

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

Gabriela Klein Mees

**EFEITOS DO TREINO DE FORÇA NA QUALIDADE MUSCULAR EM
MULHERES IDOSAS**

**Porto Alegre
2010**

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

Gabriela Klein Mees

**EFEITOS DO TREINO DE FORÇA NA QUALIDADE MUSCULAR EM
MULHERES IDOSAS**

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

Orientador: Prof. Dr. Ronei Silveira
Pinto

**Porto Alegre
2010**

RESUMO

O envelhecimento está associado a um progressivo declínio da força muscular decorrente do processo de sarcopenia. Estes efeitos são maiores em mulheres idosas, por motivos hormonais e um menor padrão de atividade física do que os homens. O déficit na arquitetura muscular leva a mudanças nas atividades de vida diária (AVDs) desses indivíduos. A qualidade muscular se refere à força por unidade de massa muscular treinada, e fornece uma estimativa da contribuição da hipertrofia do músculo e dos fatores neuromusculares às mudanças na força. Constituinte em uma avaliação muito importante para indivíduos idosos, já que a perda na qualidade muscular parece estar relacionada à diminuição nas capacidades funcionais decorrentes do envelhecimento. Com isso, o objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos de seis semanas de treinamento de força tradicional na qualidade muscular (força/espessura do grupo muscular treinado (EM)) da musculatura extensora do joelho, em mulheres idosas. A população do estudo envolveu mulheres com idade entre 60 e 79 anos sem treinamento aeróbico ou de força sistemático por pelo menos um ano anterior ao estudo. Os indivíduos (36) foram divididos em dois grupos experimentais: Treinamento de Força Tradicional (GTFT) e Controle (GC). O grupo TFT foi composto por 29 indivíduos e o GC constituído por 7 indivíduos. O Treinamento de Força Tradicional envolveu exercícios de força, em pesos livres ou em máquinas para o treino de força, realizados para membros superiores e inferiores. Os sujeitos treinaram duas vezes por semana, durante seis semanas, com intensidade e volume de treinamento progressivos, periodizado de forma linear. Foram avaliadas as espessuras do Reto da Coxa pontos: medial (RCm), distal (RCd) e proximal (RCp), Vasto Intermédio (VI), Vasto Lateral (VL) e Vasto Medial (VM) cada músculo dos extensores do joelho, e do grupo muscular como um todo, além da força dinâmica máxima (1RM). A partir desses valores, a qualidade muscular foi determinada. Como resultados, após o período de treino, os valores de 1RM, da EM do RCm, RCd, RCp, VI, VM e VL e, conseqüentemente da EM dos extensores do joelho (EMRCm+EMVI+EMVM+EMRL) como um todo do GTFT foram incrementados significativamente ($p < 0,05$) em relação ao GC. Da mesma forma, a QM foi mais incrementada em GTFT ($p < 0,05$), tanto para cada músculo isoladamente quanto para os extensores como um todo. Em conclusão, o presente estudo demonstrou que os efeitos do treinamento de força tradicional de seis semanas alteram a QM de mulheres idosas, a partir tanto de alterações neuromusculares como morfológicas.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 Objetivos	10
1.1.1 Objetivo Geral	10
1.1.2 Objetivos Específicos	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 Adaptações com o Envelhecimento	12
2.1.2 Mudanças neuromusculares com o envelhecimento	13
2.1.3 Mudanças na estrutura e tamanho muscular com o envelhecimento	14
2.2 Treinamento de Força em Mulheres Idosas	15
2.3 Qualidade Muscular	18
3. METODOLOGIA	20
3.1 População e Amostra	20
3.1.1 População	20
3.1.2 Amostra	20
3.2 Variáveis	21
3.2.1 Variáveis de Caracterização da Amostra	21
3.2.2 Variáveis Dependentes	21
3.2.3 Variável Independente	21
3.3 Tratamento das Variáveis Independentes	21
3.3.1 Treinamento de Força Tradicional (TFT)	22
3.4 Instrumentos de Medida e Protocolos de Teste	23
3.4.1 Massa Corporal e Estatura	23
3.4.2 Força Dinâmica Máxima (1RM)	23
3.4.3 Espessura Muscular	24
3.4.4 Qualidade Muscular (QM)	25
3.5 Análise Estatística	26
4. RESULTADOS	27
4.1 Caracterização da Amostra	27
4.2 Valores de 1RM pré e pós seis semanas de treino	27
4.3 Espessura muscular pré e pós seis semanas de treino	28
4.4 Qualidade Muscular pré e pós seis semanas de treino	29
4.5 Espessura Muscular Extensores do Joelho pré e pós seis semanas de treino	29
4.6 Qualidade Muscular dos Extensores do Joelho	30
5. DISCUSSÃO	31
6. CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ANEXOS	40
ANEXO A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido:	40
ANEXO B: Força muscular dinâmica máxima e carga da sessão de treinamento.	42
ANEXO C: Sessão de Treinamento de Força Tradicional (TFT).	43

