

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA - FEF
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO-SENSU* EM EDUCAÇÃO FÍSICA

**INTERVALOS DE RECUPERAÇÃO ENTRE SÉRIES DE CONTRAÇÕES ISOCINÉTICAS:
DIFERENÇA ENTRE GÊNEROS**

Rodrigo Souza Celes

Brasília,

2009

**INTERVALOS DE RECUPERAÇÃO ENTRE SÉRIES DE CONTRAÇÕES ISOCINÉTICAS:
DIFERENÇA ENTRE GÊNEROS**

Rodrigo Souza Celes

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação Física da Universidade de Brasília (UnB) como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. MARTIM BOTTARO.

RODRIGO SOUZA CELES

INTERVALOS DE RECUPERAÇÃO ENTRE SÉRIES DE CONTRAÇÕES ISOCINÉTICAS:
DIFERENÇA ENTRE GÊNEROS

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Física pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Martim Francisco Bottaro Marques
(Orientador - FEF/UnB)

Prof. Dr. Valmor Alberto Augusto Tricoli
(Examinador Externo – EEF/USP)

Prof. Dr. Ricardo Moreno Lima
(Examinador Externo – UCB)

Brasília – DF, 24 de abril de 2009

Ficha Catalográfica

Celes, Rodrigo Souza.

Intervalo de recuperação entre séries de contrações isocinéticas: diferença entre gêneros / Rodrigo Souza Celes. – 2009

49 p. : il.

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília, Faculdade de Educação Física, 2008.

Orientador: Martim Francisco Bottaro Marques

1. Intervalo de recuperação. 2. Treinamento resistido. 3. Diferença entre gêneros. I. Faculdade de Educação Física, Universidade de Brasília. II. Título.

CDU 796.012

R672e

REFERÊNCIA

BIBLIOGRÁFICA

CELES, Rodrigo Souza. *Intervalos de recuperação entre séries de contrações isocinéticas: diferença entre gêneros*. Universidade de Brasília, Faculdade de Educação Física, 2009. 49p. Dissertação apresentada à Faculdade de da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação Física.

CESSÃO DE DIREITOS

Autor: Rodrigo Souza Celes

Título: Intervalos de recuperação entre séries de contrações isocinéticas: diferença entre gêneros.

GRAU: Mestre

ANO: 2009

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Rodrigo Souza Celes

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Maria Tereza e Luiz Augusto, por todo suporte, apoio e incentivo. Especialmente, ao meu Pai que sempre foi para mim uma referência e um exemplo a seguir na pesquisa e docência. Obrigado, por sempre acreditarem em mim.

AGRADECIMENTOS

Ao meu trabalho ao meu orientador, Martim Bottaro, pela confiança e orientações que me possibilitaram um grande crescimento na pesquisa e docência.

Aos voluntários, pela dedicação e comprometimento.

Aos colegas e amigos, Maria Cláudia, Fabiano e Valdinar, pelo imenso carinho e disponibilidade. Sem a ajuda de vocês o trabalho teria sido muito mais árduo.

A minha namorada, Cláudia, e minha irmã, Juliana, pelo trabalho de revisão ortográfica e gramatical do trabalho final.

Ao Centro de Aperfeiçoamento em Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pelo apoio durante o curso de mestrado.

Aos amigos do grupo de estudo da UnB.

Ao amigo, João Veloso, pelo grande incentivo e motivação para que eu segui-se essa linha de pesquisa.

Novamente, a minha namora, Cláudia, pelo amor, carinho, paciência e incentivo demonstrados.

Aos familiares e amigos que sempre torceram pelo meu sucesso.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	3
LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE ABREVIações	5
RESUMO	6
ABSTRACT	7
CAPÍTULO I	8
1.0 - INTRODUÇÃO	8
1.1 - Justificativa e Relevância do Estudo	9
CAPÍTULO II	11
2.0 - REVISÃO DA LITERATURA	11
2.1 - Intervalo de Recuperação (IR).....	11
2.1.1 - Intervalo de Recuperação (IR) em Exercícios Isoinerciais.	11
2.1.2 - Intervalo de Recuperação (IR) em Exercícios Isocinéticos.	14
2.2 Gênero e Fadiga Muscular.....	15
2.2.1 - Estudos que apresentaram efeito do gênero na fadiga muscular.	15
2.2.2 - Estudos que não apresentaram efeito do gênero na fadiga muscular.	16
CAPÍTULO III	17
3.0 - METODOLOGIA	17
3.1 - Amostra.....	17
3.2 - Procedimentos	17
3.2.1 - Procedimentos experimentais.....	17
3.2.2 - Avaliação antropométrica	18
3.2.3 - Avaliações isocinéticas	19
3.3 - Controle de Variáveis Interferentes	20
3.3.1 - Ciclo menstrual	20
3.4 - Análise Estatística dos Dados	20
CAPÍTULO IV	22
4.0 - RESULTADOS	22
CAPÍTULO V	30
5.0 - DISCUSSÃO	30
CAPÍTULO VI	43
6.0 - CONCLUSÃO	43
ANEXO I	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Pico de Torque (PT) Feminino e Masculino na velocidade de 60°/s.	23
Tabela 2- Pico de Torque (PT) Feminino e Masculino na velocidade de 180°/s.	24
Tabela 3- Trabalho Total (TT) Feminino e Masculino na velocidade de 60°/s.	26
Tabela 4- Trabalho Total (TT) Feminino e Masculino na velocidade de 180°/s.	28
Tabela 5- Índice de fadiga (%) PT na velocidade de 60°/s e 180°/s	29
Tabela 6- Índice de fadiga (%) TT na velocidade de 60°/s e 180°/s	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Esquema do delineamento experimental.....	18
Figura 2- Pico de Torque (PT) feminino a 60°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.....	22
Figura 3- Pico de Torque (PT) masculino a 60°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.....	23
Figura 4- Pico de Torque (PT) feminino a 180°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.....	24
Figura 5- Pico de Torque (PT) masculino a 180°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.....	25
Figura 6- Trabalho Total (TT) feminino a 60°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.....	26
Figura 7- Trabalho Total (TT) masculino a 60°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.....	27
Figura 8- Trabalho Total (TT) feminino a 180°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.....	28
Figura 9- Trabalho Total (TT) masculino a 180°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.....	29

LISTA DE ABREVIACOES

°/s - Unidade de medida de velocidade angular (graus por segundo)

ATP - Adenosina trifosfato

CP - Fosfocreatina

IF - Índice de fadiga

IR - Intervalo de recuperação entre as séries

J - Unidade de medida do trabalho (Joules)

LR - *Load Range*

min - Unidade de medida de tempo (minutos)

N.m - Unidade de medida do torque (Newton * metro)

PE - Percepção de esforço

PT - Pico de torque

RM - Repetições máximas

s - Unidade de medida de tempo (segundos)

TT - Trabalho total

RESUMO

INTERVALOS DE RECUPERAÇÃO ENTRE SÉRIES DE CONTRAÇÕES ISOCINÉTICAS: DIFERENÇA ENTRE GÊNEROS

OBJETIVO: Comparar os efeitos de dois diferentes intervalos de recuperação (IRs) entre séries isocinéticas no pico de torque (PT), trabalho total (TT) e índice de fadiga (IF) em homens e mulheres.

MÉTODO: 16 homens ($26,75 \pm 4,73$ anos, $79,06 \pm 9,38$ kg e $175,69 \pm 4,66$ cm) e 17 mulheres ($27,18 \pm 4,05$ anos, $56,84 \pm 6,93$ kg e $162,56 \pm 7,02$ cm), recreacionamente treinados em exercícios resistidos há pelo menos 6 meses, realizaram 3 séries de 10 repetições isocinéticas de extensão unilateral de joelho a $60^\circ/s$ e $180^\circ/s$. Os IRs entre as séries foram de 1 e 2min e foram contrabalanceados nos dois dias de teste, separados por um mínimo de 72h. A taxa de trabalho recuperação foi de 1:3 e 1:6 para $60^\circ/s$ e 1:6 e 1:12 para $180^\circ/s$. **RESULTADOS:** Homens e mulheres tiveram uma redução significativa ($p < 0,05$) no PT e TT com 1 e 2min de IR a $60^\circ/s$. A $180^\circ/s$, ambos os gêneros, demonstraram uma redução significativa ($p < 0,05$) do PT e TT apenas com 1min de IR. As mulheres são mais resistentes a fadiga muscular que os homens. As diferenças entre os gêneros no IF foram maiores a $180^\circ/s$ que a $60^\circ/s$. **CONCLUSÃO:** Os resultados sugerem que durante contrações isocinéticas máximas a $60^\circ/s$, homens e mulheres exibem uma grande suscetibilidade a fadiga muscular. Sendo que uma taxa de trabalho recuperação de 1:6 não é suficiente para promover uma completa recuperação muscular no protocolo proposto, em homens e mulheres recreacionalmente treinados. Com o aumento da velocidade, as diferenças entre os gêneros no IF se tornam mais aparentes.

Palavra chaves: Diferença entre gêneros, fadiga muscular, isocinético.

ABSTRACT

Rest Interval in isokinetic contraction: Gender differences.

PURPOSE: To compare the effect of two different rest intervals (RI's) between sets of isokinetic knee extension exercise on Peak Torque (PT), Total Work (TW), and fatigue index (FI) between young men and women. **METHODS:** 17 men (26.75 ± 4.73 yrs, 79.06 ± 9.38 kg e 175.69 ± 4.66 cm) and 16 women (27.18 ± 4.05 yrs, 56.84 ± 6.93 kg e 162.56 ± 7.02 cm) performed 3 sets of 10 unilateral isokinetic knee extension repetitions at $60^\circ/\text{s}$ and $180^\circ/\text{s}$. The rest intervals between sets were 1 and 2 minutes and were counterbalanced across 2 testing days, separated by a minimum of 72 hours. The work-to-rest ratio was 1:3 and 1:6 for $60^\circ/\text{s}$ and 1:6 and 1:12 for $180^\circ/\text{s}$. Subjects were recreational resistance trained programs that included resistance exercise within the last 6 months. **RESULTS:** The results were as follows: Men and women showed a significant ($p < 0.05$) decreases in PT and TW with 1 and 2min RI at $60^\circ/\text{s}$. At $180^\circ/\text{s}$, both gender, showed a decline in PT and TW only with 1min RI. Women also appeared to be more fatigue resistant than men at $180^\circ/\text{s}$. The differences between genders on FI were greater at $180^\circ/\text{s}$ when compared to $60^\circ/\text{s}$. **CONCLUSION:** These results suggest that during maximal-effort muscle isokinetic contractions at $60^\circ/\text{s}$, males and females exhibit a similar susceptibility to muscle fatigue during isokinetic knee extension exercise. Also, it appears that a 1:6 work-to-rest ratio is not sufficient to promote full muscle strength recovery for this specific protocol in recreational resistance trained young men and women. With increased of speed, the difference between genders on FI become more apparent.

Keywords: Gender differences, muscle fatigue, isokinetic.

CAPÍTULO I

1.0 - INTRODUÇÃO

Atualmente, a comunidade científica reconhece a força muscular como uma componente da aptidão física necessária à manutenção da saúde, da habilidade funcional e da qualidade de vida (ACSM, 2009). O treinamento de força, também conhecido como treinamento com pesos ou treinamento resistido, tornou-se uma das formas mais conhecidas de exercício, tanto para aprimorar a força muscular como para melhorar as aptidões físicas de crianças, adultos e idosos (Bottaro *et al.*, 2007; Faigenbaum *et al.*, 1999; Hill-Haas *et al.*, 2007).

Segundo Rahimi (2005) e Willardson e Burkett (2005), um programa de exercício resistido pode ser desenhado para provocar diferentes adaptações como força, potência, hipertrofia e resistência. De acordo com Bird *et al.* (2005) e Wernbom *et al.* (2007), as variáveis do treinamento como volume, intensidade, frequência, velocidade de contração e descanso entre as séries podem ser manipuladas a fim de alcançar esses diferentes objetivos.

Estudos prévios mostraram que a manutenção do volume de treinamento é um importante fator para potencializar o ganho da força muscular (Hill-Haas *et al.*, 2007; Peterson *et al.*, 2005; Rhea *et al.*, 2002; Robinson *et al.*, 1995). Segundo Willardson e Burkett (2005), um intervalo de recuperação (IR) apropriado pode propiciar uma adequada recuperação muscular, evitando-se a fadiga muscular excessiva e, conseqüentemente, permitindo um maior volume de treinamento resistido.

A fadiga muscular pode ser definida como uma queda na capacidade de um músculo ou grupo muscular em gerar força (Enoka e Duchateau, 2008; Taylor e Gandevia, 2008). Vários fatores exercem influência sobre a fadiga, como o tipo de estímulo, a massa muscular, o tipo de fibra e a ativação muscular específica (Clark *et al.*, 2003; Kent-Braun *et al.*, 2002; Pincivero *et al.*, 2003b). O gênero, por sua vez, é um fator inerente que pode influenciar na fadiga muscular (Pincivero *et al.*, 2003a). Diversos estudos revelam que o sexo feminino tem uma menor taxa de fadiga quando comparado ao sexo oposto (Hunter *et al.*, 2004b; Pincivero *et al.*, 2000; 2002; 2003a). Todavia, não há um consenso na literatura científica sobre esses achados, uma vez que alguns estudos não demonstram essa distinção entre os gêneros (Hunter *et al.*, 2003; 2004a; 2006; Kent-Braun *et al.*, 2002). Talvez, os diferentes resultados estejam relacionados à grande variedade de protocolos. O uso de diversos grupos musculares (membros inferiores e superiores), intensidades (máximas e submáximas) e tipos de contrações (isocinéticas, isotônicas e isométricas), populações e IR pode influenciar os resultados encontrados.

A grande variedade de intervalos usados nos estudos é um ponto a ser considerado, pois dificulta uma melhor compreensão dessa variável no desempenho muscular. Na literatura é possível

encontrar estudos que avaliam desde 15 segundos até 10 minutos de recuperação entre as séries (Parcell *et al.*, 2002; Weir *et al.*, 1994). No entanto, parece haver um consenso de que a utilização de um pequeno intervalo pode levar a uma fadiga muscular prematura.

Bottaro *et al.* (2009), Ratamess *et al.* (2007) e Willardson e Burkett (2006) destacam que o IR entre as séries de exercício é um importante fator que pode ser manipulado para minimizar os efeitos da fadiga e direcionar as adaptações de um programa de treinamento. Esses autores afirmam que o desempenho nas séries subsequentes está diretamente relacionado ao tempo de intervalo entre as séries.

