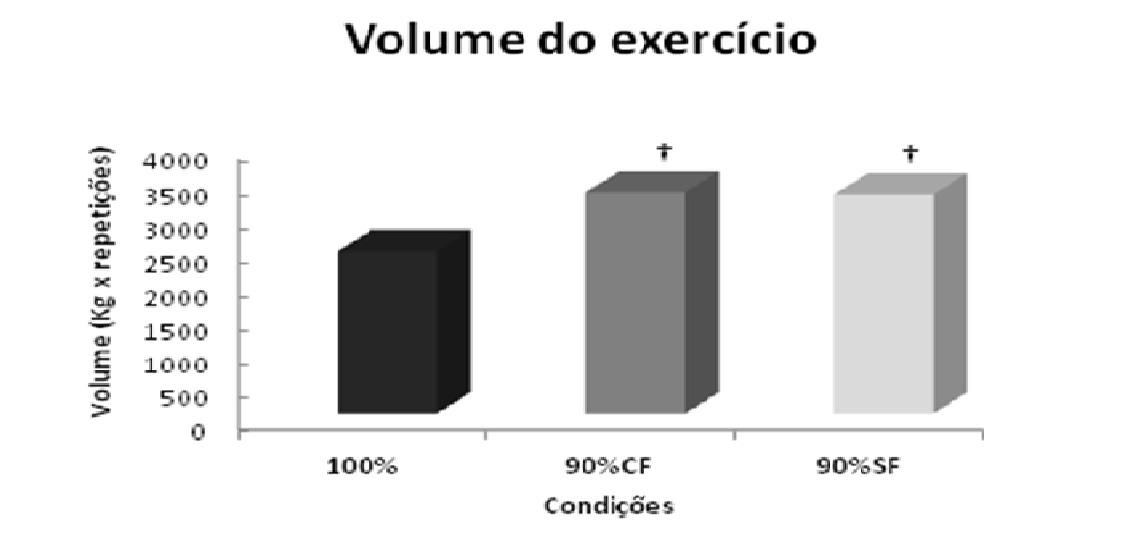


Figura 16. Volume das três condições de exercício.

[†]Indica diferença significativa ($p \leq 0,05$) na comparação com a condição 100%.

6. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi analisar o efeito do exercício *Leg-press* realizado a 90% de 13-15 RM (com e sem fadiga na ultima série) e a 100% de 13-15 RM no volume de exercício e resposta neuromuscular aguda de idosas treinadas.

Os resultados apontaram que o exercício realizado a 90% de 13-15 RM, independente de ser realizado até a fadiga ou não na ultima série, proporcionaram menor queda no número de repetições ao longo das séries (Figura 15) e maior volume de exercício do que aquele realizado a 100% de 13-15 RM (Figura 16). As variáveis CVM e TDFP decresceram de forma semelhante para todas as condições de exercício (Figuras 9 e 10), enquanto que a amplitude e frequência da atividade EMG dos músculos VM e VL parecem ser pouco afetadas pelas diferentes condições do exercício (Figuras 11, 12, 13 e 14). Após 24 e 48 horas, todas as variáveis apresentaram valores similares ao momento pré-exercício.

Outros estudos procuraram analisar as respostas agudas da força muscular após EP em diferentes populações (DEDRICK;CLARKSON, 1990; HAKKINEN, 1995; BENSON;DOCHERTY;BRANDENBURG, 2006; FERRI et al., 2006; VALKEINEN et al., 2006; JAMBASSI FILHO et al., 2009; GURJÃO et al., 2010). No entanto, a literatura é escassa em estudos com participantes idosas envolvidas em um programa de TP. Sabe-se que a prática regular do TP é capaz de causar alterações significativas no SNM de idosos (MAYER et al., 2011; GURJAO et al., 2012) e, conseqüentemente, nas respostas de força logo após o exercício e seu processo de recuperação (PLOUTZ-SNYDER et al., 2001). Até o presente momento, este é o único estudo que procurou analisar as respostas neuromusculares e a recuperação de mulheres idosas treinadas com pesos após exercício para membros inferiores, comparando duas diferentes intensidades.

A CVM é uma importante medida de produção de força muscular, e é capaz de indicar as condições de funcionamento do SNM como um todo (VOLLESTAD, 1997). No presente estudo essa variável se comportou de maneira semelhante em todas as condições. Para condição CON, o menor valor foi observado no momento POS 5, onde a CVM foi 6,5% menor que no momento PRE. Tal queda pode ser

explicada em função da diminuição significativa nos valores da amplitude da atividade EMG dos músculos VM e VL. A queda da amplitude pode ser um demonstrativo de diminuição da capacidade de recrutamento das unidades motoras, indicando uma possível contribuição da falência do sistema nervoso central na diminuição da capacidade de produzir força (ASCENSÃO et al., 2003).