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS E UNIDADES

%	Percentual
1RM	uma repetição máxima
AVDs	Atividades de Vida Diária
AST	Área de Secção Transversa
CVM	Contração Voluntária Máxima
E	estatura
EM	espessura muscular
EM VI	espessura muscular do vasto intermédio
EM VL	espessura muscular do vasto lateral
EM VM	espessura muscular do vasto medial
EM RCm	espessura muscular do reto da coxa medial
EM RCd	espessura muscular do reto da coxa distal
EM RCp	espessura muscular do reto da coxa proximal
EM ext.	espessura muscular dos extensores do joelho
ESEF	Escola de Educação Física
IGF-1	Fator de Crescimento Insulínico
kg	Quilogramas
MC	Massa Corporal
mm	Milímetros
MNs	Motonéuronios
MP	Ponto Médio
QM	qualidade muscular
QM VI	qualidade muscular vasto intermédio
QM VL	qualidade muscular vasto lateral
QM VM	qualidade muscular vasto medial
QM RCm	qualidade muscular do reto da coxa medial
QM RCd	qualidade muscular do reto da coxa distal

QM RCp	qualidade muscular do reto da coxa proximal
QM ext.	qualidade muscular dos extensores do joelho
RC	Reto Coxa
RMs	Repetições máxima (s)
TF	Treinamento de Força
TFT	Treinamento de Força Tradicional
TM	Tempo Motor
TNF-(α,β)	Fator de Tumor Necrótico
VL	Vasto Lateral
VM	Vasto Medial

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Periodização das 6 semanas do treinamento de força tradicional.....22

Quadro 2 - Constantes de estimativa de 1RM.....24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização da Amostra.....	27
Tabela 2 – 1RM Pré e Pós.....	27
Tabela 3 – Espessura Muscular do VI, VL, VM, RCm, RCac e RCab Pré e Pós.....	28
Tabela 4 – Qualidade Muscular do VI, VL, VM, RCm, RCac e RCab Pré e Pós.....	29
Tabela 5 – Espessura Muscular dos Extensores do Joelho Pré e Pós.....	29
Tabela 6 – Qualidade Muscular dos Extensores do Joelho Pré e Pós.....	30

1. INTRODUÇÃO

Os avanços da medicina e os relativamente recentes incentivos à prevenção primária e secundária à saúde da população têm gerado um aumento na longevidade e expectativa de vida dos indivíduos. Por outro lado, os avanços tecnológicos facilitaram a adoção de um estilo de vida sedentário, fazendo com que nem sempre estes indivíduos alcancem a terceira idade com a saúde e qualidade de vida esperada.

Estudos têm apontado para o fato de que o envelhecimento está associado a um progressivo declínio da força muscular e da massa muscular, fenômeno este, conhecido como sarcopenia (HEPPLE, 2003). Estes efeitos deletérios do envelhecimento sobre a massa muscular são maiores em mulheres idosas, por questões hormonais e um menor padrão de atividade física do que homens.

O processo de sarcopenia afeta diretamente a arquitetura muscular, reduzindo a área de seção transversa, comprimento de fibra muscular, volume e a espessura muscular por exemplo. Além de reduzir a capacidade de produção de força específica (força produzida por unidade de massa muscular) (NARICI *et. al.*, 2003). Essas alterações estruturais levam a mudanças nas atividades de vida diária, uma vez que a capacidade funcional do sistema muscular está prejudicada.

A redução nos níveis de atividade física, característica do envelhecimento, dificulta primariamente atividades que aumentam a exigência dos membros inferiores, como caminhar, subir escadas entre outras. É possível, também, que o maior envolvimento dos músculos dos membros inferiores nas atividades de vida diária faça com que os mesmos sejam mais afetados pelo processo de envelhecimento.

Portanto, a idéia de exercício físico sistemático para a população idosa se torna ainda mais importante. Principalmente o de força, já que neste sentido, diversas evidências têm demonstrado a efetividade do treinamento de força na melhora de parâmetros estruturais e funcionais do músculo esquelético de idosos (REEVES *et al.*, 2004; NARICI *et al.*, 2005).