Vários autores estudaram os efeitos do IR na produção de força e taxa de fadiga. Porém, a maioria dos autores utilizou somente indivíduos do sexo masculino em suas pesquisas (Garcia-Lopez *et al.*, 2007; Kraemer, 1997; Larson e Potteiger, 1997; Parcell *et al.*, 2002; Rahimi, 2005; Ratamess *et al.*, 2007; Richmond e Godard, 2004; Robinson *et al.*, 1995; Willardson e Burkett, 2005). Apenas três estudos (Hill-Haas *et al.*, 2007; Pincivero *et al.*, 1998b; Woods *et al.*, 2004) incluíram o gênero feminino como sujeitos. Dessa forma, os resultados até agora encontrados impossibilitam uma melhor análise da influência do gênero feminino na força e fadiga musculares em diferentes IRs. Logo, vê-se a necessidade de melhor investigar a recuperação muscular entre homens e mulheres. Portanto, o presente estudo teve como objetivo investigar a influência de diferentes IR na fadiga muscular em ambos os gêneros durante ações musculares isocinéticas.

1.1 - Justificativa e Relevância do Estudo

A prática de um programa de treinamento físico, contendo exercícios resistidos, é amplamente utilizada com o objetivo de melhorar a performance muscular (Hakkinen *et al.*, 2001; 2002; Izquierdo *et al.*, 2003; 2005), reduzir os fatores de risco para doenças cardiovasculares (Golberg *et al.*, 1984; Goldberg, 1989; Hurley e Kokkinos, 1987; Hurley *et al.*, 1988), promover a redução e a manutenção ponderal (Evans, 1999; Van Etten *et al.*, 1994), prevenir osteoporose (Gutin e Kasper, 1992; Layne e Nelson, 1999), aprimorar a estabilidade dinâmica e preservar a capacidade funcional (Keleman *et al.*, 1986; Ostrowski *et al.*, 1997; Stewart *et al.*, 1988). Segundo McCartney (1999), se os programas de treinamento resistido forem prescritos de forma individualizada, esses benefícios podem ser obtidos de forma eficaz e segura. Ressalta-se, ainda, que o treinamento de força é considerado o método mais efetivo na melhoria da força músculo-esquelético e, devido a isso, é atualmente recomendado para manutenção da saúde e da aptidão física por várias organizações (AACPR, 1999; ACSM, 1998;2002; ADA, 2001; Fletcher *et al.*, 1995).

Ratamess *et al.* (2007) destacam que dentre as diversas variáveis de um treinamento de força, o tempo de recuperação entre as séries de exercício é uma das mais importantes variáveis do treinamento. Um tempo de recuperação inadequado pode levar a uma fadiga prematura, o que

dificulta o desempenho das séries subsequentes e pode limitar as adaptações no ganho de força muscular. Apesar da importância, o IR é uma das variáveis mais negligenciadas durante as prescrições de exercícios resistidos. De modo geral, o tempo de recuperação entre as séries de exercício não é controlado, empregando-se o mesmo tempo de intervalo para todos os tipos de treino, bem como para as diferentes populações como homens, mulheres, crianças e idosos. Desse modo, a melhor compreensão da influência do IR entre as séries de exercício resistido e, mais ainda, o efeito do gênero na fadiga muscular, possibilitará o desenvolvimento de programa de treinamento com objetivos específicos para homens e mulheres, com o intuito de otimizar o uso do exercício resistido na manutenção e aprimoramento da saúde e aptidão física. Os resultados do presente estudo também poderão auxiliar os educadores físicos, fisioterapeutas e outros profissionais de áreas afins a melhor elaborarem suas estratégias de intervenção nas variáveis que tangem o exercício resistido.

CAPÍTULO II

2.0 - REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - Intervalo de Recuperação (IR).

Rhea *et al.* (2002), em uma meta-análise sobre o número de séries, concluíram que, na realização de exercícios resistidos, a utilização de séries múltiplas é superior à série simples para potencializar o ganho de força e massa musculares. A superioridade das séries múltiplas se deve à possibilidade do indivíduo sustentar um determinado número de repetições por inúmeras séries (Robinson *et al.*, 1995). Desse modo, o intervalo de recuperação (IR) pode ser um fator determinante para se manter um volume de treino por várias séries (Willardson, 2006). Segundo Willardson (2006), o IR deve propiciar uma suficiente recuperação das fontes de energia adenosina trifosfato (ATP) e fosfocreatina (PC), possibilitar a remoção dos subprodutos da contração muscular que levam à fadiga (i.e, íons de H⁺) e, com isso, restabelecer a força muscular.

Rahimi (2005), Willardson e Burkett (2006) e Ratamess *et al.* (2007) destacam que o IR entre as séries de exercício é um importante fator que pode ser manipulado para direcionar as adaptações de um programa de treinamento. Esses autores sugerem que o desempenho nas séries subsequentes está diretamente relacionado ao tempo de intervalo entre as séries. Bottaro *et al.* (2009), Larson e Potteiger (1997) e Woods *et al.* (2004) ressaltam que um pequeno tempo de recuperação entre as séries proporciona um decréscimo na produção de força e é mais utilizado para desenvolver hipertrofia, por não possibilitar uma completa recuperação da força muscular entre as séries de exercício. Conseqüentemente, um grande tempo entre as séries permite um maior restabelecimento da força e é mais indicado para potencializar o ganho de força muscular.

Willardson (2006), em uma breve revisão da literatura, ressaltou que a escolha do IR depende não só dos objetivos do treino, mas também de outras variáveis como: tipo de ação muscular, composição das fibras musculares, cargas utilizadas, número de repetições e experiência do praticante.

Para um melhor entendimento da revisão de literatura em relação ao IR, os estudos serão divididos em relação ao tipo de contração.

2.1.1 - Intervalo de Recuperação (IR) em Exercícios Isoinerciais.

Pesquisas foram realizadas para verificar o efeito de diferentes intervalos de recuperação na produção de força e taxa de fadiga. Weir *et al.* (1994) constataram a influência de quatro IRs na fadiga muscular, em homens de idade universitária (22 ± 1 anos), com experiência no treinamento resistido por 2 anos. Os IRs utilizados foram de 1, 3, 5 e 10min, em duas séries máximas de supino. Os resultados não demonstraram diferença significativa no número de repetições máximas realizadas no supino.

Kraemer (1997), ao estudar atletas colegiais masculinos ($21 \pm 1,3$ anos), comparou o efeito de 3 vs 1 min de recuperação no número total de repetições completas após três séries com carga de 10RM, nos exercícios de supino e *leg press*. Com o intervalo de 3min, os atletas foram capazes de realizar 10 repetições em todas as três séries. Já com 1min, houve uma redução no total de repetições da primeira para segunda e terceira série (10 ± 0 ; $8 \pm 1,4$ e $7 \pm 3,5$ repetições, respectivamente).

Em outro estudo, Larson e Potteiger (1997) determinaram o efeito de três diferentes IRs na fadiga muscular (número total de repetições) ao longo de 4 séries, com 85% de 10RM no agachamento, em homens ($28,3 \pm 1,2$ anos) treinados há 1 ano. As diferenças dos intervalos de recuperação foram estabelecidas segundo os parâmetros: 1) frequência cardíaca pós-exercício de 60% da frequência cardíaca máxima predita; 2) intervalo de três minutos; 3) taxa de estímulo e recuperação de um para três (1:3). Nenhuma diferença foi observada no número de repetições entre os diferentes tempos de recuperação. Contudo, os IRs não foram suficientes para manter o número de repetições entre a primeira e a quarta série.

Richmond e Godard (2004) estudaram o efeito de três IRs (1, 3 e 5min) no número de repetições realizadas no supino, durante duas séries, até a exaustão voluntária, com carga de 75% de 1RM. O estudo envolveu 28 homens ($21,5 \pm 3,2$ anos) com experiência mínima de 8 semanas em exercícios resistidos. Os resultados demonstraram uma redução do número de repetições na 2ª série com todos os IRs. Contudo, 1min de IR obteve a maior queda no trabalho total realizado. Os IRs de 3 e 5min tiveram resultados similares, levando os autores a afirmarem que uma zona de 8 a 12 repetições pode ser mantida por duas séries com IR de 3min.

A fim de verificar a influência de três IRs (1, 3 e 5min) entre um teste de força máxima (i.e., 1RM) no agachamento, Matuszak *et al.* (2003) recrutou 17 homens ($22 \pm 1,4$ anos) com experiência mínima de 2 anos em treinamento de força. Os resultados não mostraram diferenças na habilidade de realizar duas séries de agachamento com carga de 1RM nos intervalos considerados.

Woods *et al.* (2004) observaram o efeito de três IRs (1, 2 e 3min) em 15 homens e 15 mulheres (19 a 28 anos), 10 sujeitos (5 homens e 5 mulheres), por grupos (1, 2 e 3min IR) na percepção de esforço (PE) e no número de repetições realizadas durante três séries de 10 repetições (70% 10RM) de extensões de joelho. O estudo demonstrou que a PE aumentou de maneira similar

durante as três séries de 10 repetições nos IRs considerados. Entretanto, nem todos os indivíduos conseguiram realizar 10 repetições na terceira série. No grupo de 3min, 3 sujeitos foram incapazes de realizar 10 repetições na última série. Com 1min, apenas 5 indivíduos completaram as dez repetições na terceira série. Apesar de este estudo conter sujeitos masculinos e femininos, não é possível verificar a diferença entre os gêneros devido ao fato de haver homens e mulheres nos mesmos grupos.

Rahimi (2005) observou em 20 homens ($21,53 \pm 2,5$ anos), com experiência prévia de pelo menos 2 anos em exercícios resistidos, que o uso de 5 minutos de recuperação em quatro séries de agachamento até a exaustão, com utilização de 85% da carga de 1RM, possibilitou um volume total maior do que 1 e 2min de IR. Willardson e Burkett (2005) também verificaram que o uso de 5min de recuperação, por 15 voluntários do sexo masculino ($20,73 \pm 2,6$ anos) treinados (3 anos), permitiu um maior volume de repetições em quatro séries de agachamento e supino com carga de 8RM, quando comparado com 2 e 1min de recuperação.

Ratamess *et al.* (2007) estudaram a influência de cinco IRs (30s, 1, 2, 3 e 5min) na resposta metabólica em oito homens ($21 \pm 2,4$ anos) treinados há pelo menos três anos. Os autores utilizaram dois protocolos distintos na realização do exercício de supino: 1) cinco séries de 10 repetições (75% 1RM) e 2) cinco séries de cinco repetições (85% 1RM). Concluiu-se que quanto menor o IR, maior a resposta metabólica, sendo que o protocolo de 10 repetições foi superior ao de 5 repetições para todos os IRs observados, exceto com IR de 1min, para o consumo de oxigênio. Os autores concluíram ainda que, de maneira geral, o desempenho nas primeiras 3 ou 4 séries pode ser mantido com IRs de 3 e 5min.

Bottaro *et al.* (2009) também avaliaram a manipulação do IR durante a realização de exercícios resistidos na resposta metabólica, concentração do hormônio do crescimento (GH) e cortisol. O protocolo utilizado consistia na realização de quatro exercícios de membros inferiores com carga de 10RM. Eram realizadas 3 séries por exercício com 30, 60 e 120s de IR em 12 mulheres ($26,83 \pm 3,93$ anos) treinadas. Os resultados demonstraram uma maior resposta metabólica quanto menor o IR utilizado, mesmo tendo o IR de 30s um menor volume de treinamento. Os achados foram similares aos de Ratamess *et al.* (2007).

Em outro recente estudo, Miranda *et al.* (2007) analisaram o efeito de dois IRs (1 e 3min), em uma sessão de treino para membros superiores, no número de repetições por série em cada exercício, no volume total de cada exercício e no volume total da sessão de treino. O estudo envolveu 14 homens ($25,07 \pm 4,46$ anos) treinados ($6,34 \pm 2,65$ anos), em 3 séries de 8 repetições com carga de 8RMs, em seis exercícios de membros superiores. O resultado demonstrou um menor número de repetições para as 3 séries de todos os exercícios com 1min de IR. Tanto 1 como 3min tiveram uma queda no volume da 1ª para a 3ª série em 4 exercícios. Entretanto, o protocolo de 1min experimentou

uma queda no volume da 1ª para a 2ª série em dois exercícios, ou seja, 3min de IR permitiu um maior volume de treino, em relação a 1min, entre séries de exercício para membros superiores.

2.1.2 - Intervalo de Recuperação (IR) em Exercícios Isocinéticos.

Os aparelhos isocinéticos são usados há mais de 30 anos no aprimoramento e na avaliação do desempenho muscular (Davies *et al.*, 2003). Apesar do custo elevado e da impossibilidade de se realizar movimentos esportivos ou funcionais, o aparelho isocinético tem a grande vantagem de permitir um isolamento e análise da função muscular sob diversas condições (Pincivero *et al.*, 2001a).

A fim de melhor avaliar o efeito do IR na função muscular, vários estudos utilizaram o aparelho isocinético. A maioria estudou o efeito do IR durante protocolos de avaliação da força muscular (i.e., 2 séries de 3 a 4 repetições) (Bottaro *et al.*, 2005; Parcell *et al.*, 2002). Contudo, poucos consideraram o efeito do IR em um protocolo de treinamento em indivíduos com pouca ou sem experiência na prática de exercícios resistidos.

Na tentativa de estipular o menor IR necessário na realização de um protocolo de teste isocinético, Parcell *et al.* (2002) verificaram a influência de quatro IRs (15, 60, 180 e 300s) no pico de torque (PT) em universitários. Participaram da pesquisa 11 homens (30 ± 1 anos) e foi empregado um protocolo de teste isocinético de extensão de joelhos que consistia na realização de quatro repetições nas velocidades de 60, 120, 180, 240 e 300°/s. Nos resultados, os autores concluíram não haver diferenças nos torques produzidos em nenhuma velocidade com IR de 60, 180 e 300s.

Bottaro *et al.* (2005) utilizaram 20 homens idosos ($66 \pm 3,92$ anos) na realização de duas séries de quatro repetições nas velocidades de 60, 90 e 120°/s com 30, 60 e 90s de IR na extensão unilateral de joelho. Os autores verificaram que não houve diferenças no pico de torque nos IRs considerados em nenhuma das velocidades estudadas.

Pincivero *et al.* (1997) estudaram o efeito de dois IRs no pico de torque em 15 voluntários ($21,7 \pm 1,9$ anos) destreinados. A pesquisa consistia na realização de quatro séries de 10 extensões e flexões isocinéticas unilaterais de joelho a 90°/s com IR de 40s e 160s, três vezes por semana, durante quatro semanas. Na conclusão do estudo constatou-se um maior aumento da força (i.e., pico de torque) com a utilização de 160s de IR.

Os mesmos autores Pincivero *et al.* (1998b) analisaram o efeito de dois IR no pico de torque, trabalho total e na potência média em 15 voluntários, 8 homens e 7 mulheres ($21,7 \pm 1,9$ anos), destreinados, em quatro séries de 10 extensões isocinéticas de joelho a 90°/s com IR de 40s e 160s. Os autores constataram, ao longo das quatro séries, uma diminuição nas três variáveis consideradas

no IR de 40s, o que não ocorreu com a utilização de 160s. Como no estudo de Woods *et al.* (2004), não é possível uma comparação entre os sexos, pois os sujeitos não foram separados por gênero.