Badillo e Ayestarán (2001) apontam que a queda no desempenho de força isométrica máxima parece estar pouco relacionada com o acúmulo de metabólitos como o ácido láctico, mas sim com a depleção de substratos energéticos como a fosfocreatina e com uma fadiga de origem neural. No entanto, não é possível determinar o nível exato em que ocorreu a fadiga, uma vez que medidas de CVM são um resultado integrado da cadeia total de eventos na produção de força muscular, e a atividade EMG do músculo reflete a ativação central ou um componente neural para a produção de força (VOLLESTAD, 1997). A utilização da técnica de contração interpolada poderia auxiliar na identificação e determinação da possível influência de uma fadiga de origem central.

O exercício a 100 e 90% de 13-15 RM foi suficiente para diminuir significativamente a CVM principalmente após a segunda série. A queda relativa da CVM alcançou seu maior valor no momento POS 1 para a condição 90%CF, com uma queda de 9,25%, e no momento POS 2 para as condições 100% e 90%SF, com quedas de 10,55% e 8,91% respectivamente. Após cinco minutos do fim do exercício (POS 5) a CVM ainda permanecia significativamente abaixo dos níveis pré-exercício em todas as condições, sendo que após 24 e 48 horas já se encontravam recuperadas (Figura 9). As quedas observadas na CVM indicam níveis de fadiga e tempo de recuperação semelhantes para as diferentes condições de exercício.

Outros estudos também procuraram verificar as respostas de força isométrica após EP em idosos, e observaram queda significativa para essa variável (DEDRICK; CLARKSON, 1990; HAKKINEN, 1995; GURJÃO et al., 2010). No estudo de Gurjão et al. (2010) com mulheres idosas treinadas, após cinco e dez minutos do fim da realização de exercícios para os flexores do cotovelo a 100 e 90% de 15 RM, a CVM ainda se encontrava significativamente abaixo dos valores pré-exercício para ambas as condições. Hakkinen (1995), assim como no presente estudo, também utilizou o exercício no *Leg-press* para avaliar as respostas neuromusculares de indivíduos idosos. O exercício consistia na realização de cinco séries de 10

repetições a 70% de 1RM com três minutos de intervalo entre as séries. Avaliações da CVM ocorreram imediatamente, uma, duas, 24 e 48 horas após o exercício. Foi observada queda significativa da CVM imediatamente após o exercício, com essa variável se mantendo abaixo dos níveis de base nas avaliações uma, duas e 24 horas após o exercício. A recuperação para valores pré-exercício ocorreu apenas após 48 horas. O maior tempo de recuperação pode estar relacionado ao fato de que as participantes no estudo de Hakkinen (1995) eram fisicamente ativas, mas não participavam especificamente de um programa de TP. A realização de exercícios não costumeiros pode ser marcada pela presença de dano muscular, exigindo maior tempo de recuperação, sendo que o status de treinamento é outro fator que pode influenciar nas respostas agudas e na cinética da recuperação ao dano muscular (BYRNE;TWIST;ESTON, 2004; FELL;WILLIAMS, 2008; BRENTANO;KRUEL, 2011). Ploutz-Snyder et al. (2001) demonstraram que um menor tempo para recuperação da força seria necessário após a realização de um programa de TP. Os autores sugerem que o treinamento pode gerar uma proteção contra subsequentes esforços não costumeiramente realizados, incluindo aqueles de alta intensidade e maior número de repetições do que normalmente realizado durante o treinamento. Nesse sentido, o tempo de recuperação menor que 24 horas encontrado no presente estudo, indicando ausência/menor nível de dano muscular, pode ter sido possível em função do nível de treinamento das participantes.

A TDFP, tida como a habilidade de produzir força muscular rapidamente, apresentou queda significativa para todas as condições de exercício (Figura 10). Tal queda pode ter ocorrido em função da velocidade de movimento empregada no exercício a 100 e 90% de 13-15 RM. A velocidade de alta a moderada (concêntrica=1s: excêntrica= 2s) utilizada durante o exercício no presente estudo, pode ter exigido grande participação das fibras de contração rápida (fibras do tipo II). Essas fibras são caracterizadas por produzirem energia rapidamente, bem como de se contraírem de maneira rápida, sendo amplamente requeridas durante produção de uma grande quantidade de força em um curto período de tempo (BADILLO;AYESTARAN, 2001). Por outro lado, elas também são caracterizadas por fadigarem num período de tempo relativamente curto (BADILLO;AYESTARAN, 2001). Assim, o declínio da capacidade de produzir força de maneira rápida nas idosas deste estudo, dada pela TDFP, pode ser explicado em partes pela fadiga das fibras do tipo II.

Embora a TDFP tenha apresentado queda significativa para todas as condições, isto ocorreu em diferentes momentos para cada uma delas (Figura 10). Para a condição 100%, uma queda de aproximadamente 20% foi observada logo após o final da primeira série na comparação com PRE, enquanto que para 90%CF o menor valor aconteceu após a segunda série, com queda de 26% em relação à PRE e, para 90%SF uma diferença de 23% foi observada após a terceira série. A intensidade/volume em que o exercício é realizado pode ter sido determinante no declínio da TDFP ao longo das séries do exercício. Se observarmos que após a primeira série o maior volume e a maior queda relativa da TDFP foram alcançadas na condição a 100% e, que após a terceira série o maior volume total e a maior queda relativa da TDFP em relação a PRE foram alcançadas nas condições a 90% de 13-15 RM, parece que o declínio da TDFP pode ter sido influenciado pelo volume ao longo do exercício. No entanto, essas suposições devem ser analisadas com cautela uma vez que não foram observadas diferenças significativas no comportamento da TDFP entre condições.