A qualidade muscular, também conhecida por tensão específica, se refere à força por unidade de massa muscular treinada. Fornece uma estimativa da contribuição da hipertrofia do músculo e dos fatores neuromusculares às mudanças na força. Uma avaliação muito

importante para indivíduos idosos, já que a perda na qualidade muscular parece estar relacionada com a diminuição nas capacidades funcionais decorrentes do envelhecimento.

Porém, ainda existem poucos estudos nessa área. O estudo de Tracy et al (1999) buscou determinar os efeitos do treinamento de força na qualidade muscular dos extensores do joelho, em homens e mulheres idosas. Como resultados, foram observados aumentos significativos na qualidade muscular, sugerindo uma contribuição das adaptações neuromusculares e hipertróficas à alteração na força, após nove semanas de treino.

Entretanto, mesmo sabendo da efetividade que o treinamento de força tem contra o processo de sarcopenia, tanto em relação aos ganhos neuromusculares, como aumento da força muscular em resposta ao treinamento, quanto aos estruturais, como aumento da espessura muscular (hipertrofia), e que os membros inferiores são os mais afetados pelo envelhecimento, afetando as atividades de vida diária, a resposta da qualidade muscular das mulheres idosas ao treinamento de força permanece incerta e pouco investigada.

Sabendo que os ganhos iniciais na produção de força em resposta ao treinamento são basicamente por questões neuromusculares e não morfológicas (hipertróficas), quais seriam então as alterações na qualidade muscular dos extensores do joelho de mulheres idosas, em resposta a um treinamento de força tradicional de seis semanas?

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

- Analisar e comparar os efeitos pré e pós um treinamento de força tradicional de seis semanas na Qualidade Muscular (QM= 1RM/espessura muscular) em mulheres idosas.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Força Máxima (RM): Avaliar e comparar os valores de 1RM (Força Dinâmica Máxima) no exercício extensão de joelhos antes e após um período de seis semanas de treino.

- Espessura Muscular (EM): Avaliar e comparar a Espessura Muscular dos músculos: vasto lateral, vasto medial, vasto intermédio, reto da coxa (pontos: proximal, medial e distal), antes e após seis semanas de treino.
- Espessura Muscular Extensores do Joelho (EMext.): Avaliar e comparar a Espessura Muscular dos Extensores do Joelho (soma da espessura muscular do vasto lateral, vasto medial, vasto intermédio, reto da coxa medial, dividida por quatro), antes e após seis semanas de treino.
- Qualidade Muscular (QM): Avaliar e comparar a Qualidade Muscular (1RM/EM) dos músculos: vasto lateral, vasto medial, vasto intermédio, reto da coxa (pontos: proximal, medial e distal), antes e após seis semanas de treino.
- Qualidade Muscular Extensores do Joelho(QMext.): Avaliar e comparar a Qualidade Muscular dos Extensores do Joelho (1RM/ EMext.), antes e após seis semanas de treino.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Adaptações com o Envelhecimento

Uma das características mais marcantes do processo de envelhecimento é o declínio gradual da capacidade de desempenho muscular (FRONTERA et al., 1991). Esse fenômeno é uma das principais causas da perda de autonomia de ação de idosos. A diminuição da força pode ser atribuída à perda de massa muscular e a alterações da capacidade dos músculos em produzir tensão ou por uma redução da ativação das suas unidades motoras, seja por modificações de suas características contráteis/mecânicas.

O envelhecimento biológico está associado a um declínio das funções neuromusculares e morfológicas, resultado em decréscimo da força máxima, potência (HAKKINEN et al., 1998; HAKKINEN et al., 1994) e tempo de reação muscular (LAROCHE, 2008a). Os fatores neurais incluem as alterações no padrão de recrutamento das unidades motoras, taxa de disparo e sincronização das unidades motoras (GRANACHER et al., 2008).

O impacto do envelhecimento no sistema neuromuscular difere não somente em termos de grupos musculares e tipo de contração estudada (BOTTARO et al., 2007), mas também no tempo de início da produção de força (*on set* muscular) (LAROCHE et al., 2007; 2008; 2009). Do ponto de vista funcional e terapêutico, a capacidade de produção de força máxima e, em especial, a força reativa tem impacto importante nas atividades de vida diária (AVDs) (RIKKLI & JONES, 1999; 2002), como sentar e levantar de uma cadeira ou subir um lance de escadas, sendo estas tarefas dependentes do tempo de reação muscular (CASSEROTTI et al., 1999; SKELTON et al., 2002; MACALUSO & DE VITO, 2004; GRANACHER et al., 2008).