2.2 Gênero e Fadiga Muscular.

Vários estudos constataram que o gênero influencia na fadiga muscular. Contudo, esses achados não são definitivos, pois alguns deles não apresentam diferenças entre homens e mulheres quanto a esse aspecto. Para melhor compreensão, esta revisão de literatura (gênero e fadiga muscular) está separada nos estudos que apresentaram diferenças e nos que não apresentaram.

2.2.1 - Estudos que apresentaram efeito do gênero na fadiga muscular.

Para analisar a diferença entre os gêneros em relação ao trabalho e à fadiga do quadríceps, Pincivero *et al.* (2000) examinaram 30 repetições a 180°/s de extensões e flexões isocinéticas de joelhos, em 16 homens e 16 mulheres, entre 20 e 27 anos. Os achados revelaram maior trabalho e taxa de fadiga no sexo masculino.

Na tentativa de melhor avaliar a diferença entre os sexos, Pincivero *et al.* (2003a) analisaram a especificidade do gênero nos músculos extensores e flexores do joelho quanto ao torque e fadiga em esforços máximos. Para tal propósito, participaram 19 homens e 20 mulheres, com média de idade de 24 anos. Eles realizaram 30 contrações (extensões e flexões) isocinéticas a 3,14 rad.s⁻¹ (180°/s). Os resultados mostraram um maior torque e taxa de fadiga para os homens. Ainda em 2003, Pincivero *et al.* (2003b) realizaram outro estudo em que 10 homens e 10 mulheres executaram cinco repetições isométricas máximas de flexão de joelhos (30°) a 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90% da contração voluntária máxima dos ísquios-tibiais. Foi demonstrada uma maior capacidade de desenvolvimento de torque no sexo masculino.

Hunter *et al.* (2004a) avaliaram homens e mulheres, jovens e idosos [27 jovens (14 homens e 13 mulheres) e 18 idosos (8mulheres e 10 homens)] durante contrações isométricas intermitentes, com 20% da contração máxima voluntária (CVM) nos músculos flexores do cotovelo. Houve maior torque para o sexo masculino, sem haver interação da idade, porém, no tempo de fadiga, os homens jovens experimentaram um menor tempo de exercício quando comparados às mulheres jovens.

Em outro estudo, Hunter *et al.* (2004b) utilizaram o mesmo protocolo do estudo acima citado, mas com uma carga de 50% da CVM e em 20 jovens saudáveis (10 homens e 10 mulheres). Os resultados demonstraram não haver diferença significativa no torque entre os gêneros. No entanto, o tempo de fadiga foi superior no sexo feminino.

Outro estudo avaliou o número de repetições realizadas em três exercícios de grupos musculares distintos (supino, agachamento e rosca bíceps), em quatro séries até a exaustão, com carga de 80% de 1RM e IR de 2min. Participaram da amostra 50 homens e 33 mulheres, com idades entre 19 e 25 anos, sem treinamento há pelo menos 6 meses. Os autores verificaram uma redução ($p = 0,01$) no número de repetições tanto em homens como em mulheres, entre a primeira e a quarta série, nos três exercícios. Embora a magnitude da fadiga tenha sido maior nos homens, o efeito significativo do gênero só foi identificado no exercício de bíceps (Salvador *et al.*, 2005).

2.2.2 - Estudos que não apresentaram efeito do gênero na fadiga muscular.

Kent-Braun *et al.* (2002) estudaram a influência do gênero na fadiga muscular dos dorsiflexores durante exercício isométrico incremental. O estudo envolveu 41 sujeitos, 10 homens e 10 mulheres, entre 24 e 45 anos, e 11 homens e 10 mulheres, entre 64 e 85 anos. Na conclusão do estudo, os autores não encontraram diferença da fadiga entre os homens e as mulheres.

Clark *et al.* (2003) se propuseram a avaliar a diferença entre os gêneros na performance muscular. Para isso, 10 homens e 10 mulheres, entre 20 e 23 anos, realizaram exercícios de extensão do quadril durante contrações isométricas e isotônicas. Os resultados indicaram uma superioridade feminina apenas durante as contrações isométricas (i.e., maior tempo de contração). Não houve discrepância entre os gêneros durante contrações isotônicas.

Hunter *et al.* (2003) estudaram a fadiga muscular em 20 jovens saudáveis (10 homens e 10 mulheres). No protocolo, cada sujeito realizava contrações isométricas intermitentes, com 20% da CVM até a fadiga nos músculos flexores do cotovelo. Diferentemente dos estudos anteriores (Hunter *et al.*, 2004a; 2004b), os resultados não mostraram diferenças entre os gêneros nem no torque máximo, nem no tempo de fadiga, quando uma carga de 20% da CVM foi aplicada.

Na seqüência de estudos sobre a influência do gênero na fadiga muscular, Pincivero *et al.* (2004) analisaram o efeito de extensões unilaterais máximas de joelho (na cadeira extensora com 50% de 1 RM) na força e fadiga musculares. Ao final do estudo, foi observado que os homens levantaram uma maior carga. Entretanto, divergindo das pesquisas anteriores, os resultados não indicaram diferenças na fadiga, uma vez que o número de repetições não variou significativamente entre os gêneros. Portanto, o efeito do gênero na fadiga muscular ainda apresenta controvérsias e precisa ser mais estudado.

CAPÍTULO III

3.0 - METODOLOGIA

3.1 - Amostra

Participaram do estudo 33 voluntários, sendo 17 mulheres ($27,18 \pm 4,05$ anos, $56,84 \pm 6,93$ kg e $162,56 \pm 7,02$ cm) e 16 homens ($26,75 \pm 4,73$ anos, $79,06 \pm 9,38$ kg e $175,69 \pm 4,66$ cm). Todos os voluntários eram praticantes recreacionais de exercício resistido há pelo menos 6 meses.

Foram excluídos da amostra os indivíduos que possuíam doenças crônicas (diabetes, doenças cardiovasculares e hipertensão) e alterações de parâmetros neuromusculares que poderiam comprometer o estudo. Também foram excluídas as pessoas que estavam tomando medicamentos que poderiam afetar a função muscular. Além disso, para participar do estudo, as mulheres não poderiam estar amenorréicas. Todos os indivíduos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO I) e o presente estudo foi submetido e aprovado pelo comitê de ética da Faculdade de Ciências da Saúde (FS) da Universidade de Brasília - UnB (protocolo 148/2007) (ANEXO II).

3.2 - Procedimentos

3.2.1 - Procedimentos experimentais

Os voluntários realizaram três séries de 10 repetições concêntricas de extensão de joelho a 60 e 180°/s. Os testes ocorreram na ordem crescente de velocidade e 10min de intervalo separaram os testes nas diferentes velocidades (Bottaro *et al.*, 2005; Parcell *et al.*, 2002). O membro direito foi utilizado para padronização do teste, uma vez que estudos anteriores não encontraram diferenças nas variáveis isocinéticas entre os membros inferiores, dominante e não dominante, em indivíduos destreinados (Davies *et al.*, 2003). Um mínimo de 72h (setenta e duas horas) separou os dias de teste com diferentes intervalos de recuperação (1 e 2min). A ordem de realização dos distintos protocolos foi determinada de forma contrabalanceada. Um delineamento esquemático do estudo está apresentado na figura 1.

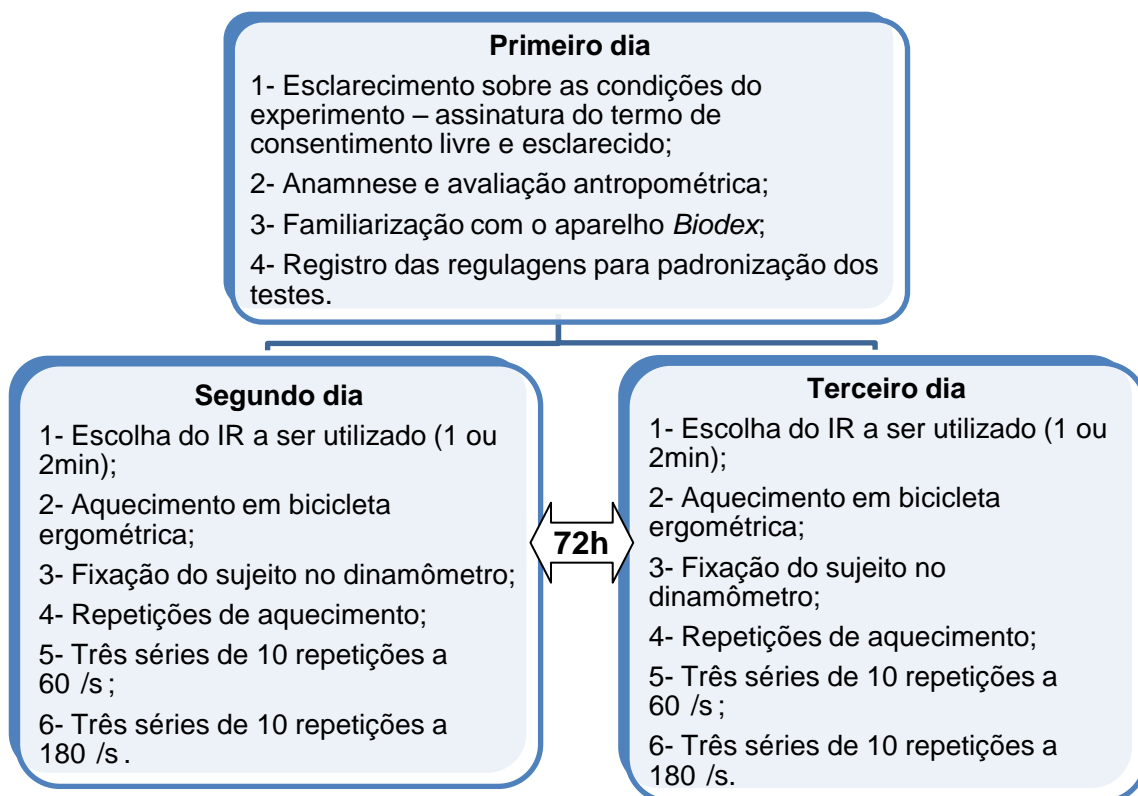


Figura 1- Esquema do delineamento experimental.

3.2.2 - Avaliação antropométrica

As medidas usadas para caracterização da amostra e determinação da composição corporal foram o peso corporal e a estatura, assim definidas:

1. **Peso corporal:** é a resultante do sistema de forças exercido pela gravidade sobre a massa corporal. Considera-se, em valor absoluto, que o peso é igual à massa. Para mensuração do peso, foi utilizada uma balança digital (Líder, modelo P 150M, Araçatuba, SP) com resolução de 50 g.
2. **Estatura:** é a distância máxima compreendida entre as plantas dos pés e o ponto mais alto da cabeça (vértex), estando o indivíduo em pé e na posição fundamental. Para a mensuração da estatura foi utilizado um estadiômetro (Soehnle, modelo 7755, Murrhardt, Germany) com resolução de 0,5 cm.

3.2.3 - Avaliações isocinéticas

O torque isocinético e o trabalho total foram mensurados pelo Dinamômetro Isocinético *Biodex System III* (Biodex Medical, Inc., Shirley, NY). A taxa de fadiga foi obtida através da comparação dos valores de PT e TT entre as 3 séries. A velocidade de movimento foi ajustada para 60 e 180°/s. Antes do teste, cada sujeito realizou um aquecimento em uma bicicleta ergométrica por 5 min. Os sujeitos eram instruídos a selecionarem uma resistência e uma cadência que lhes fossem confortáveis e não os levassem à fadiga (Bottaro *et al.*, 2005; Pincivero *et al.*, 2000).

Com o intuito de minimizar movimentos corpóreos extras que possibilitassem um menor pico de torque, os sujeitos eram colocados na cadeira do dinamômetro em uma posição confortável e fixados a cintos de segurança no tronco, pélvis e coxa (Weir *et al.*, 1996). O epicôndilo lateral do fêmur foi considerado um marcador para alinhar o eixo de rotação do joelho e o eixo de rotação do aparelho. O posicionamento do sujeito na cadeira deveria permitir um movimento livre e confortável de flexão e extensão do joelho. Foi padronizada uma amplitude de movimento de 85°, a partir da extensão terminal. Após o posicionamento do sujeito, as seguintes medidas foram registradas: a) altura da cadeira; b) regulagem do encosto; c) posição da cadeira; d) posição do dinamômetro; e) regulagem do braço de resistência. Essas medidas foram gravadas para padronizar a posição de teste de cada sujeito individualmente. A correção da gravidade foi obtida medindo-se o torque exercido pelo braço de resistência e a perna do avaliado (relaxada) na posição de extensão terminal. Os valores das variáveis isocinéticas eram automaticamente ajustados para gravidade pelo programa Biodex Advantage Software (versão 3.40).

A calibração do dinamômetro foi realizada de acordo com as especificações contidas no manual do fabricante. Com o intuito de reduzir o efeito da desaceleração do membro na repetição seguinte, a regulagem do movimento do braço de resistência do dinamômetro, no final da amplitude, foi regulada para o nível “Hard” durante o procedimento de teste (Taylor, N. A. *et al.*, 1991). Na realização do teste, era solicitado aos voluntários que mantivessem seus braços cruzados na altura do tórax (Stumbo *et al.*, 2001). Além disso, era dado um encorajamento verbal e um *feedback* visual pelo monitor do computador do *Biodex*, na tentativa de se alcançar o nível de esforço máximo (Hald e Sander, 1987; Kim e Kraemer, 1997; McNair *et al.*, 1996). O procedimento de teste foi realizado pelo mesmo investigador para todos os sujeitos (Brown 2000).

Para assegurar a mesma condição nos dias de teste, uma variação máxima de até 5% foi permitida entre os PTs das 1ª séries de 60ª/s, no primeiro e segundo dia de teste. Caso o PT no segundo dia de teste fosse menor que 5%, o teste era interrompido e realizado novamente após 48h de descanso. Se o PT no segundo dia fosse maior que 5%, o teste continuava e o primeiro dia de teste era repetido depois de no mínimo 72h. Outra condição para invalidar o teste era uma melhora

da performance muscular do PT e/ou TT em mais de 5% na 3ª série em relação à 1ª série na mesma velocidade.

3.3 - Controle de Variáveis Intervenientes

3.3.1 - Ciclo menstrual

Estudos que avaliaram o desempenho muscular ao longo do ciclo menstrual reportaram resultados conflitantes. Sarwar *et al.* (1996) pesquisaram dois grupos de jovens (20 ± 1 anos) sedentárias. Um grupo não tinha nenhum tratamento hormonal e o segundo grupo tomava contraceptivo oral. A força e fadiga musculares do quadríceps foram medidas e os resultados mostraram diferença significativa nas variáveis ao longo do ciclo no grupo sem tratamento. Já no grupo que tomava contraceptivo oral, não houve alterações nos parâmetros do desempenho muscular. Elliott *et al.* (2005) também não encontraram diferenças na força muscular com o uso de contraceptivos orais.