Não foram encontrados estudos que avaliassem as repostas agudas da TDFP após EP, em idosas treinadas. No estudo de Hakkinen (1995), a realização de cinco séries de 10 repetições a 70% de 1 RM não foi suficiente para diminuir significativamente a TDF de mulheres idosas fisicamente ativas. Segundo o autor, as alterações na composição das fibras e níveis de testosterona advindas do processo de envelhecimento podem ter implicado em menor agressividade para recrutar unidades motoras de contração rápida, que pode ter contribuído para menor fadiga em tarefas que fossem necessária produção rápida de força muscular.

A TDFP pode determinar a magnitude da aceleração na fase inicial da fase de movimento e, no fim das contas, influenciar a velocidade de movimento (KRAEMER;NEWTON, 2000; CASEROTTI et al., 2008). Desse modo, exercícios em que seja necessária a produção de força muscular rapidamente, altos índices de TDFP podem colaborar para o melhor desempenho durante o exercício. Comparados a condição 100%, exercícios realizados a 90% de 13-15 RM têm uma diminuição da capacidade de produzir força de maneira rápida mais tardiamente dentro da sessão, podendo ser uma estratégia na prescrição de exercícios que necessitem ser realizados sob condições que favorecem a produção de força muscular rapidamente, como em treinamentos de potência muscular por exemplo.

Avaliações da atividade EMG são uma importante medida do componente neural do SNM. Embora não seja possível determinar a origem exata da fadiga com esse tipo de medida, ela permite uma avaliação geral dos processos que ocorrem desde o processamento no sistema nervoso central até a excitação das fibras musculares (VOLLESTAD, 1997).

Como já apontado, as medidas de amplitude do sinal EMG e frequência mediana não sofreram grandes alterações (com exceção da amplitude na condição CON). Embora nas condições de exercício (100 e 90% de 13-15 RM) foi observada queda significativa da amplitude do sinal do VL imediatamente e dois minutos após a condição 90% CF, de uma forma geral, as respostas indicam uma possível manutenção na taxa de excitação das unidades motoras, sendo que a queda na capacidade de produzir força dada pela CVM se explicaria principalmente por uma fadiga com origem predominantemente periférica.

Esses achados corroboram aos resultados de Valkeinen et al. (2006), que, mesmo com a queda significativa da força isométrica máxima, não observaram alteração significativa da atividade EMG nem durante nem após EP em idosos. Nesse mesmo estudo a atividade EMG e CVM foram avaliadas antes e após período de TP, sendo que o comportamento de ambas foi semelhante ao longo e após exercício tanto antes quanto após período de treinamento. Outros estudos, com diferentes faixas etárias e níveis de treinamento, também observaram após a realização de EP uma queda na capacidade de produzir força sem alterações da atividade EMG (BIGLAND-RICHIE et al., 1986, apud BENSON et al., 2006; BENSON et al., 2006).

No que diz respeito a frequência mediana, essa parece não ter sido afetada pelo exercício. Nenhum estudo que utilizou análise dessa variável em indivíduos idosos treinados foi encontrado na literatura. Na presença de fadiga tem-se verificado um deslocamento do sinal para zonas de baixa frequência (ASCENSÃO et al., 2003), sendo que essa alteração parece ser influenciada predominantemente pela diminuição da velocidade de condução do potencial de ação (POTVIN, 1997; WEIR et al., 1998). Uma análise da velocidade de condução do potencial de ação poderia auxiliar no entendimento desses resultados.

Outros estudos apontaram alterações significativas de variáveis EMG como a amplitude do sinal e frequência mediana após EP (HAKKINEN, 1995; LINNAMO; HAKKINEN; KOMI, 1998; KAY et al., 2000; BABAUULT et al., 2006;

BENSON;DOCHERTY;BRANDENBURG, 2006). Uma possível explicação para as diferenças com os achados do presente estudo, pode estar relacionada à grande diferença de protocolos de exercícios empregados em cada um deles. Alguns desses estudos tinham como intuito induzir a fadiga, utilizando assim, rotinas de exercícios muito diferentes da empregada aqui. No estudo de Babault et al. (2006) por exemplo, em estudo com adultos jovens, foram realizadas três séries de 30 repetições isocinéticas concêntricas máximas dos extensores do joelho a uma velocidade de 60°/s. A queda da frequência mediana do músculo vasto lateral alcançou os 25% ao final da terceira série.

Além disso, diferentes velocidades de movimento e tipos de ação muscular podem explicar, em parte, as contradições entre esses estudos. A fadiga neuromuscular parece ser tarefa-dependente (ENOKA;STUART, 1992), ou seja, diferentes tarefas induzem fadiga de diferentes origens (central ou periférica). Estudos têm demonstrado que a ação muscular (KAY et al., 2000) e a velocidade de movimento (LINNAMO;HAKKINEN;KOMI, 1998) podem influenciar na origem da fadiga. No estudo de Babault et al. (2005), foi encontrado que em exercícios concêntricos a fadiga periférica foi desenvolvida primeiro, seguido pela fadiga central, sendo que quando foi realizado exercício isométrico o padrão da fadiga foi invertido.