Em um estudo sobre quedas em idosos (HARVEY et al., 1985), os autores relatam que a diminuição da força das pernas talvez seja, entre outras, a principal razão de quedas entre as pessoas idosas. As lesões ocorridas como resultado das quedas podem levar ao óbito, representando um grave problema de saúde pública (CASSEROTTI et al., 2001; MACALUSO e DE VITO; 2004; FLECK & KRAEMER, 2006; GRANACHER et al., 2008;). A

incidência de quedas é maior em mulheres idosas do que em homens idosos, devido ao baixo nível de atividade física e podem ameaçar o estilo de vida independente destes indivíduos.

A simples adoção de um treinamento de força (TF) de forma regular e sistemática, apresenta uma redução na velocidade com que as fibras musculares se deterioram, aumenta a força absoluta e relativa, melhora o equilíbrio, e aumenta a potência do músculo, ajudando os idosos a manter sua independência em relação às AVDs, também reduzindo o risco de quedas (STURNIEKS et al., 2008).

2.1.2. Mudanças neuromusculares com o envelhecimento

Com o envelhecimento ocorre a perda gradual de motoneurônios espinais (MNs), com a subsequente degeneração dos seus axônios, devido às apoptoses neurais, reduzindo a sinalização do fator de crescimento insulínico (IGF-1), elevando assim, a quantidade de citosinas circulantes [fator de tumor necrótico (TNF)- α , TNF- β e interleucina (IL)-6] bem como as células de estresse oxidativo (AAGAARD et al., 2010).

A perda de MNs conduz a um declínio no tamanho e no número de fibras musculares (sarcopenia), resultando na diminuição do desempenho mecânico muscular (reduzindo a força máxima, potência muscular e a Taxa de Produção de Força) que comprometem a execução das AVDs (RICE et al., 2009). Estudos com autópsia de tecido muscular em idosos relataram uma redução no diâmetro e número da mielinização de axônios dos MNs da raiz ventral, com acelerada perda da espessura destes MNs.

Outro aspecto com influência na preservação de axônios á (motores) é a produção endócrina de IGF-1 com implicações importantes na prevenção e na adaptação compensatória da perda dos MNs com o processo de envelhecimento. O IGF-1 tem efeito potente na mielinização de axônios motores, apoptoses MNs, estimulação da renovação axonal e no reparo dos danos na estrutura destes axônios (AAGAARD et al., 2010).

Com o envelhecimento, a reinervação por novos neurônios é insuficiente. Essas alterações no processo neurogênico, que geralmente começam por volta dos 50 anos de

idade, explicam por que, quando a capacidade de renervação está tão diminuída, as fibras ficam totalmente denervadas e são substituídas por gordura e tecido fibroso.

As informações coletadas por LEXELL (1997) sugerem fortemente que, após os 60 anos, o músculo passa por um processo contínuo de denervação e reinervação, por uma redução acelerada, no funcionamento das unidades motoras, devido à perda das unidades motoras da medula espinal e nas fibras das raízes ventrais mielinizadas. Apesar de que, inicialmente, a reinervação possa compensar a denervação, na medida em que o processo neurogênico continua, mais e mais fibras musculares ficam permanentemente denervadas e, subseqüentemente, substituídas por gordura e tecido fibroso, como citado anteriormente.

2.1.3 Mudanças na estrutura e tamanho muscular com o envelhecimento

Hepple et al. (2003) descrevem que o envelhecimento está associado a um progressivo declínio da força muscular e da massa muscular, fenômeno este conhecido como sarcopenia. Estes efeitos deletérios do envelhecimento sobre a massa muscular são maiores em mulheres idosas, por questões hormonais e um menor padrão de atividade física do que a dos homens.

A sarcopenia afeta diretamente a arquitetura muscular, reduzindo a área de seção transversa, comprimento de fibra muscular, volume e a espessura muscular, por exemplo, o que poderá levar a mudanças nas atividades de vida diária desses idosos. Além de reduzir a capacidade de produção de força específica (força produzida por unidade de massa muscular) (NARICI *et. al.*, 2003).

Dentre os aspectos morfológicos que estão relacionados com o envelhecimento, e o processo de sarcopenia, são: a diminuição da área de seção transversa (AST) e espessura, bem como a atrofia de fibras musculares, principalmente as do tipo IIX (STURNIEKS *et al.*, 2008), responsáveis pela produção de força rápida do músculo. Estes eventos afetam especificamente a musculatura de membros inferiores, particularmente das articulações do joelho e tornozelo (FRONTERA et al., 1991).