Em um recente estudo, Abt *et al.* (2007) não detectaram diferenças na força muscular do quadríceps e isquiotibiais na realização de contrações isocinéticas do joelho a 60 e 180°/s, durante o ciclo menstrual. A não influência do ciclo menstrual na força isocinética também já havia sido reportada em estudos anteriores (Eckerson, 2000; Janse de Jonge, 2003). Esses autores sugerem que a fase do ciclo menstrual não precisa ser considerada na avaliação isocinética. Contudo, a fase do ciclo menstrual foi padronizada durante a realização dos testes, a fim de eliminar possíveis fatores que pudessem interferir nos resultados. Os testes foram realizados durante a fase folicular, entre o 1º e 13º dia do ciclo menstrual.

3.4 - Análise Estatística dos Dados

A estatística descritiva é dada pela média e desvio padrão. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de normalidade *Kolmogorov-Smirnov*. Para a avaliação da influência do tempo de recuperação nas variáveis dependentes ao longo das 3 séries, foi realizada uma análise de variância (ANOVA) fatorial de medidas repetidas 2 X 3 [intervalo de recuperação (1 e 2min) X séries (1ª, 2ª e 3ª séries)] para cada velocidade considerada (60 e 180°/s) em homens e mulheres.

Como processo *post hoc*, utilizou-se comparação múltipla com correção do intervalo de confiança pelo método *Bonferroni*. Os dados foram analisados em um computador pessoal com o

programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* – SPSS (versão 13,0). Foi estabelecido um nível de significância de $\alpha \leq 0,05$ para todas as avaliações.

CAPÍTULO IV

4.0 - RESULTADOS

A Figura 2 apresenta o comportamento do pico de torque (PT) feminino a 60°/s ao longo de três séries com 10 extensões isocinéticas unilaterais de joelho com 1 e 2min de intervalo de recuperação (IR). Com 1min de IR, as mulheres apresentaram uma redução significativa de 7,74% no PT da 1ª série para a 2ª série ($p = 0,001$) e de 15,71% da 1ª para a 3ª série ($p = 0,001$). Com 2min de IR, também foi verificada uma redução do PT de 6,04% da 1ª para a 2ª série ($p = 0,001$) e de 11,59% da 1ª para 3ª série ($p = 0,001$). Ambos os IRs possibilitaram uma redução da 2ª para a 3ª série de 8,64% para 1min ($p = 0,001$) e de 5,90% para 2min ($p = 0,002$) (Tabela 1). Ao se comparar 1 e 2min, constatou-se que 2min permitiu uma melhor manutenção do PT na 2ª ($p = 0,025$) e 3ª séries ($p = 0,017$) (Tabela 1).

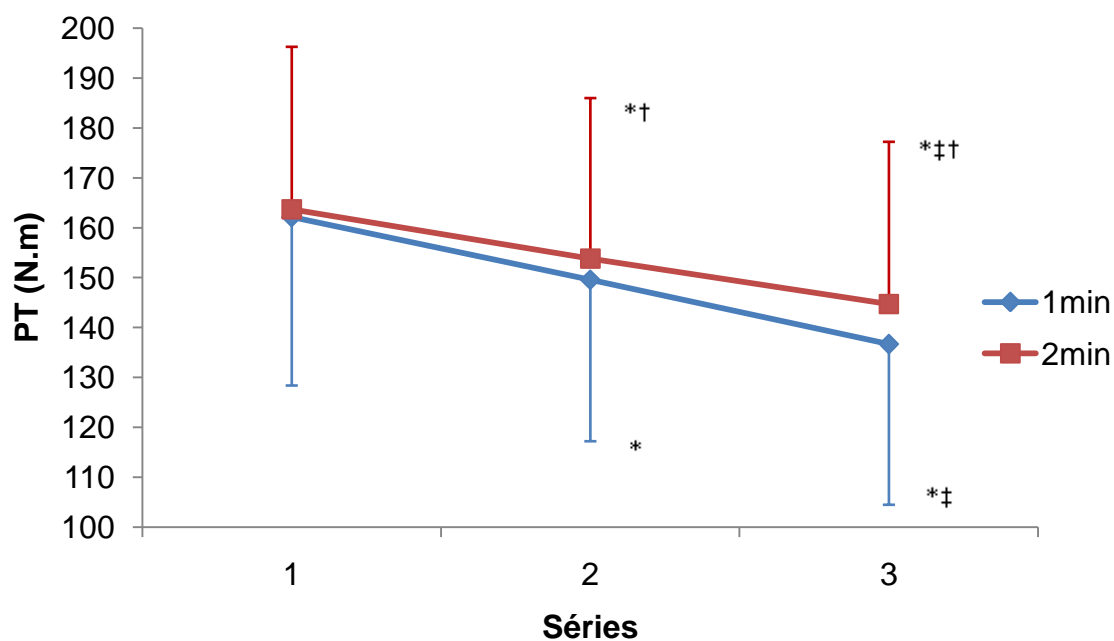


Figura 2- Pico de Torque (PT) feminino a 60°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.

* ($p < 0,05$) menor que a 1ª série; ‡ ($p < 0,05$) menor que a 2ª série; † ($p < 0,05$) maior que 1min.

Tabela 1- Pico de Torque (PT) Feminino e Masculino na velocidade de 60°/s.

Gênero	IR	1ª Série		2ª Série		3ª Série	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP
Feminino (n=17)	1min (N.m)	162,15	33,77	149,60*	32,38	136,68*‡	32,19
	2min (N.m)	163,71	32,53	153,82*†	32,15	144,74*‡†	32,47
Masculino (n=16)	1min (N.m)	268,41	46,61	244,74*	46,03	218,63*‡	41,33
	2min (N.m)	267,04	51,26	255,06†	47,47	236,93*‡†	49,1

IR = Intervalo de Recuperação; DP = Desvio Padrão;

* (p < 0,05) menor que a 1ª série;

‡ (p < 0,05) menor que a 2ª série;

† (p < 0,05) maior que 1min.

A Figura 3 apresenta o comportamento do PT masculino a 60°/s ao longo de três séries com 10 extensões isocinéticas unilaterais do joelho com 1 e 2min de IR. Com exceção da 2ª série, durante o IR de 2min, os homens também apresentaram um comportamento similar do PT. Foi observado uma redução de 8,82% da 1ª para 2ª série (p = 0,001), de 18,55% da 1ª para a 3ª (p = 0,001) e de 10,67% da 2ª para a 3ª série (p = 0,001), com 1min de IR. Durante o IR de 2min, uma queda de 11,28% nos valores do PT foi observada entre a 1ª e 3ª série (p = 0,001) e de 7,11% entre a 2ª e 3ª série (p = 0,001) (Tabela1). Ao se comparar 1 e 2min, verificamos que 2min permitiu uma melhor manutenção do PT na 2ª (p = 0,011) e 3ª séries (p = 0,001) (Tabela 1).

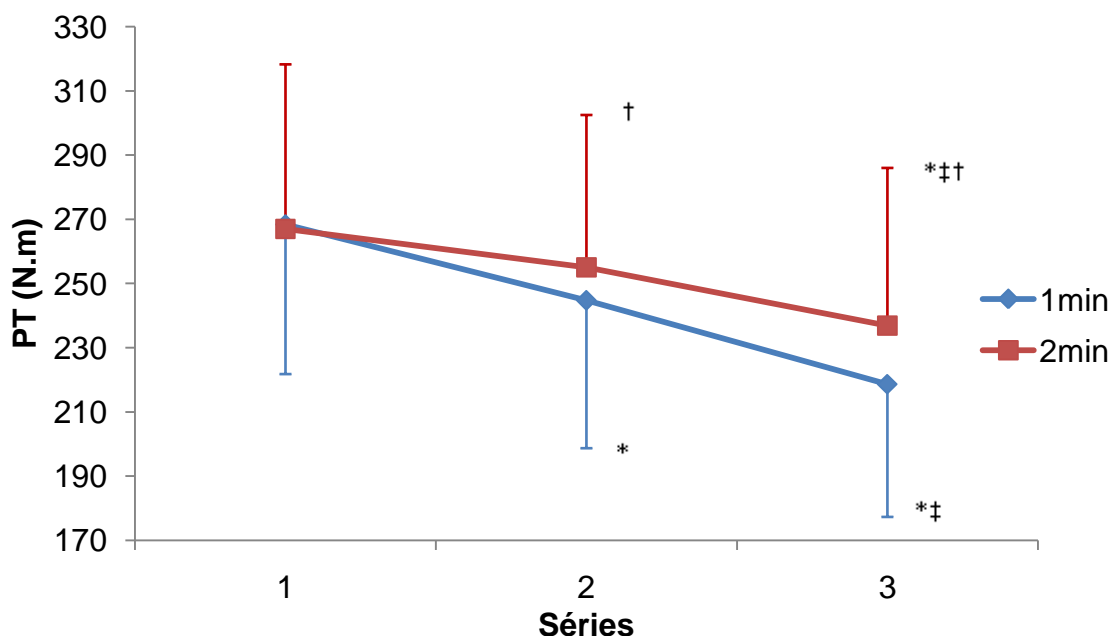


Figura 3- Pico de Torque (PT) masculino a 60°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.

* (p < 0,05) menor que a 1ª série; ‡ (p < 0,05) menor que a 2ª série; † (p < 0,05) maior que 1min.

A Figura 4 apresenta o comportamento do PT feminino a 180°/s ao longo de três séries com 10 extensões isocinéticas unilaterais do joelho com 1 e 2min de IR. Com 1min de IR, as mulheres somente apresentaram uma redução significativa de 3,63% da 1ª para 3ª série ($p = 0,002$). Durante o IR de 2min, não houve redução significativa do PT ao longo das séries no gênero feminino (Tabela 2). Diferentemente do PT na velocidade de 60°/s, não houve diferenças ($p > 0,05$) entre as séries ao se comparar 1 e 2min na velocidade de 180°/s (Tabela 2).

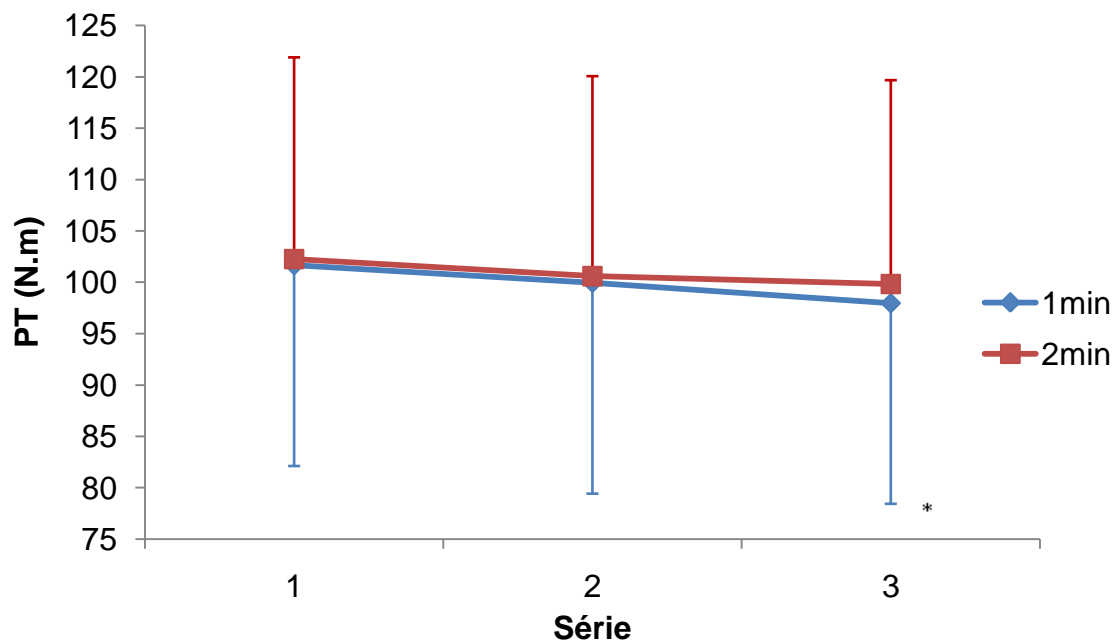


Figura 4- Pico de Torque (PT) feminino a 180°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.

* ($p < 0,05$) menor que a 1ª série.

Tabela 2- Pico de Torque (PT) Feminino e Masculino na velocidade de 180°/s.

Gênero	IR	1ª Série		2ª Série		3ª Série	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP
Feminino (n=17)	1min (N.m)	101,65	19,54	99,94	20,52	97,96*	19,53
	2min (N.m)	102,24	19,64	100,58	19,47	99,82	19,84
Masculino (n=16)	1min (N.m)	176,47	32,12	169,65*	30,55	164,95*‡	29,97
	2min (N.m)	171,24	29,62	171,98	30,56	167,63	29,54

IR = Intervalo de Recuperação; DP = Desvio Padrão;

* ($p < 0,05$) menor que a 1ª série;

‡ ($p < 0,05$) menor que a 2ª série.

A Figura 5 apresenta o comportamento do PT masculino a 180°/s ao longo de três séries com 10 extensões isocinéticas unilaterais do joelho com 1 e 2min de IR. Com 1min de IR, os homens apresentaram uma redução de 3,86% da 1ª para 2ª série ($p = 0,001$), de 6,53% da 1ª para 3ª série (p

= 0,001) e de 2,77% da 2ª para 3ª série ($p = 0,016$). Com o IR de 2min, não houve diferenças significantes ($p > 0,05$) na comparação entre as séries (Tabela 2). Ao se comparar 1 e 2min, não foi verificada nenhuma diferença do PT entre as séries nos intervalos de 1 e 2min (Tabela 2).