A análise de variáveis, como o número de repetições por série e volume total de exercício, são importantes na determinação do real papel das alterações no SNM no desempenho de força durante a prática.

Vale ressaltar que para o presente estudo o volume foi considerado como a somatória do número de repetições das três séries multiplicado pela intensidade absoluta do exercício (quilogramas utilizados). Mesmo com uma intensidade absoluta maior, o menor volume de exercício a 100% de 13-15 RM pode ser explicado pelo declínio no número de repetições na segunda e terceira séries dessa condição.

O decréscimo no número de repetições em séries subsequentes realizadas com cargas a 100% de diferentes zonas de RM também foi observado em outros estudos com idosos (JAMBASSI FILHO et al., 2009; JAMBASSI-FILHO et al., 2010) e jovens (BENSON;DOCHERTY;BRANDENBURG, 2006). Tal fato possivelmente está relacionado ao processo de fadiga muscular, sendo que diversas reações fisiológicas como a degradação das fontes energéticas, o acúmulo de metabólitos

que interagem com as proteínas contráteis e as alterações no *drive* neural podem ser fatores associados com a redução aguda na produção de força muscular (FITTS, 2008).

O maior volume de exercício após redução de 10% da intensidade do exercício para adultos jovens encontrada por Benson et al. (2006) também foi percebido para as mulheres idosas treinadas do presente estudo. No entanto, a realização do exercício a 90%CF parece não ter afetado o volume de exercício quando comparado com o exercício a 90%SF. Uma explicação é a de que a realização das duas primeiras séries a 90% de 13-15 RM, em ambas as condições, podem ter acarretado em acúmulo de fadiga, impossibilitando a realização de um número maior do que 15 repetições na terceira série para a condição 90%CF.

Tanto no estudo de Benson et al. (2006) realizado com jovens, quanto no de Jambassi-Filho et al. (2009) com idosas, foi observado aumento no número de repetições na terceira série a 90%, porém sem diferença significativa na comparação com as séries anteriores. Contrariamente, no presente estudo foi observada uma queda no número de repetições da terceira série em comparação com primeira série nas condições a 90% de 13-15 RM com e sem fadiga na terceira série. Essa diferença entre os estudos podem estar relacionadas as velocidades de movimento empregadas em cada estudo. A velocidade de movimento pode influenciar diretamente o número de repetições realizadas (SAKAMOTO;SINCLAIR, 2006). Embora no estudo de Jambassi-Filho et al. (2009) a velocidade tenha sido similar a do presente estudo, essa foi controla por um cronômetro, sendo que o avaliador acompanhava o tempo aproximado que cada repetição era realizada e apenas fornecia um *feedback* ao participante que então aumentava ou diminuía a velocidade de movimento. A realização do exercício sem controle da velocidade de movimento por meio de uma informação visual ou sonora direta ao participante pode ter causado uma grande variação da velocidade entre as repetições ao longo das séries.

Os resultados aqui encontrados têm uma importante aplicação prática. O significativo papel que maiores volumes podem exercer no aumento da força muscular de indivíduos idosos (GALVAO;TAAFFE, 2005), reforça a proposta de que a diminuição de 10% na intensidade do exercício deve ser adotada como estratégia de prescrição de EP para idosos. Além disso, a realização de exercícios com

menores intensidades pode diminuir o desconforto gerado por situações de fadiga, gerando um efeito positivo na aderência do participante ao programa de TP.

7. CONCLUSÃO

Pode se concluir que a realização do exercício *Leg-press*, tanto a 100 quanto a 90% de 13-15 RM, afetou de maneira similar o sistema neuromuscular de mulheres idosas treinadas com pesos. A dinâmica da recuperação neuromuscular foi similar em todas as condições, indicando que nenhuma das intensidades empregadas foi capaz de gerar dano muscular significativo a ponto de afetar o sistema neuromuscular nos dois dias que sucederam o exercício.

No entanto, o exercício realizado a 90% de 13-15 RM proporcionou maior sustentabilidade das repetições e conseqüentemente um maior volume, podendo ser uma estratégia na prescrição de programas de TP voltados para idosos.

Estudos que procurem verificar o efeito do TP, realizado a 100 e 90% de 13-15 RM, devem ser implementados com o intuito de se determinar o efeito crônico dessas intensidades nas respostas de força em idosos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAGAARD, P. et al. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **J Appl Physiol**, v. 93, n. 4, p. 1318-26, Oct, 2002.

ACSM, A. C. S. M. Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. **Med. Sci. Sports Exerc**, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009.

ASCENSÃO, A. et al. Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 3, n. 1, p. 108-123, 2003.

BABAULT, N. et al. Neuromuscular fatigue development during maximal concentric and isometric knee extensions. **Journal of Applied Physiology**, v. 100, n. 3, p. 780-785, Mar, 2006.