A espessura muscular é preservada durante as cinco primeiras décadas de vida, com decréscimo de apenas 10% da massa muscular (24 a 50 anos) (FRONTERA et al., 1991). Porém entre 50 a 80 anos de idade ocorre uma diminuição adicional de 30%, entre 24 a 80

anos o decréscimo de 40% da área muscular total. Este decréscimo na função e tamanho muscular é um exemplo da perda do número de fibras musculares. Deste modo, o processo de perda da espessura e AST do músculo com o envelhecimento (sarcopenia) ocorre a uma taxa de 1,4% ao ano (DESCHENES *et al.*, 2004).

Embora o declínio no número de fibras explique principalmente a perda de massa muscular, a atrofia destas fibras também tem implicações na estrutura muscular. Diferentemente da perda no número de fibras musculares, como ocorre em igual escala em fibras rápidas e lentas, a atrofia muscular associada ao envelhecimento é específica à função do tipo de fibra. Lexell *et al.* (1986) apresentaram que as fibras rápidas tiveram uma diminuição de 26% na AST do músculo com o envelhecimento, já as fibras lentas não diferiram entre os indivíduos de 20 e 80 anos. Dessa maneira a atrofia muscular apresenta seletividade às fibras do tipo II, especialmente as do tipo IIX (miosina de cadeia pesada).

O conceito de “domínio nuclear” dentro das fibras musculares foi primeiramente proposto por Hall e Ralston (1989). Tem o conceito de que cada núcleo dentro das fibras é responsável pela manutenção de área respectiva ao citoplasma dentro da fibra. Durante a hipertrofia muscular são aderidos núcleos a uma taxa constante: presumivelmente novos domínios nucleares são adicionados ao longo das fibras. Similarmente, durante a atrofia muscular ocorre o decréscimo no número de núcleos dentro da fibra, a relação núcleo-citoplasma é mantida. A atrofia muscular também é reflexo do decréscimo de mionúcleos, deste modo o tamanho do domínio nuclear permanece constante. Isto sugere que a diminuição da AST notada nas fibras senescentes é resultado da diminuição de domínios nucleares e não do tamanho do músculo.

Entretanto, diversas evidências têm demonstrado a efetividade do treinamento de força na melhora de parâmetros estruturais e funcionais do músculo esquelético de idosos (REEVES *et al.*, 2004; NARICI *et al.*, 2005).

2.2 Treinamento de Força em Mulheres Idosas

Níveis moderados de força são imprescindíveis para transportar compras, subir escadas, usar transportes coletivos, cozinhar, assim como para várias atividades profissionais e de lazer. Além disso, a manutenção da força muscular contribui para prevenir instabilidade

articular e, possivelmente a osteoporose (PHILLIPS E HASSELL, 1995), bem como aumentar a velocidade de caminhada em idosos (FARINATTI, 2004) entre outros.

Todavia, há evidências de que grande parte dessas alterações não precisa ser considerada como decorrência inevitável do processo de envelhecimento. Efetivamente, um dos aspectos mais claros da literatura é o de que a inatividade e o sedentarismo aceleram o declínio da força. Os indivíduos que se mantêm ativos exibem melhores níveis de força estática e dinâmica, indicando que a força é uma qualidade física estreitamente ligada ao padrão de atividades realizadas habitualmente (FRONTERA et al., 1988;).

O declínio na força muscular conduz ao aparecimento de doenças crônicas devido à incapacidade dos idosos em manter suas atividades de vida diária (AVD) (FRONTERA et al., 1991). Os idosos que não desempenham uma ou mais de suas AVDs acabam correndo grande risco de perder a sua capacidade funcional muscular, podendo torna-se dependentes de outras pessoas para executar as tarefas diárias.

A simples adoção de atividade física previne o aparecimento de doenças crônicas e reduz custos com tratamentos médicos que se tornam desnecessários. O Treinamento de Força incrementa o tônus e a força muscular, e isto têm sido creditado à manutenção da independência de AVDs (BERG & LAPP, 1998). Estes efeitos deletérios do envelhecimento sobre a massa muscular são maiores em mulheres idosas, por causa de questões hormonais e um menor padrão de atividade física do que a dos homens (LAROCHE et al., 2007).