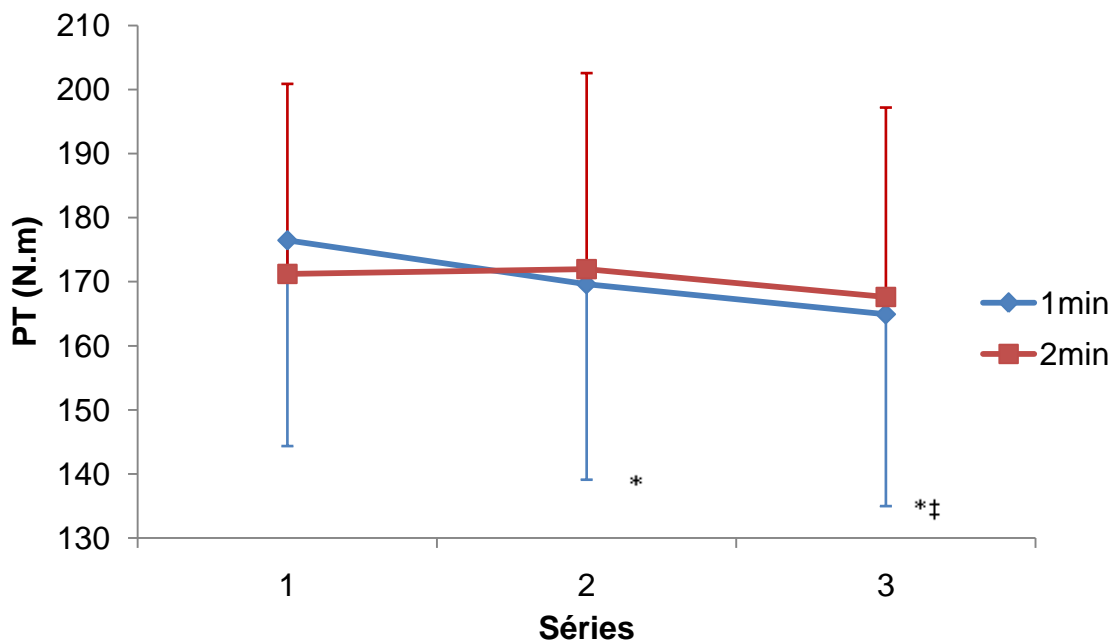


Figura 5- Pico de Torque (PT) masculino a 180°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.

* ($p < 0,05$) menor que a 1ª série; ‡ ($p < 0,05$) menor que a 2ª série.

A Figura 6 apresenta o comportamento do Trabalho Total (TT) feminino a 60°/s ao longo de três séries com 10 extensões isocinéticas unilaterais do joelho com 1 e 2min de IR. As mulheres apresentaram uma redução no TT de 10,77% da 1ª para 2ª série ($p = 0,001$), de 19,76% da 1ª para 3ª série ($p = 0,001$) e de 9,95% da 2ª para 3ª série ($p = 0,001$), com 1min de IR. Durante o IR de 2min, houve uma redução de 7,14% da 1ª para 2ª série ($p = 0,001$), de 14,34% da 1ª para 3ª série ($p = 0,001$) e de 7,75% da 2ª para 3ª série ($p = 0,001$) (Tabela 3). Na comparação entre os IRs, 2min de intervalo possibilitou um maior valor do TT a 60°/s na 2ª ($p = 0,001$) e 3ª série ($p = 0,001$) quando comparado a 1min (Figura 6) (Tabela 3).

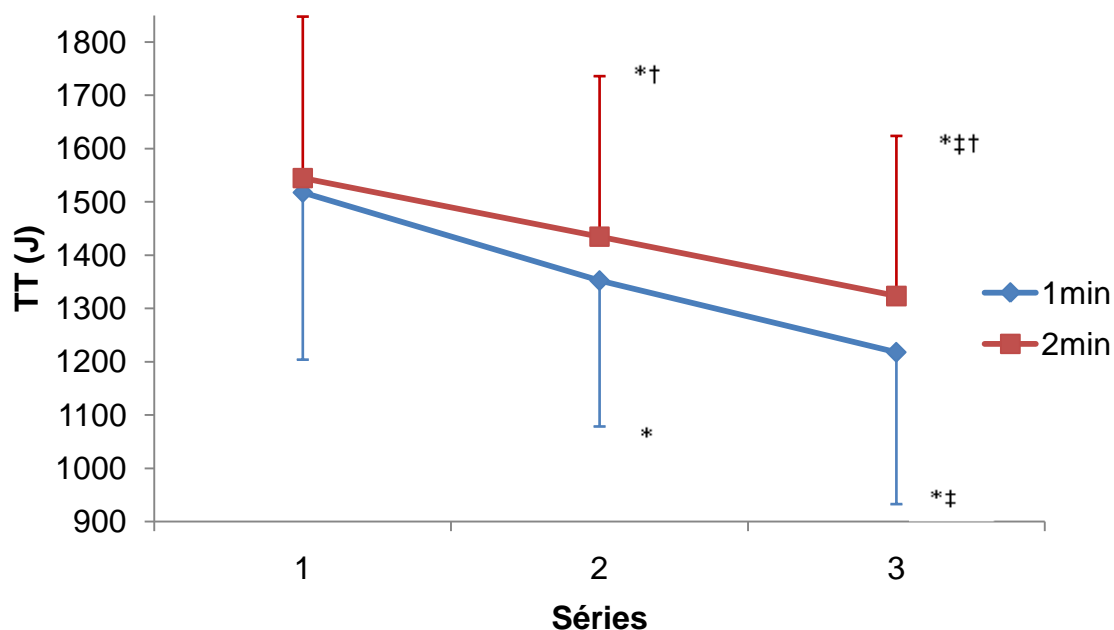


Figura 6- Trabalho Total (TT) feminino a 60°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.

* ($p < 0,05$) menor que a 1ª série; ‡ ($p < 0,05$) menor que a 2ª série; † ($p < 0,05$) maior que 1min.

Tabela 3- Trabalho Total (TT) Feminino e Masculino na velocidade de 60°/s.

Gênero	IR	1ª Série		2ª Série		3ª Série	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP
Feminino (n=17)	1min (J)	1517,36	313,72	1352,10*	273,84	1217,52*‡	284,97
	2min (J)	1544,84	302,65	1434,53*†	301,21	1323,38*‡†	300,18
Masculino (n=16)	1min (J)	2534,86	435,88	2162,92*	648,15	2015,06*	346,39
	2min (J)	2556,31	447,81	2369,33*	420,35	2165,17*‡†	414,15

IR = Intervalo de Recuperação; DP = Desvio Padrão;

* ($p < 0,05$) menor que a 1ª série;

‡ ($p < 0,05$) menor que a 2ª série;

† ($p < 0,05$) maior que 1min.

A Figura 7 apresenta o comportamento do TT masculino a 60°/s ao longo de três séries com 10 extensões isocinéticas unilaterais do joelho com 1 e 2min de IR. Os homens apresentaram uma redução significativa no TT de 14,67% da 1ª para 2ª série ($p = 0,018$) e de 20,51% da 1ª para 3ª série ($p = 0,001$), sem diferenças significativas ($p = 0,824$) entre a 2ª e 3ª séries com 1min de IR. Com 2min, houve uma redução de 7,31% da 1ª para 2ª série ($p = 0,011$), de 15,30% da 1ª para 3ª série ($p = 0,001$) e de 8,62% da 2ª para 3ª série ($p = 0,001$). (Tabela 3). Na comparação entre os IRs, 2min de intervalo possibilitou um maior valor do TT apenas na 3ª série ($p = 0,014$), quando comparado a 1min (Figura 7) (Tabela 3).

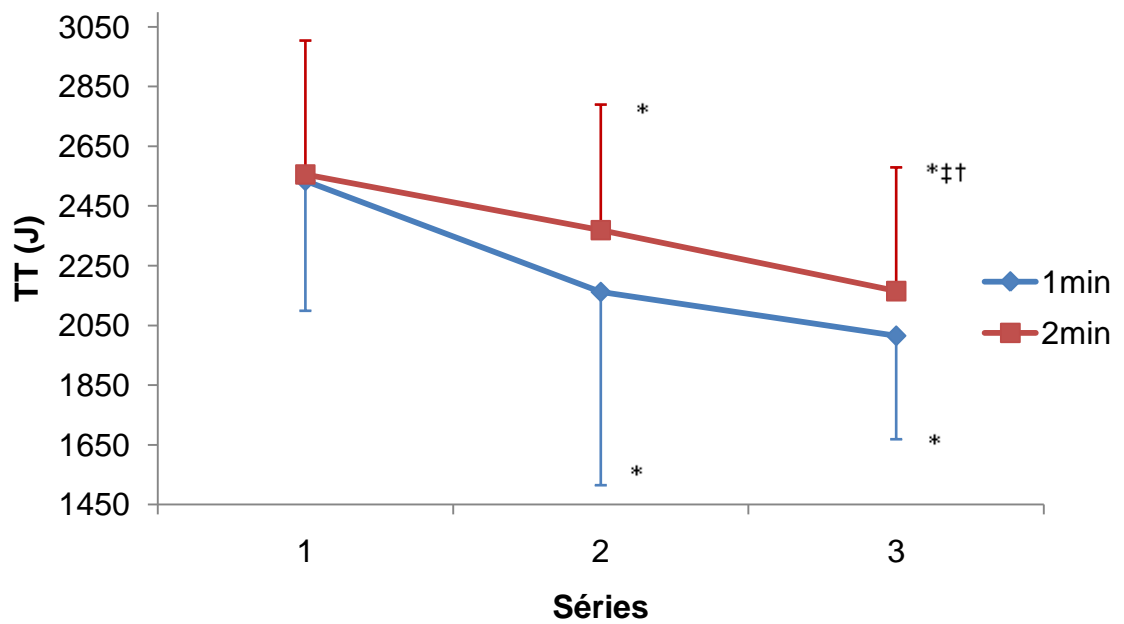


Figura 7- Trabalho Total (TT) masculino a 60°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.

* ($p < 0,05$) menor que a 1ª série; ‡ ($p < 0,05$) menor que a 2ª série; † ($p < 0,05$) maior que 1min.

A Figura 8 apresenta o comportamento do TT feminino a 180°/s ao longo de três séries com 10 extensões isocinéticas unilaterais do joelho com 1 e 2min de IR. As mulheres apresentaram uma redução no TT de 5,55% da 1ª para 3ª série ($p = 0,001$) e de 3,85% da 2ª para 3ª série ($p = 0,001$) com 1min de IR. Não houve diminuição significativa ($p > 0,05$) do TT ao longo das três séries com IR de 2min (Tabela 4). O intervalo de 2min possibilitou um maior valor do TT, quando comparado a 1min, apenas na 3ª série ($p = 0,005$) no gênero feminino (Tabela 4).

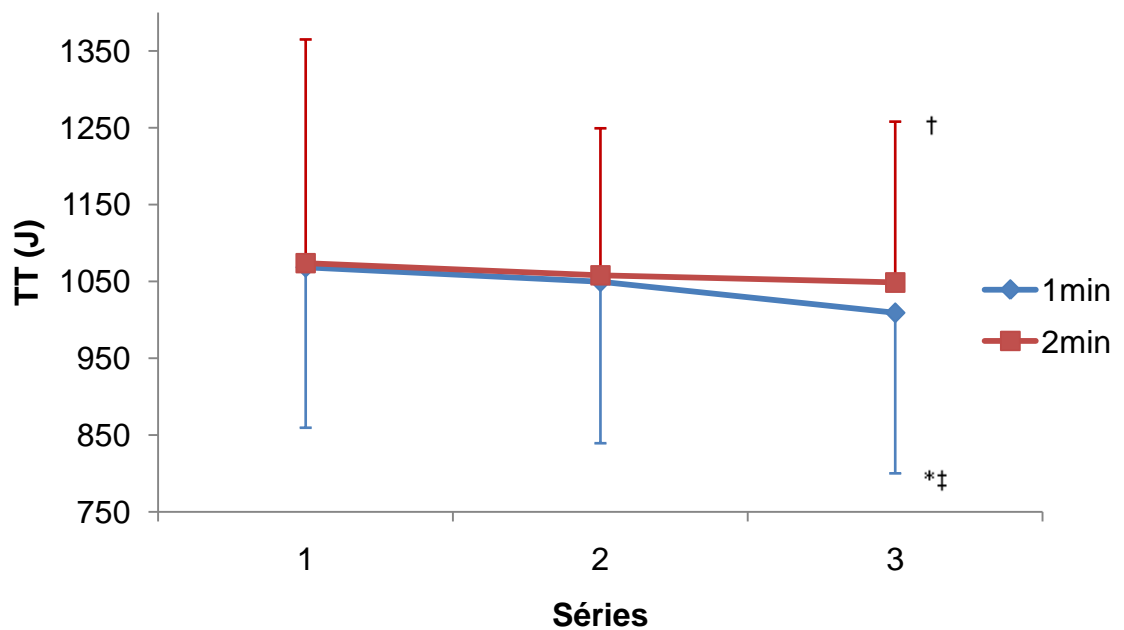


Figura 8- Trabalho Total (TT) feminino a 180°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.

* ($p < 0,05$) menor que a 1ª série; ‡ ($p < 0,05$) menor que a 2ª série; † ($p < 0,05$) maior que 1min.

Tabela 4- Trabalho Total (TT) Feminino e Masculino na velocidade de 180°/s.

Gênero	IR	1ª Série		2ª Série		3ª Série	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP
Feminino (n=17)	1min (J)	1068,16	208,79	1049,27	210,07	1008,88*‡	208,87
	2min (J)	1073,67	291,07	1057,80	191,30	1048,41†	209,38
Masculino (n=16)	1min (J)	1854,29	313,11	1742,91*	291,84	1679,92*‡	275,16
	2min (J)	1786,99	260,46	1753,23	260,79	1724,56	281,24

IR = Intervalo de Recuperação; DP = Desvio Padrão;

* ($p < 0,05$) menor que a 1ª série;

‡ ($p < 0,05$) menor que a 2ª série;

† ($p < 0,05$) maior que 1min.

A Figura 9 apresenta o comportamento do TT masculino a 180°/s ao longo de três séries com 10 extensões isocinéticas unilaterais do joelho com 1 e 2min de IR. Os homens apresentaram uma redução no TT de 6,01% da 1ª para 2ª série ($p = 0,001$), de 9,40% da 1ª para 3ª série ($p = 0,001$) e de 3,61% da 2ª para 3ª série ($p = 0,010$) com 1min de IR. Não houve diminuição significativa ($p > 0,05$) do TT ao longo das três séries com IR de 2min (Tabela 4). O gênero masculino não apresentou diferenças ($p > 0,05$) entre os IRs utilizados (Tabela 4).

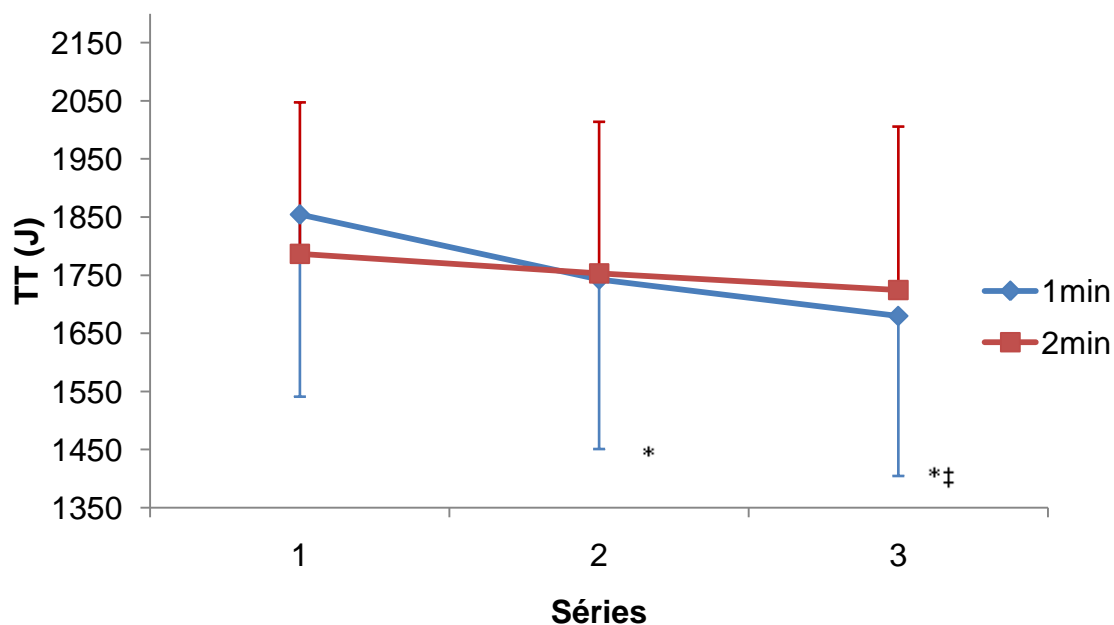


Figura 9- Trabalho Total (TT) masculino a 180°/s nas três séries com 1 e 2min de intervalo de recuperação.