BADILLO, J. J. G.; AYESTARAN, E. G. **Fundamentos do treinamento de força. Aplicação ao alto rendimento desportivo**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

BENSON, C.; DOCHERTY, D.; BRANDENBURG, J. Acute neuromuscular responses to resistance training performed at different loads. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 9, n. 1-2, p. 135-142, May, 2006.

BISHOP, P. A.; JONES, E.; WOODS, A. K. Recovery from training: a brief review. **J Strength Cond Res**, Colorado Springs, v. 22, n. 3, p. 1015-24, May, 2008.

BOTTARO, M. et al. Effects of age and rest interval on strength recovery. **Int J Sports Med**, v. 31, n. 1, p. 22-5, Jan, 2010.

BRENTANO, M. A.; KRUEL, L. F. M. A review on strength exercise-induced muscle damage: applications, adaptation mechanisms and limitations. **J Sports Med Phys Fit**, v. 51, p. 1-10, 2011.

BYRNE, C.; TWIST, C.; ESTON, R. Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage: theoretical and applied implications. **Sports Med**, Auckland, v. 34, n. 1, p. 49-69, 2004.

CASEROTTI, P. et al. Explosive heavy-resistance training in old and very old adults: changes in rapid muscle force, strength and power. **Scand J Med Sci Sports**, v. 18, n. 6, p. 773-82, Dec, 2008.

CHAPMAN, D. et al. Greater muscle damage induced by fast versus slow velocity eccentric exercise. **Int J Sports Med**, Stuttgart, v. 27, n. 8, p. 591-8, Aug, 2006.

CHAPMAN, D. W. et al. Comparison between old and young men for responses to fast velocity maximal lengthening contractions of the elbow flexors. **Eur J Appl Physiol**, Berlin, v. 104, n. 3, p. 531-539, Oct, 2008.

CHEN, T. C.; NOSAKA, K.; SACCO, P. Intensity of eccentric exercise, shift of optimum angle, and the magnitude of repeated-bout effect. **J Appl Physiol**, v. 102, p. 992-999, 2007.

CLARKSON, P. M.; DEDRICK, M. E. Exercise-induced muscle damage, repair, and adaptation in old and young subjects. **J Gerontol**, v. 43, n. 4, p. M91-6, Jul, 1988.

CLARKSON, P. M.; NOSAKA, K.; BRAUN, B. Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 24, n. 5, p. 512-20, May, 1992.

CLARKSON, P. M.; SAYERS, S. P. Etiology of exercise-induced muscle damage. **Can J Appl Physiol**, Champaign, v. 24, p. 234-248, 1999.

DEDRICK, M. E.; CLARKSON, P. M. The effects of eccentric exercise on motor performance in young and older women. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, Berlin, v. 60, n. 3, p. 183-6, 1990.

DESCHENES, M. R. Effects of aging on muscle fibre type and size. **Sports Med**, v. 34, n. 12, p. 809-24, 2004.

ELLWANGER, R. B.; BRENTANO, M. A.; KRUEL, L. F. M. Efeito da utilização de diferentes velocidades do treino de força em marcadores indiretos de lesão muscular. **Rev Bras Educ Fís Esp**, v. 21, n. 4, p. 259-270, 2007.

ENOKA, R. M. Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. **J Appl Physiol**, Bethesda, v. 81, n. 6, p. 2339-46, Dec, 1996.

ENOKA, R. M.; STUART, D. G. Neurobiology of muscle fatigue. **J Appl Physiol**, v. 72, n. 5, p. 1631-48, May, 1992.

FELL; WILLIAMS. The effect of aging on skeletal-muscle recovery from exercise: Possible implications for aging athletes. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 16, n. 1, p. 97-115, Jan, 2008.

FERNANDEZ-GONZALO, R. et al. Effects of a 4-week eccentric training program on the repeated bout effect in young active women. **J Sports Sci Med**, v. 10, p. 692-699, 2011.

FERRI, A. et al. Neuromuscular recovery after a strength training session in elderly people. **Eur J Appl Physiol**, Berlin, v. 97, n. 3, p. 272-9, Jun, 2006.

FITTS, R. H. The cross-bridge cycle and skeletal muscle fatigue. **J Appl Physiol**, v. 104, n. 2, p. 551-8, Feb, 2008.

FLORES, D. F. et al. Dissociated time course of recovery between genders after resistance exercise. **J Strength Cond Res**, Colorado Springs, v. 25, n. 11, p. 3039-44, Nov, 2011.

FRY, A. C. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. **Sports Med**, v. 34, n. 10, p. 663-79, 2004.

GALVAO, D. A.; TAAFFE, D. R. Resistance exercise dosage in older adults: single-versus multiset effects on physical performance and body composition. **J Am Geriatr Soc**, v. 53, n. 12, p. 2090-7, Dec, 2005.

GOLDEN, C. L.; DUDLEY, G. A. Strength after bouts of eccentric or concentric actions. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 24, n. 8, p. 926-933, 1992.

GURJAO, A. L. et al. Effect of strength training on rate of force development in older women. **Res Q Exerc Sport**, v. 83, n. 2, p. 268-75, Jun, 2012.