* ($p < 0,05$) menor que a 1ª série; ‡ ($p < 0,05$) menor que a 2ª série.

Para uma melhor visualização do índice de fadiga, as Tabelas de 5 e 6 apresentam a redução percentual do PT e TT ao longo das três séries, em ambos os gêneros, nas velocidades de 60 e 180°/s. Vale ressaltar que as diferenças entre os gêneros na fadiga muscular foram mais evidentes na velocidade de 180°/s.

Tabela 5- Índice de fadiga (%) PT na velocidade de 60°/s e 180°/s

Gênero	IR	Série (PT 60°/s)			Série (PT 180°/s)		
		1ª → 3ª	1ª → 2ª	2ª → 3ª	1ª → 3ª	1ª → 2ª	2ª → 3ª
Feminino (n=17)	1min	-15,71	-7,74	-8,64	-3,63	-1,68	-1,98
	2min	-11,59	-6,04	-5,90	-2,37	-1,62	-0,76
Masculino (n=16)	1min	-18,55	-8,82	-10,67	-6,53	-3,86	-2,77
	2min	-11,28	-4,49	-7,11	-2,11	0,43	-2,53

Tabela 6- Índice de fadiga (%) TT na velocidade de 60°/s e 180°/s

Gênero	IR	Série (TT 60°/s)			Série (TT 180°/s)		
		1ª → 3ª	1ª → 2ª	2ª → 3ª	1ª → 3ª	1ª → 2ª	2ª → 3ª
Feminino (n=17)	1min	-19,76	-10,89	-9,95	-5,55	-1,77	-3,85
	2min	-14,34	-7,14	-7,75	-2,35	-1,48	-0,89
Masculino (n=16)	1min	-20,51	-14,67	-6,84	-9,40	-6,01	-3,61
	2min	-15,30	-7,31	-8,62	-3,49	-1,89	-1,64

CAPÍTULO V

5.0 - DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi o de investigar a influência de dois diferentes intervalos de recuperação (IR) –1 e 2min – na fadiga muscular em homens e mulheres, durante um protocolo de treinamento isocinético de quadríceps caracterizado por três séries de 10 extensões do joelho. Para tal, as variáveis dependentes utilizadas foram o pico de torque (PT) e trabalho total (TT). O principal achado deste estudo foi que um maior IR (2min) permitiu uma melhor recuperação dos parâmetros da força muscular (PT e TT) em homens e mulheres, ao longo das três séries de 10 contrações isocinéticas concêntricas do quadríceps. Contudo, mesmo 2min de intervalo não foi suficiente para proporcionar a completa recuperação do PT e TT na velocidade de 60°/s em ambos os grupos. Já a 180°/s, 2min de IR permitiu uma completa recuperação do PT e TT, tanto no gênero feminino quanto no masculino.

Esses resultados estão de acordo com outros estudos reportados na literatura. Pincivero *et al.* (1997;1998b) e Touey *et al.*(1994), por exemplo, também reportaram que intervalos de recuperação de 30 e 60s não possibilitaram uma completa recuperação do PT do quadríceps em protocolos de treinamento isocinético.

Diferentemente dos achados do presente estudo, Bottaro *et al.* (2005), ao estudar idosos, e Parcell *et al.* (2002), ao estudar adultos jovens, mostraram que 30 e 60s, respectivamente, são suficientes para recuperar o PT entre séries de contrações isocinéticas concêntricas do quadríceps. No entanto, esses estudos utilizaram um protocolo de 2 séries e 4 repetições, enquanto o presente estudo utilizou um de 3 séries de 10 repetições.

Em um recente estudo com mulheres jovens e idosas, Theou *et al.* (2008) demonstraram que 60s de IR entre três séries de oito contrações isocinéticas concêntricas do quadríceps a 60°/s era suficiente para recuperar o PT. Esses achados divergem do presente estudo, no qual 1min não foi suficiente para a manutenção do PT a 60°/s no gênero feminino. Talvez, a grande diferença entre as médias do PT do estudo de Theou *et al.* (128 N.m) e do PT deste estudo (162N.m) seja a principal explicação para essa diferença. Faigenbaum *et al.* (2008) e Pincivero *et al.* (2000) demonstraram que uma maior taxa de fadiga é correlacionada a uma maior produção de força. Uma possível explicação para este fato é uma maior oclusão vascular proveniente de uma maior produção absoluta de força. A maior produção de força leva a uma maior pressão intramuscular e, conseqüentemente, a uma menor perfusão sanguínea (Kent-Braun *et al.*, 2002; Parker *et al.*, 2007). Assim, os sujeitos mais fracos podem ter um melhor aporte de oxigênio e, com isso, utilizar a via oxidativa, mais resistente à fadiga muscular por um maior período de tempo.

Recentemente, Ernesto *et al.* (2009) avaliaram 20 idosos ($66,9 \pm 3,9$ anos) em três séries de 10 contrações isocinéticas concêntricas do quadríceps a $60^\circ/s$. Os autores verificaram que 2min de IR foram suficientes para manutenção do PT nas três séries. No presente estudo, os sujeitos, jovens e 40% mais fortes do que os sujeitos do estudo de Ernesto *et al.* (2009), não conseguiram manter o PT durante o protocolo de exercícios. Esses resultados são corroborados com outro achado do nosso grupo de pesquisa que também verificou a ineficiência do 2min de IR na manutenção da força, PT e TT, em três séries de 10 extensões de joelho a $60^\circ/s$ (Celes *et al.*, 2009).

Na tentativa de melhor compreender os efeitos do IR na recuperação da força muscular, Pincivero *et al.* (1998a) demonstraram uma redução significativa do PT e TT, quando um IR de 40s foi utilizado em 4 séries de 10 repetições concêntricas de quadríceps e isquiotibiais a $90^\circ/s$ em 15 jovens destreinados (8 homens e 7 mulheres). Entretanto, quando um IR de 160s foi empregado, os autores não verificaram uma redução significativa nas variáveis consideradas. Como conclusão, os autores reportaram que um IR de 160s a $90^\circ/s$, ou seja, uma relação entre trabalho e recuperação de 1:8 é suficiente para permitir uma recuperação da força muscular, independente da velocidade utilizada. No presente estudo, a única taxa de trabalho e recuperação que possibilitou a manutenção da força muscular (PT e TT) ao longo das três séries foi de 1:12 (IR de 2min a $180^\circ/s$) em ambos os gêneros.

Talvez, os diferentes achados devam-se ao fato de ter sido usado um protocolo distinto do de Pincivero *et al.* (1998a) no presente estudo (4 séries de 10 repetições a $90^\circ/s$ e 3 séries de 10 repetições a $60^\circ/s$, respectivamente). Além disso, Pincivero *et al.* podem ter cometido um erro estatístico, uma vez que utilizaram uma amostra relativamente pequena ($n = 7$ e 8) em dois grupos independentes com uma amostra heterogenia de homens e mulheres no mesmo grupo. Isso pode ser observado na diferença entre as médias iniciais do PT do quadríceps entre o grupo 1 ($\sim 180N.m$) e 2 ($\sim 157N.m$) do estudo de Pincivero *et al.* (1998a). Sendo que vários estudos demonstraram que o gênero feminino é mais resistente à fadiga que o masculino (Esbjornsson-Liljedahl *et al.*, 2002; Hunter *et al.*, 2004a; Pincivero *et al.*, 2003a; Wust *et al.*, 2008).

Touey *et al.* (1994) também avaliaram o efeito de quatro IRs (30, 60, 120 e 240s) durante 4 séries de 10 contrações isocinéticas de quadríceps e isquiotipiais no PT e TT a 60 e $180^\circ/s$ em 28 homens jovens. A $60^\circ/s$, os IRs de 30 e 60s não foram suficientes para a manutenção do TT e PT. O TT caiu, aproximadamente, 34% entre a primeira e quarta série com IR de 30s. A $180^\circ/s$ não há dados sobre o PT e TT do quadríceps. Para os isquiotipiais, houve uma melhor manutenção do PT e TT no IR de 120 e 240s. Os autores concluíram que um IR de 2min (120s) é suficiente para otimizar a performance muscular. Esses resultados estão em conformidade com os do presente estudo, uma vez que o IR de 2min foi superior a 1min na manutenção do PT e TT.

Estudos envolvendo movimentos isoinerciais (Kraemer, 1997; Rahimi, 2005; Ratamess *et al.*, 2007; Willardson e Burkett, 2005) obtiveram resultados similares aos estudos com movimentos isocinéticos. Esses estudos reportaram que 1min de IR não é suficiente para evitar a fadiga muscular

em protocolos de treinamento. Por outro lado, Matuszak *et al.* (2003) e Weir *et al.* (1994) verificaram não haver diferenças entre 1min e intervalos maiores em protocolos de avaliação da força muscular, menos fatigantes que protocolos de treinamento. Como citado anteriormente, estudos envolvendo movimentos isocinéticos que tiveram como objetivo medir a força muscular também não reportaram diferenças entre IRs curtos e longos (Bottaro *et al.*, 2005; Parcell *et al.*, 2002).

Segundo Willardson (2006), o IR deve propiciar uma suficiente recuperação das fontes de energia (i.e., adenosina trifosfato [ATP] e fosfocreatina [CP]), possibilitar a remoção dos subprodutos da contração muscular que levam à fadiga (i.e, íons de H⁺) e restabelecer a força muscular. Geralmente, um IR muito curto é acompanhado de um considerável desconforto muscular, devido à oclusão do fluxo sanguíneo, produção de lactato, depleção das fontes energéticas e queda na produção de força durante o exercício (Larson e Potteiger, 1997). Além disso, o desempenho muscular nas séries subsequentes está diretamente relacionado ao tempo de descanso entre as séries (Willardson e Burkett, 2006).

Desse modo, o intervalo de recuperação desempenha um importante papel na prescrição de exercícios resistidos. O IR deve ser manipulado não apenas para se possibilitar a recuperação muscular, mas, também, para as adaptações específicas. Larson e Potteiger (1997) e Woods *et al.* (2004) pontuam que um grande IR entre as séries permite um maior restabelecimento das vias energéticas e é mais indicado para o desenvolvimento da força muscular.

Um dos principais objetivos de se praticar exercícios resistidos é o desenvolvimento da força e massa musculares. Esse desenvolvimento só pode ser potencializado por meio de uma correta manipulação do volume de treinamento (Peterson *et al.*, 2005; Rhea *et al.*, 2002). Nesse sentido, Rhea *et al.* (2002) destacaram que a utilização de séries múltiplas é superior ao uso de série simples, a fim de promover um maior volume de treinamento e otimizar o ganho de força e massa musculares. Destaca-se, assim, o importante papel desempenhado pelo IR, sendo que o maior volume de treinamento das séries múltiplas só pode ser alcançado se o IR entre as séries for suficiente para restaurar a força muscular. De fato, alguns estudos experimentais, que verificaram as adaptações crônicas no aumento da força muscular, constataram que um maior IR possibilitou um maior volume e, conseqüentemente, potencializou o ganho de força muscular (Hill-Haas *et al.*, 2007; Pincivero *et al.*, 1997; Robinson *et al.*, 1995; Willardson e Burkett, 2008).

No que se refere à questão das diferenças entre os gêneros na produção de força e fadiga musculares, vários fatores são apontados como causas dessas distinções. Dentre eles destacam-se a diferença no sistema músculo esquelético, a morfologia e distribuição das fibras musculares, a ativação neural, a concentração de hormônios (Esbjornsson-Liljedahl *et al.*, 1999; Esbjornsson-Liljedahl *et al.*, 2002; Hewett *et al.*, 2008; Hunter *et al.*, 2004a; Jackson e Pollock, 1978; Kanehisa *et al.*, 1994; Kanehisa *et al.*, 1996; Pincivero *et al.*, 2000; Pincivero *et al.*, 2001b; Staron *et al.*, 2000; Wust *et al.*, 2008).

Conforme Komi e Karlsson (1978), as diferenças na produção de força dos homens em relação às mulheres podem ser explicadas, em parte, por uma maior concentração de enzimas nos primeiros. Um outro fator abordado por esses autores refere-se à incapacidade do gênero feminino em recrutar todas as unidades motoras disponíveis. A maior capacidade dos homens em recrutar um maior número de unidades motoras também foi demonstrada em estudo mais recente por Hunter *et al.* (2004a). Como a produção de força é altamente dependente da ativação neural, uma menor ativação neural leva a uma menor produção de força nas mulheres. As diferenças no tamanho da fibra muscular, a menor ativação neural e uma concentração inferior de testosterona podem explicar a menor produção de força no gênero feminino (Komi e Karlsson, 1978).

Kanehisa *et al.* (1994; 1996) relataram uma menor produção de força por área de secção transversa em extensões e flexões isocinéticas (60°/s) de joelho nas mulheres, quando comparadas aos homens. Outra característica apontada pelos autores é que o quadril mais largo das mulheres adultas aumenta o ângulo no qual o fêmur se articula. Esta característica resulta em um maior ângulo Q¹ que promove nas mulheres uma maior desvantagem biomecânica, particularmente quando realizam a extensão de joelho (Kanehisa *et al.*, 1994).

Em um recente trabalho sobre as diferenças entre os gêneros na fadiga muscular, Wust *et al.* (2008) avaliaram homens e mulheres em um protocolo de força que consistia em: a) mensuração da área de secção transversa do quadríceps por ressonância magnética; b) mensuração do torque isométrico com uso de dinamômetro e c) três testes isométricos de fadiga com 60 contrações por estimulação elétrica de 30 Hz. No teste padrão era dado um estímulo de 1s a cada 1s, no segundo teste um estímulo de 1s cada 0,5s e no último teste era repetido o teste padrão com oclusão vascular. Os resultados demonstraram uma maior área de secção transversa do quadríceps nos homens em relação às mulheres e também um maior PT nos homens. Ao se verificar os testes de fadiga, os autores concluíram que as mulheres foram mais resistentes do que os homens em todos os protocolos, sendo que quanto mais exaustivo o teste, mais cedo e evidentes ficavam as diferenças entre os gêneros. Os autores pontuaram que as diferenças na taxa de fadiga não estavam relacionadas com a capacidade de ativação muscular (por estimulação elétrica), nem com a capacidade oxidativa e, tampouco, com as diferenças no fluxo sanguíneo (comprovadas pelo teste em isquemia). Os autores concluíram que as diferenças podem ser explicadas pelas características distintas das fibras musculares.