GURJÃO, A. L. D. et al. Respostas neuromusculares após exercício com pesos realizado em diferentes intensidades em mulheres idosas. **Anais do III Congresso Brasileiro de Metabolismo, Nutrição e Exercício**, p. p. 89-89, 2010.

HAKKINEN, K. Neuromuscular fatigue and recovery in women at different ages during heavy resistance loading. **Electromyogr Clin Neurophysiol**, Beauveemain, v. 35, n. 7, p. 403-13, Nov, 1995.

HARRIS, C. et al. The effect of resistance-training intensity on strength-gain response in the older adult. **J Strength Cond Res**, v. 18, n. 4, p. 833-8, Nov, 2004.

HERMENS, H. J. et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 10, n. 5, p. 361-74, Oct, 2000.

HUNTER, G. R.; TREUTH, M. S. Relative training intensity and increases in strength in older women. **J. Strength Cond. Res**, v. 9, p. 188-191, 1995.

HURLEY, B. F.; HANSON, E. D.; SHEAFF, A. K. Strength Training as a Countermeasure to Aging Muscle and Chronic Disease. **Sports Medicine**, v. 41, n. 4, p. 289-306, 2011.

JAMBASSI-FILHO, J. C. et al. O efeito de diferentes intervalos de recuperação entre as séries de treinamento com pesos, sobre a força muscular em mulheres idosas treinadas. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 16, p. 112-5, 2010.

JAMBASSI FILHO, J. C. et al. Resposta aguda do treinamento com pesos realizado com diferentes intensidades. **Anais do Congresso Científico Uniararas, 4 - Congresso de iniciação científica PIBIC-CNPq : Centro Universitário Hermínio Ometto**, p. 255-260, 2009.

KAY, D. et al. Different neuromuscular recruitment patterns during eccentric, concentric and isometric contractions. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 10, n. 6, p. 425-31, Dec, 2000.

KRAEMER, W. J.; NEWTON, R. U. Training for muscular power. **Phys Med Rehabil Clin N Am**, v. 11, n. 2, p. 341-68, vii, May, 2000.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, n. 4, p. 674-88, Apr, 2004.

KRISHNAN, R. K.; EVANS, W. J.; KIRWAN, J. P. Impaired substrate oxidation in healthy elderly men after eccentric exercise. **J Appl Physiol**, Bethesda, v. 94, n. 2, p. 716-23, Feb, 2003.

LAVENDER, A. P.; NOSAKA, K. Comparison between old and young men for changes in makers of muscle damage following voluntary eccentric exercise of the elbow flexors. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 31, n. 3, p. 218-25, Jun, 2006.

LINNAMO, V.; HAKKINEN, K.; KOMI, P. V. Neuromuscular fatigue and recovery in maximal compared to explosive strength loading. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 77, n. 1-2, p. 176-81, 1998.

MANFREDI, T. G. et al. Plasma creatine kinase activity and exercise-induced muscle damage in older men. **Med Sci Sports Exerc**, Hagerstown, v. 23, n. 9, p. 1028-34, Sep, 1991.

MAYER, F. et al. The intensity and effects of strength training in the elderly. **Dtsch Arztebl Int**, v. 108, n. 21, p. 359-64, May, 2011.

MCHUGH, M. P. et al. Exercise-induced muscle damage and potential mechanisms for the repeated bout effect. **Sports Med**, Auckland, v. 27, n. 3, p. 157-70, Mar, 1999.

MCLESTER, J. R. et al. A series of studies - A practical protocol for testing muscular endurance recovery. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 2, p. 259-273, May, 2003.

NELSON, M. E. et al. Physical Activity and Public Health in Older Adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 8, p. 1435-1445, Aug, 2007.

NEWHAM, D. J. et al. Ultrastructural changes after concentric and eccentric contractions of human muscle. **Journal of the Neurological Science**, v. 61, n. 1, p. 109-122, 1983.

NOSAKA, K.; CLARKSON, P. M. Muscle damage following repeated bouts of high force eccentric exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 27, n. 9, p. 1263-9, Sep, 1995.

PLOUTZ-SNYDER, L. L. et al. Resistance training reduces susceptibility to eccentric exercise-induced muscle dysfunction in older women. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 56, n. 9, p. B384-90, Sep, 2001.

POTVIN, J. R. Effects of muscle kinematics on surface EMG amplitude and frequency during fatiguing dynamic contractions. **J Appl Physiol**, v. 82, n. 1, p. 144-51, Jan, 1997.

ROTH, S. M. et al. High-volume, heavy-resistance strength training and muscle damage in young and older women. **J Appl Physiol**, Bethesda, v. 88, n. 3, p. 1112-8, Mar, 2000.

_____. Ultrastructural muscle damage in young vs. older men after high-volume, heavy-resistance strength training. **J Appl Physiol**, Bethesda, v. 86, n. 6, p. 1833-40, Jun, 1999.

SAHALY, R. et al. Maximal voluntary force and rate of force development in humans - importance of instruction. **European Journal of Applied Physiology**, v. 85, n. 3-4, p. 345-350, Aug, 2001.

SAKAMOTO, A.; SINCLAIR, P. J. EFFECT OF MOVEMENT VELOCITY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN TRAINING LOAD AND THE NUMBER OF REPETITIONS OF BENCH PRESS. **Effect of movement velocity on the relationship between training load and the number of repetitions of bench press**, v. 20, n. 3, p. 523-527, 2006.