As mulheres possuem mais fibras do tipo I e menos fibras do tipo II do que os homens (Pincivero *et al.*, 2001b). Staron *et al.* (2000) ressaltaram não haver diferenças entre os gêneros na distribuição das fibras musculares na musculatura vasto lateral do quadríceps. Em seu estudo, Staron *et al.* (2000) demonstraram haver uma diferença no percentual de área ocupada pelos tipos de fibras

¹ O ângulo Q é o ângulo formado pela linha média do fêmur e a linha medial da patela com a tuberosidade da tíbia.

musculares em homens e mulheres. As mulheres exibem uma maior área ocupada pelas fibras de vermelhas (tipo I) e os homens apresentam uma maior área ocupada pelas fibras brancas (fibras IIA) (Esbjornsson-Liljedahl *et al.*, 1999; Staron *et al.*, 2000).

As fibras tipo I têm uma menor velocidade de contração, um menor gasto energético e, conseqüentemente, uma taxa de fadiga diferente da fibra tipo II (Esbjornsson-Liljedahl *et al.*, 1999). Contudo, Esbjornsson-Liljedahl *et al.* (1999; 2002) reportaram não haver diferenças no gasto energético nas fibras tipo II, em homens e mulheres, em exercícios de alta intensidade e curta duração. Esses autores destacam que as diferenças entre os gêneros se encontram nas fibras do tipo I, onde o consumo de ATP e a produção de lactato são maiores nos homens quando comparados as mulheres.

Por fim, uma interessante distinção entre os gêneros é apontada por Brown *et al.* (1995). Esses autores constataram que, durante exercícios isocinéticos, as mulheres, quando comparadas aos homens, apresentam uma menor amplitude na fase isocinética do movimento (*Load Range* - LR). O movimento isocinético é constituído basicamente de três fases: aceleração, LR e desaceleração. Como não há diferenças na fase de desaceleração, a única forma de se variar o LR é através de uma diferença na fase de aceleração do movimento (Brown *et al.*, 1995).

De fato, existe uma diferença entre os gêneros na aceleração. Lanza *et al.* (2003), ao compararem homens e mulheres, observaram uma melhor capacidade de desenvolver velocidade nos homens. Hewett *et al.* (2008) demonstraram uma maior discrepância entre os gêneros no PT dos músculos da coxa (isquiotibiais e quadríceps) quanto maior a velocidade do teste isocinético. Pode-se inferir a partir desse achado que quanto maior a velocidade, maior a discrepância entre os gêneros. Neste sentido, uma maior capacidade de aceleração dos homens também foi observada no presente estudo, principalmente na velocidade de 180°/s, em que o gênero masculino atingiu a velocidade de 180°/s de 20 a 30% mais rápido que o gênero oposto. Essas observações podem, também, explicar a maior discrepância entre os gêneros na taxa de fadiga na velocidade de 180°/s reportados no presente estudo.

CAPÍTULO VI

6.0 - CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados no presente estudo, pode-se concluir que o intervalo de recuperação (IR) entre as séries de exercício resistido desempenha um papel importante na função muscular, influenciando diretamente a fadiga muscular. O IR exerce uma função ainda mais importante na fadiga muscular e, conseqüentemente, na performance das séries posteriores, quando os esforços são de grande intensidade.

No presente estudo, tanto 1 como 2min não foram suficientes para recuperar nenhuma das variáveis consideradas, o pico de torque (PT) e o trabalho total (TT), em três séries de 10 extensões isocinéticas unilaterais do joelho a 60°/s, tanto em homens como em mulheres. Na velocidade de 180°/s, a manutenção do PT e TT só foi possível com 2min de IR (taxa de trabalho recuperação de 1:12) em ambos os gêneros.

Um importante achado do presente estudo é que o gênero feminino desenvolve uma menor *Load Range* durante extensões de joelho quando comparado ao gênero oposto, especialmente em velocidades mais altas.

Em face do exposto, recomenda-se a utilização de intervalos de recuperação maiores do que 2min durante a prática de exercícios resistidos extenuantes que tenham como objetivo adaptações de ganho de força e massa musculares em homens e mulheres jovens.

Devido a uma maior resistência muscular no gênero feminino, destaca-se a possibilidade de se utilizar intervalos de recuperação mais curtos nessa população. Este fato pode contribuir para uma melhor adesão das mulheres à prática de exercícios resistidos, uma vez que o tempo gasto nas academias e centros de *fitness* pode ser reduzido sem prejuízo às adaptações no ganho de força e massa musculares.

ANEXO I

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCE

Você está sendo convidado a participar da pesquisa ***Intervalos De Recuperação Entre Séries De Contrações Isocinéticas: Diferença Entre Gêneros*** que tem como responsável Rodrigo Souza Celes.

O sucesso na obtenção das modificações desejadas com a realização de um treinamento com exercícios resistidos (musculação) depende da manipulação de suas variáveis. Entre essas variáveis está o intervalo de recuperação (tempo de descanso) entre as séries dos exercícios. Apesar de importância do intervalo de recuperação, não existe estudos que compare a influência do intervalo de recuperação entre os gêneros (masculino e feminino).

OBJETIVO

Neste intuito, o objetivo do presente estudo é o de se avaliar o efeito do intervalo de recuperação na força muscular em homens e mulheres.

METODOLOGIA

Para avaliação e realização do estudo será utilizado um aparelho de musculação ligado a um computador que registra informações do exercício. O protocolo consiste na realização de 3 séries com 10 repetições em duas velocidades distintas de extensões do joelho direito nos intervalos de 1 e 2min entre as séries. Também, será realizada uma análise do sinal elétrico do músculo (eletromiográfica) para melhor entendimento do comportamento da força nas condições propostas. Na avaliação eletromiográfica é necessário a fixação de eletrodos que só é possível após a remoção de pelos e a limpeza da pele no local de fixação.

Ao total, o estudo requer a participação dos voluntários durante três dias não consecutivos, separados por 78h e com duração de 1 hora por dia, como descritos a seguir:

Primeiro dia: 1) Esclarecimento sobre as condições do experimento – assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido; 2) Anamnese e avaliação antropométrica; 3) Familiarização com o exercício

Segundo e terceiro dia: 1) Realização do exercício proposto nos intervalos de recuperação de 1 ou 2min determinados aleatoriamente entre os dias de teste.

RISCO E BENEFÍCIO

Este exercício não tem contra-indicações à população considerada no estudo. Contudo, exercícios físicos podem gerar dor muscular tardia que desaparece em poucos dias.

De uma forma ampla, os dados obtidos no estudo podem trazer benefícios aos praticantes de treinamento resistido em geral, por possibilitar a prescrição de treinos mais eficientes que possam otimizar na obtenção dos resultados desejados.

O estudo não envolve gastos aos participantes. Todos os materiais e equipamentos necessários para os testes serão providenciados pelos pesquisadores.

Todas as informações coletadas ficarão na responsabilidade dos pesquisadores do estudo e poderão ser publicadas em revistas e eventos científicos da área. Contudo, é garantido o anonimato aos participantes da pesquisa.

Qualquer dúvida adicional sobre o estudo poderá ser respondida pelos pesquisadores.

Rodrigo Souza Celes (61) 8134-0377; Profº Dr. Martim Bottaro (61) 8128-8855; CEP:3307-3799

Sua participação é voluntária e por isso você está livre para não participar ou desistir a qualquer momento sem nenhum tipo de punição ou constrangimento.

Se for de seu interesse a participação no estudo, esse termo de consentimento deve ser assinado em duas vias.

Atenciosamente,

Rodrigo Celes.

Nome: _____ Identidade: _____

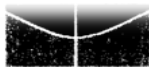
Rodrigo Souza Celes

Assinatura do Voluntário

Brasília de _____ de _____.

ANEXO II

Parecer de Aprovação do Comitê de Ética



Universidade de Brasília
Faculdade de Ciências da Saúde
Comitê de Ética em Pesquisa –CEP/FS

PROCESSO DE ANÁLISE DE PROJETO DE PESQUISA

Registro do Projeto: 148/2007

Título do Projeto: “Efeito de diferentes intervalos de recuperação entre séries de contrações isocinéticas do quadríceps na fadiga muscular em homens e mulheres”.

Pesquisador Responsável: Rodrigo Souza Celes

Data de Entrada: 03/12/2007.

Com base nas Resoluções 196/96, do CNS/MS, que regulamenta a ética da pesquisa em seres humanos, o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, após análise dos aspectos éticos e do contexto técnico-científico, resolveu **APROVAR** o projeto 148/2007 com o título: “Efeito de diferentes intervalos de recuperação entre séries de contrações isocinéticas do quadríceps na fadiga muscular em homens e mulheres” Analisado na 11ª Reunião, realizada no dia 11 de dezembro de 2007.

O pesquisador responsável fica, desde já, notificado da obrigatoriedade da apresentação de um relatório semestral e relatório final sucinto e objetivo sobre o desenvolvimento do Projeto, no prazo de 1 (um) ano a contar da presente data (item VII.13 da Resolução 196/96).

Brasília, 21 de dezembro de 2007.

Prof. Volnei Garrafa
Coordenador do CEP-FS/UnB

Campus Universitário Darcy Ribeiro
Faculdade de Ciências da Saúde
Cep: 70.910-900

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- AACPR. (1999). *American Association of Cardiovascular & Pulmonary Rehabilitation. (1999). Guidelines for Rehabilitation and secondary prevention programs (3ª ed.)*. Champaign, IL.: Human Kinetics.
- Abt, J. P., Sell, T. C., Laudner, K. G., McCrory, J. L., Loucks, T. L., Berga, S. L., & Lephart, S. M. (2007). Neuromuscular and biomechanical characteristics do not vary across the menstrual cycle. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 15(7), 901-907.
- ACSM. (1998). American College of Sports Medicine Position Stand. (1998). Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*, 30(6), 992-1008.
- ACSM. (2002). American College of Sports Medicine. (2002). Progression Models in resistance training for Adults. *Med Sci Sports Exerc*, 34, 364-380.
- ACSM. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 41(3), 687-708.
- ADA. (2001). American Diabetes Association. (2001): Diabetes mellitus and exercise (Position Statement). *Diabetes Care*, 24(1 Suppl), S51– 55.
- Bird, S. P., Tarpenning, K. M., & Marino, F. E. (2005). Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. *Sports Med*, 35(10), 841-851.
- Bottaro, M., Russo, A., & Oliveira, R. J. (2005). The effects of rest interval on quadriceps torque during an isokinetic testing protocol in elderly. *Journal of Sports Science and Medicine*, 4, 285-290.
- Bottaro, M., Machado, S. N., Nogueira, W., Scales, R., & Veloso, J. (2007). Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *Eur J Appl Physiol*, 99(3), 257-264.
- Bottaro, M., Martins, B., Gentil, P., & Wagner, D. (2009). Effects of rest duration between sets of resistance training on acute hormonal responses in trained women. *J Sci Med Sport*, 12(1), 73-78.
- Brown, L. E., Whitehurst, M., Gilbert, R., & Buchalter, D. N. (1995). The effect of velocity and gender on load range during knee extension and flexion exercise on an isokinetic device. *J Orthop Sports Phys Ther*, 21(2), 107-112.
- Brown, L. E. (2000). *Isokinetics in human performance*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Celes, R. S., Bottaro, M., Veloso, J., Ernesto, C., & Brown, L. E. (2009). Efeito do intervalo de recuperação entre séries de extensões isocinéticas de joelho em homens jovens destreinados. *Rev Bras Fisioter.*, In press.
- Clark, B. C., Manini, T. M., The, D. J., Doldo, N. A., & Ploutz-Snyder, L. L. (2003). Gender differences in skeletal muscle fatigability are related to contraction type and EMG spectral compression. *J Appl Physiol*, 94(6), 2263-2272.
- Davies, G. J., Heiderscheit, B., & Brinks, K. (2003). Test interpretation. In *Isokinetics in human performance (1ª ed., pp. 3-24)*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Eckerson, J. M. (2000). Gender differences in isokinetic strength. In L. E. Brown (Ed.), *Isokinetics in human performance (1 ed., pp. 339-357)*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Elliott, K. J., Cable, N. T., & Reilly, T. (2005). Does oral contraceptive use affect maximum force production in women? *Br J Sports Med*, 39(1), 15-19.
- Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2008). Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. *J Physiol*, 586(1), 11-23.
- Ernesto, C., Bottaro, M., M., S. F., Sales, M. P. M., Celes, R. S., & Oliveira, R. J. (2009). Efeitos de diferentes intervalos de recuperação no desempenho muscular isocinético em idosos. *Rev Bras Fisioter.*, 13(1), 65-72.
- Esbjornsson-Liljedahl, M., Sundberg, C. J., Norman, B., & Jansson, E. (1999). Metabolic response in type I and type II muscle fibers during a 30-s cycle sprint in men and women. *J Appl Physiol*, 87(4), 1326-1332.
- Esbjornsson-Liljedahl, M., Bodin, K., & Jansson, E. (2002). Smaller muscle ATP reduction in women than in men by repeated bouts of sprint exercise. *J Appl Physiol*, 93(3), 1075-1083.
- Evans, W. J. (1999). Exercise training guidelines for the elderly. *Med Sci Sports Exerc*, 31(1), 12-17.