SEWRIGHT, K. A. et al. Sex differences in response to maximal eccentric exercise. **Med Sci Sports Exerc**, Hagerstown, v. 40, n. 2, p. 242-51, Feb, 2008.

SMITH, D. J.; NORRIS, S. R. **Training load and monitoring an athlete's tolerance for endurance training**. Champaign: Human Kinetics, 2002.

TAN, B. Manipulating resistance training program variables to optimize maximum strength in men: A review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 13, n. 3, p. 289-304, Aug, 1999.

TIIDUS, P. M. Can estrogens diminish exercise induced muscle damage? **Can J Appl Physiol**, Champaign, v. 20, n. 1, p. 26-38, Mar, 1995.

VALKEINEN, H. et al. Acute heavy-resistance exercise-induced pain and neuromuscular fatigue in elderly women with fibromyalgia and in healthy controls: effects of strength training. **Arthritis Rheum**, v. 54, n. 4, p. 1334-9, Apr, 2006.

VINCENT, K. R. et al. Resistance exercise and physical performance in adults aged 60 to 83. **J Am Geriatr Soc**, v. 50, n. 6, p. 1100-7, Jun, 2002.

VOLLESTAD, N. K. Measurement of human muscle fatigue. **J Neurosci Methods**, v. 74, n. 2, p. 219-27, Jun 27, 1997.

WEIR, J. et al. Reliability of electromyographic fatigue curves. **J of Exerc Physiol online** v. 1, n. 3, 1998.

APÊNDICE I

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 196/96).

Bom dia! Meu nome é Alexandre Prado, sou aluno de mestrado estou desenvolvendo um estudo sob orientação do Prof. Dr. Sebastião Gobbi, que analisará o efeito do treinamento com pesos sobre o sistema muscular, em mulheres idosas treinadas.

Caso aceite participar do estudo, realizará 13 visitas ao Laboratório para avaliar sua força muscular das pernas. Nas três primeiras visitas será determinado o peso que a senhora pode movimentar por 15 vezes. Na quarta visita, será realizada uma familiarização aos procedimentos da avaliação. Nas nove visitas restantes, a senhora realizará três delas com exercício sem peso ou com 90% ou 100% do peso que foi determinado anteriormente, separadas por visitas após 24 e 48 horas exclusivamente para avaliação da força muscular e sinais do músculo, por meio de aparelho chamado de eletromiógrafo. A avaliação do desempenho muscular é muito importante para idosos, pois a sua redução está associada com o risco de quedas e a diminuição da independência. Este procedimento não terá custo nenhum para a senhora e todas as avaliações serão realizadas no período da manhã.

Os riscos da participação são mínimos e similares aos encontrados durante as atividades de rotina diária da senhora. Conquanto improváveis, poderão ocorrer acidentes devido a escorregões, desconfortos musculares e lesões musculares de pequena gravidade. Tais riscos são ainda minimizados por: a) Os testes musculares são adequados para idade e condições físicas da senhora; orientados presencialmente por profissional de Educação Física e; realizados em equipamentos e instalações adequadas; b) disponibilidade de material de primeiros socorros. Os benefícios esperados e decorrentes desta pesquisa são: a) contribuição científica, no sentido de aumentar o conhecimento; b) beneficiar profissionais quanto à prescrição de treinamento de idosos; c) conhecimento do seu próprio desempenho muscular.

A senhora poderá se recusar a participar ou interromper a participação no estudo sem qualquer penalização, bem como lhe serão fornecidos todos os esclarecimentos que quiser, em qualquer momento da pesquisa. Os resultados serão utilizados somente para fins de pesquisa e publicados em revistas e congressos, sendo que sua identidade pessoal será mantida em sigilo.

TÍTULO DO PROJETO: Respostas neuromusculares agudas de idosas treinadas ao exercício com pesos em diferentes intensidades.

Pesquisador Responsável: Alexandre König Garcia Prado

R.G. 41.673.124-7

Cargo/função: Aluno mestrando em Ciências da Motricidade

Instituição: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Campus Rio Claro

Endereço: Rua 11B, nº 928 - casa 3. Rio Claro - SP

Dados para contato: fone: (19) 3526-4312 e-mail: konigg@iq.com.br

Orientador: Prof. Dr. Sebastião Gobbi

Instituição: Departamento de Educação Física – IB – UNESP – Rio Claro

Endereço: Av. 24-A, nº 1515, Bela Vista – Rio Claro

Dados para contato: fone: 3526-4349 e-mail: sgobbi@rc.unesp.br

Tendo lido o presente Termo de Consentimento, bem como sido esclarecida em todas as minhas dúvidas, eu _____ aceito participar do estudo, assinando-o em duas vias, sendo que uma ficará comigo e outra com o pesquisador responsável.

Dados de identificação do participante da pesquisa:

Nome: _____

Documento de Identidade: _____ Data de Nascimento: ____/____/____

Sexo: () F () M

Endereço: _____

Telefone: _____

Assinatura: _____

Participante

Rio Claro, ____/____/____

Sebastião Gobbi
(Orientador)

Alexandre Konig Garcia Prado
(Pesquisador responsável)

APÊNDICE II

Valores de cargas empregadas nas sessões que antecederam o início do período experimental

Participante		SESSÕES																						
		100% de																						
		13-15 RM																						
(kg)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Cargas (kg)																								
1	91	49	28	35	49	NF	49	56	56	56	56	56	56	56	70	77	84	89	90	91	91	91	91	91
2	62	35	35	21	42	21	F	42	35	42	F	42	42	42	49	56	58	F	60	F	62	62	62	62
3	70	49	28	28	56	56	56	56	56	56	56	63	63	63	70	77	79	78	77	74	73	70	70	70
4	74	49	28	28	57	57	57	56	56	56	56	63	63	63	70	77	F	73	74	74	74	74	74	74
5	76	49	28	F	61	61	F	61	61	63	63	63	63	63	70	77	75	F	77	F	76	76	76	76
6	98	35	F	21	49	49	56	F	56	56	56	63	63	63	77	84	F	91	F	93	93	98	98	98
7	95	56	56	35	74	NF	74	74	74	F	74	70	77	NF	84	91	90	94	94	94	94	94	94	95
8	95	70	28	F	F	F	F	77	77	77	77	70	77	77	84	91	94	94	95	95	70	95	95	95
9	82	84	F	F	F	49	49	49	49	56	56	56	56	56	63	77	73	F	80	88	88	82	82	82
10	74	77	74	35	56	NF	56	56	63	63	63	70	77	77	77	84	83	83	82	82	F	F	F	79
11	88	63	F	28	72	72	72	F	72	70	70	77	77	77	77	84	91	90	89	89	89	89	88	88
12	89	70	NF	28	78	F	F	F	F	70	70	F	77	77	91	98	93	94	93	91	91	89	89	89
13	77	42	28	28	49	49	56	56	56	56	56	63	63	63	77	F	F	F	F	77	76	77	77	77
14	84	70	28	28	74	74	70	NF	74	74	70	77	77	77	77	84	86	F	85	84	84	84	84	84
15	104	F	F	F	F	F	F	F	NF	42	56	63	63	F	F	77	84	98	103	103	103	104	104	104
16	78	49	28	28	49	49	49	56	56	56	56	63	63	63	77	77	79	79	78	78	78	78	78	78
17	72	49	28	28	54	54	54	F	65	56	56	56	56	56	63	70	77	77	76	75	F	72	72	72
18	96	56	56	21	42	42	49	49	56	56	56	63	63	F	77	84	91	93	93	93	95	96	96	96
Média	84	56	36	28	57	53	57	57	60	59	62	62	65	64	74	80	82	87	84	86	84	84	84	84
Desvio																								
Padrão	11	14	15	5	12	14	9	10	11	10	8	9	10	10	10	9	9	8	11	9	11	12	11	11

RM=repetições máximas; F= faltou; NF=não fez o exercício.

ANEXO I

COMITÊ DE ÉTICA



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Rio Claro



DECISÃO CEP Nº 018/2011

Instituição: UNESP – IB – CRC	Departamento: Educação Física
Protocolo nº: 0904	Data de Registro CEP: 17.02.2011
Projeto de Pesquisa: "Respostas neuromusculares agudas de idosas treinadas ao exercício com pesos em diferentes intensidades"	

Pesquisa Individual	Pesquisador Responsável: -.-
---------------------	------------------------------

Pesquisa Alunos de Graduação	Pesquisador Responsável: -.-
	Orientando(a): -.-

Pesquisa Alunos de Pós-Graduação	Pesquisador Responsável: Alexandre Konig Garcia Prado
	Membros da equipe: Prof. Dr. Sebastião Gobbi (Orientador) André Luís Demantova Gurjão (Doutorando)

Objetivo Acadêmico:	☐ TCC
	☒ Mestrado
	☐ Doutorado
	☐ Outros

O Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências da UNESP – Campus de Rio Claro, em sua 42ª reunião ordinária, realizada em 24/05/2011	
☒	Aprovou o Projeto de Pesquisa acima citado, ratificando o parecer emitido pelo relator.
☐	Desde que atendidas as pendências apontadas na reunião (vide anexo), aprova o Projeto de Pesquisa acima citado.
☐	Referendou o Projeto de Pesquisa acima citado, ratificando o parecer emitido pelo relator.
☐	Aprovou retornar ao interessado para atendimento das pendências encontradas (prazo máximo de 60 dias):
☐	Não Aprovou.
☐	Retirou , devido à permanência das pendências.
☐	Aprovou o Projeto de Pesquisa acima citado e o encaminha , com o devido parecer, para apreciação da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa-CONEP/MS, por se tratar de um dos casos previstos no capítulo VIII, item 4.c.

“Formulário para Acompanhamento dos Protocolos de Pesquisa Aprovados”
Data de Entrega: Junho de 2013

Rio Claro, 27 de maio de 2011.
Profa. Dra. Maria Izabel Souza Camargo Coordenadora do CEP

Instituto de Biociências - Escola Técnica Acadêmica