- Faigenbaum, A. D., Westcott, W. L., Loud, R. L., & Long, C. (1999). The effects of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children. *Pediatrics*, *104*(1), e5.
- Faigenbaum, A. D., Ratamess, N. A., McFarland, J., Kaczmarek, J., Coraggio, M. J., Kang, J., & Hoffman, J. R. (2008). Effect of rest interval length on bench press performance in boys, teens, and men. *Pediatr Exerc Sci*, *20*(4), 457-469.
- Fletcher, G. F., Balady, G., Froelicher, V. F., Hartley, L. H., Haskell, W. L., & Pollock, M. L. (1995). Exercise standards. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association. Writing Group. *Circulation*, *91*(2), 580-615.
- Garcia-Lopez, D., de Paz, J. A., Moneo, E., Jimenez-Jimenez, R., Bresciani, G., & Izquierdo, M. (2007). Effects of Short vs. Long Rest Period Between Sets on Elbow-Flexor Muscular Endurance During Resistance Training to Failure. *J Strength Cond Res*, *21*(4), 1320-1324.
- Golberg, L., Elliot, D. L., Schultz, R. W., & Kloster, F. E. (1984). Changes in lipid and lipoprotein levels after weight training. *JAMA*, *252*, 504-506.
- Goldberg, A. P. (1989). Aerobic and resistive exercise modify risk factors for coronary heart disease. *Med Sci Sports Exerc*, *21*(6), 669-674.
- Gutin, B., & Kasper, M. J. (1992). Can vigorous exercise play a role in osteoporosis prevention? A review. *Osteoporos Int*, *2*(2), 55-69.
- Hakkinen, K., Kraemer, W. J., Newton, R. U., & Alen, M. (2001). Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. *Acta Physiol Scand*, *171*(1), 51-62.
- Hakkinen, K., Pakarinen, A., Hannonen, P., Hakkinen, A., Airaksinen, O., Valkeinen, H., & Alen, M. (2002). Effects of strength training on muscle strength, cross-sectional area, maximal electromyographic activity, and serum hormones in premenopausal women with fibromyalgia. *J Rheumatol*, *29*(6), 1287-1295.
- Hald, N. A. S., & Sander, E. J. (1987). Effect of visual feedback on maximal and submaximal isokinetic test measurements of normal quadriceps and hamstrings. *J Orthop Sports Phys Ther*, *9*, 86-93.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., & Zazulak, B. T. (2008). Hamstrings to quadriceps peak torque ratios diverge between sexes with increasing isokinetic angular velocity. *J Sci Med Sport*, *11*(5), 452-459.
- Hill-Haas, S., Bishop, D., Dawson, B., Goodman, C., & Edge, J. (2007). Effects of rest interval during high-repetition resistance training on strength, aerobic fitness, and repeated-sprint ability. *J Sports Sci*, *25*(6), 619-628.
- Hunter, S. K., Critchlow, A., Shin, I. S., & Enoka, R. M. (2003). Fatigability of the elbow flexor muscles for a sustained submaximal contraction is similar in men and women matched for strength. *J Appl Physiol*, *96*(1), 195-202.
- Hunter, S. K., Critchlow, A., & Enoka, R. M. (2004a). Influence of aging on sex differences in muscle fatigability. *J Appl Physiol*, *97*(5), 1723-1732.
- Hunter, S. K., Critchlow, A., Shin, I. S., & Enoka, R. M. (2004b). Men are more fatigable than strength-matched women when performing intermittent submaximal contractions. *J Appl Physiol*, *96*(6), 2125-2132.
- Hunter, S. K., Butler, J. E., Todd, G., Gandevia, S. C., & Taylor, J. L. (2006). Supraspinal fatigue does not explain the sex difference in muscle fatigue of maximal contractions. *J Appl Physiol*, *101*(4), 1036-1044.
- Hurley, B. F., & Kokkinos, P. F. (1987). Effects of weight training on risk factors for coronary artery disease. *Sports Med*, *4*(4), 231-238.
- Hurley, B. F., Hagberg, J. M., Goldberg, A. P., Seals, D. R., Ehsani, A. A., Brennan, R. E., & Holloszy, J. O. (1988). Resistive training can reduce coronary risk factors without altering VO₂max or percent body fat. *Med Sci Sports Exerc*, *20*(2), 150-154.
- Izquierdo, M., Hakkinen, K., Ibanez, J., Anton, A., Garrues, M., Ruesta, M., & Gorostiaga, E. M. (2003). Effects of strength training on submaximal and maximal endurance performance capacity in middle-aged and older men. *J Strength Cond Res*, *17*(1), 129-139.
- Izquierdo, M., Hakkinen, K., Ibanez, J., Kraemer, W. J., & Gorostiaga, E. M. (2005). Effects of combined resistance and cardiovascular training on strength, power, muscle cross-sectional area, and endurance markers in middle-aged men. *Eur J Appl Physiol*, *94*(1-2), 70-75.

- Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr*, 40(3), 497-504.
- Janse de Jonge, X. A. k. (2003). Effect of menstrual cycle on exercise performance. *Sports Med*, 33(11), 833-851.
- Kanehisa, H., Ikegawa, S., & Fukunaga, T. (1994). Comparison of muscle cross-sectional area and strength between untrained women and men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 68(2), 148-154.
- Kanehisa, H., Okuyama, H., Ikegawa, S., & Fukunaga, T. (1996). Sex difference in force generation capacity during repeated maximal knee extensions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 73(6), 557-562.
- Keleman, M. H., Stewart, K. j., & Gillian, R. E. (1986). Circuit weight training in cardiac patients. *J American College of Cardiology*, 7, 38-42.
- Kent-Braun, J. A., Ng, A. V., Doyle, J. W., & Towse, T. F. (2002). Human skeletal muscle responses vary with age and gender during fatigue due to incremental isometric exercise. *J Appl Physiol*, 93(5), 1813-1823.
- Kim, H. J., & Kraemer, J. F. (1997). Effectiveness of visual feedback during isokinetic exercise. *J Orthop Sports Phys Ther*, 26, 318-323.
- Komi, P. V., & Karlsson, J. (1978). Skeletal muscle fibre types, enzyme activities and physical performance in young males and females. *Acta Physiol Scand*, 103(2), 210-218.
- Kraemer, W. J. (1997). A series of studies: The physiological basis for strength training in American football: Fact over philosophy. *J Strength Cond Res*, 11, 131-142.
- Lanza, I. R., Towse, T. F., Caldwell, G. E., Wigmore, D. M., & Kent-Braun, J. A. (2003). Effects of age on human muscle torque, velocity, and power in two muscle groups. *J Appl Physiol*, 95(6), 2361-2369.
- Larson, G. D. J. r., & Potteiger, J. A. (1997). A comparison three different rest intervals between multiples squat bouts. *J Strength Cond Res*, 11(2), 115-118.
- Layne, J. E., & Nelson, M. E. (1999). The effects of progressive resistance training on bone density: a review. *Med Sci Sports Exerc*, 31(1), 25-30.
- Matuszak, M. E., Fry, A. C., Weiss, L. W., Ireland, T. R., & McKnight, M. M. (2003). Effect of rest interval length on repeated 1 repetition maximum back squats. *J Strength Cond Res*, 17(4), 634-637.
- McCartney, N. (1999). Acute responses to resistance training and safety. *Med Sci Sports Exerc*, 31(1), 31-37.
- McNair, P. J., Depledge, J., Brett Kelly, M., & Stanley, S. N. (1996). Verbal encouragement: effects on maximum effort voluntary muscle action. *Br J Sports Med*, 30(3), 243-245.
- Miranda, H., Fleck, S. J., Simao, R., Barreto, A. C., Dantas, E. H., & Novaes, J. (2007). Effect of two different rest period lengths on the number of repetitions performed during resistance training. *J Strength Cond Res*, 21(4), 1032-1036.
- Ostrowski, K. J., Wilson, G. J., Weatherby, R., Murphy, P. W., & Lyttle, A. D. (1997). The Effect of Weight Training Volume on Hormonal Output and Muscular Size and Function. *J Strength Cond Res*, 11, 148-154.
- Parcell, A. C., Sawyer, R. D., Tricoli, V. A., & Chinevere, T. D. (2002). Minimum rest period for strength recovery during a common isokinetic testing protocol. *Med Sci Sports Exerc*, 34(6), 1018-1022.
- Parker, B. A., Smithmyer, S. L., Pelberg, J. A., Mishkin, A. D., Herr, M. D., & Proctor, D. N. (2007). Sex differences in leg vasodilation during graded knee extensor exercise in young adults. *J Appl Physiol*, 103(5), 1583-1591.
- Peterson, M. D., Rhea, M. R., & Alvar, B. A. (2005). Applications of the dose-response for muscular strength development: a review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription. *J Strength Cond Res*, 19(4), 950-958.
- Pincivero, D. M., Lephart, S. M., & Karunakara, R. G. (1997). Effects of rest interval on isokinetic strength and functional performance after short-term high intensity training. *Br J Sports Med*, 31(3), 229-234.
- Pincivero, D. M., Lephart, S. M., & Karunakara, R. G. (1998a). Effects of intrasession rest interval length on strength recovery and reliability during high intensity exercise. *J Strength Cond Res*, 12(3), 152-156.

- Pincivero, D. M., Lephart, S. M., & Karunakara, R. G. (1998b). Effects of intrasession rest interval on strength recovery and reliability during high intensity exercise. *J Strength Cond Res*, 12(3), 152-156.
- Pincivero, D. M., Gear, W. S., Sterner, R. L., & Karunakara, R. G. (2000). Gender differences in relationship between quadriceps work and fatigue during high-intensity exercise. *J Strength Cond Res*, 14(2), 202-206.
- Pincivero, D. M., Gear, W. S., & Sterner, R. L. (2001a). Assessment of the reliability of high-intensity quadriceps femoris muscle fatigue. *Med Sci Sports Exerc*, 33(2), 334-338.
- Pincivero, D. M., Campy, R. M., Salfetnikov, Y., Bright, A., & Coelho, A. J. (2001b). Influence of contraction intensity, muscle, and gender on median frequency of the quadriceps femoris. *J Appl Physiol*, 90(3), 804-810.
- Pincivero, D. M., FACSM., Gandaio, C., & Ito, Y. (2002). Gender specific response of knee extensor and flexor torque and fatigue during maximal contractions. [Poster]. *Med Sci Sports Exerc*, 34(5), Supplement.
- Pincivero, D. M., Gandaio, C. M., & Ito, Y. (2003a). Gender-specific knee extensor torque, flexor torque, and muscle fatigue responses during maximal effort contractions. *Eur J Appl Physiol*, 89(2), 134-141.
- Pincivero, D. M., Campy, R. M., & Coelho, A. J. (2003b). Knee flexor torque and perceived exertion: a gender and reliability analysis. *Med Sci Sports Exerc*, 35(10), 1720-1726.
- Pincivero, D. M., Coelho, A. J., & Campy, R. M. (2004). Gender differences in perceived exertion during fatiguing knee extensions. *Med Sci Sports Exerc*, 36(1), 109-117.
- Rahimi, R. (2005). Effect of different rest intervals on the exercise volume completed during squat bouts. *Journal of Sports Science and Medicine*, 4, 361-366.
- Ratamess, N. A., Falvo, M. J., Mangine, G. T., Hoffman, J. R., Faigenbaum, A. D., & Kang, J. (2007). The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. *Eur J Appl Physiol*, 100(1), 1-17.
- Rhea, M. R., Alvar, B. A., & Burkett, L. N. (2002). Single versus multiple sets for strength: a meta-analysis to address the controversy. *Res Q Exerc Sport*, 73(4), 485-488.
- Richmond, S. R., & Godard, M. P. (2004). The effects of varied rest periods between sets to failure using the bench press in recreationally trained men. *J Strength Cond Res*, 18(4), 846-849.
- Robinson, J. M., Stone, M. H., Johnson, R. L., Penland, C. M., Warren, B. J., & Lewis, R. D. (1995). Effects of different weight training exercise/rest interval on strength, power and high intensity exercise endurance. *J Strength Cond Res*, 9(4), 216-221.
- Salvador, E. P., Cyrino, E. S., Gurjão, A. L. D., Dias, R. M. R., Nakamura, F. Y., & Oliveira, A. R. (2005). Comparação entre o desempenho motor de homens e mulheres em séries múltiplas de exercício com pesos. *Rev Bras Med Esporte*, 11(5), 257-261.
- Sarwar, R., Niclos, B. B., & Rutherford, O. M. (1996). Changes in muscle strength, relaxation rate and fatigability during the human menstrual cycle. *J Physiol*, 493 (Pt 1), 267-272.
- Staron, R. S., Hagerman, F. C., Hikida, R. S., Murray, T. F., Hostler, D. P., Crill, M. T., Ragg, K. E., & Toma, K. (2000). Fiber type composition of the vastus lateralis muscle of young men and women. *J Histochem Cytochem*, 48(5), 623-629.
- Stewart, K. J., Mason, M., & Keleman, M. H. (1988). Three-year participation in circuit weight-training improves strength and self-efficacy in cardiac patients. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, 8, 292-296.
- Stumbo, T. A., Merriam, S., Nies, K., Smith, A., Spurgeon, D., & Weir, J. P. (2001). The effect of hand-grip stabilization on isokinetic torque at the knee. *J Strength Cond Res*, 15(3), 372-377.
- Taylor, J. L., & Gandevia, S. C. (2008). A comparison of central aspects of fatigue in submaximal and maximal voluntary contractions. *J Appl Physiol*, 104(2), 542-550.
- Taylor, N. A., Sanders, R. H., Howick, E. I., & Stanley, S. N. (1991). Static and dynamic assessment of the Biodex dynamometer. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 62(3), 180-188.
- Theou, O., Gareth, J. R., & Brown, L. E. (2008). Effect of rest interval on strength recovery in young and old women. *J Strength Cond Res*, 22(6), 1876-1881.
- Touey, P. R., Sforzo, G. A., & McManis, B. G. (1994). Effect of manipulating of rest periods on isokinetic muscle performance. *Med Sci Sports Exerc*, 26(5), S170.
- Van Etten, L. M., Verstappen, F. T., & Westerterp, K. R. (1994). Effect of body build on weight-training-induced adaptations in body composition and muscular strength. *Med Sci Sports Exerc*, 26(4), 515-521.

- Weir, J. P., Wagner, L. L., & Housh, T. J. (1994). The effect of rest interval length on repeated maximal bench presses. *J Strength Cond Res*, 8, 58-60.
- Weir, J. P., Evans, S. A., & Housh, M. L. (1996). The effect of extraneous movements on peak torque and constant joint angle torque-velocity curves. *J Orthop Sports Phys Ther*, 23(5), 302-308.
- Wernbom, M., Augustsson, J., & Thomee, R. (2007). The influence of frequency, intensity, volume and mode of strength training on whole muscle cross-sectional area in humans. *Sports Med*, 37(3), 225-264.
- Willardson, J. M., & Burkett, L. N. (2005). A comparison of 3 different rest intervals on the exercise volume completed during a workout. *J Strength Cond Res*, 19(1), 23-26.
- Willardson, J. M. (2006). A brief review: factors affecting the length of the rest interval between resistance exercise sets. *J Strength Cond Res*, 20(4), 978-984.
- Willardson, J. M., & Burkett, L. N. (2006). The effect of rest interval length on the sustainability of squat and bench press repetitions. *J Strength Cond Res*, 20(2), 400-403.
- Willardson, J. M., & Burkett, L. N. (2008). The effect of different rest intervals between sets on volume components and strength gains. *J Strength Cond Res*, 22(1), 146-152.
- Woods, S., Bridge, T., Nelson, D., Risse, K., & Pincivero, D. M. (2004). The effects of rest interval length on ratings of perceived exertion during dynamic knee extension exercise. *J Strength Cond Res*, 18(3), 540-545.
- Wust, R. C., Morse, C. I., de Haan, A., Jones, D. A., & Degens, H. (2008). Sex differences in contractile properties and fatigue resistance of human skeletal muscle. *Exp Physiol*, 93(7), 843-850.