Entretanto, são poucas as publicações que abordam o TF em mulheres idosas. Porém, parece haver um consenso na literatura internacional que o TF de forma sistemática não somente em homens de meia-idade, mas também em idosas, pode aumentar substancialmente a força muscular destes indivíduos (HAKKINEN et al., 2000). E quanto aos ganhos neuromusculares, estudos preliminares com idosos apontam um aumento no potencial de ativação neural especialmente durante as semanas iniciais de um programa de TF (FIATORONE et al., 1990; PYKA et al., 1994; HARRIDGE et al., 1999; TRACE et al., 1999; TAAFE et al., 1999; HUNTER et al., 1999; HAKKINEN et al., 2001; HORTOBAGYI et al., 2001).

Estudos mostram que, assim como os jovens, os idosos submetidos ao TF possuem a capacidade de hipertrofiar seus músculos (HAKKINEN et al., 2000; LAROCHE et al., 2009;

PATERSON et al., 2007). Os incrementos na força muscular em idosos têm sido documentados quando os programas de treinamento apresentam intensidades de treino entre 50-100% de 1RM.

No trabalho de Hunter et al. (1995), em que o objetivo foi investigar a influência do número de sessões por semana (frequência) nos ganhos de força, 15 mulheres idosas foram submetidas a 16 semanas de treinamento de força com volumes diferentes de treinamento, 2 e 3 vezes por semana. Foi encontrado que não houve diferença na frequência de treinamento, em 2 e 3 sessões na semana, em relação aos ganhos de força. Os autores sugerem ainda que a realização de mais do que 2 sessões de treinamento na semana poderia submeter estes indivíduos a algum quadro de *overtraining*. Em geral, durante a fase inicial do treinamento um período curto de 8 semanas (2 sessões por semana, 3-5 séries com 50-70% de 1RM), iniciam grandes incrementos na força máxima (25%) e massa muscular (11-13%). O que sugere para o presente estudo, que um programa de treinamento de força tradicional de seis semanas, já poderia se esperar aumento na força muscular, tanto por incrementos neurais como morfológicos, mesmo que este último em menor escala.

O desenvolvimento de força muscular no Treinamento de Força Tradicional em idosos(as) é investigado já algum tempo na literatura. Hunter et al. (1999) e Harridge et al. (1999), comparando as adaptações da força máxima ao TF em homens e mulheres idosos(as) também observaram incrementos deste aspecto nestes indivíduos, porém apresentou-se um percentual maior de incremento em mulheres idosas.

Explorando o TFT em mulheres idosas Charette et al. (1991) também relataram aumento no desenvolvimento de força máxima após 12 semanas de treinamento, demonstrando novamente que, tanto mulheres, quanto homens idosos, aumentam seu desenvolvimento de força se forem submetidos ao TFT de forma regular e sistemática.

Os estudos supracitados ressaltam a idéia de que estratégias de treinamento tem de ser desenvolvidas para melhoria da qualidade de vida dos indivíduos idosos, principalmente mulheres, diminuindo assim os efeitos adversos da perda de massa muscular desta população com o processo de envelhecimento.

2.3 Qualidade Muscular

O declínio na força muscular e o processo da sarcopenia com o envelhecimento é bem descrito pela literatura, e está associado a uma diminuição nas AVDs. Sabe-se da efetividade que o treinamento de força em idosos tem contra o fenômeno da sarcopenia, pelo incremento da força muscular e por questões estruturais (hipertróficas).

A contribuição relativa de cada um dos fatores pode ser expressa pelo quociente entre força e unidade de massa muscular treinada (Qualidade Muscular). A qualidade muscular (QM), também conhecida por tensão específica, fornece uma estimativa da contribuição da hipertrofia do músculo e dos fatores neuromusculares às mudanças na força. Constituinte em uma avaliação muito importante para indivíduos idosos, já que a perda na qualidade muscular parece estar relacionada com a diminuição nas capacidades funcionais decorrentes do envelhecimento (BERG; LAPP,1998).

Para a variável força na QM, pode-se utilizar diferentes formas de avaliação, como por exemplo o pico de força de uma contração isométrica ou a força dinâmica máxima (1RM). Já para a variável que avalia a contribuição da hipertrofia do músculo (unidade de massa muscular treinada) às mudanças na força, podem ser utilizadas: volume muscular, espessura muscular e AST, do músculo (grupo muscular) que se pretende avaliar.

Em um estudo clássico de Tracy et al (1999), foi avaliado o efeito do treinamento de força na qualidade muscular dos extensores do joelho em homens e mulheres idosos. Como resultados, foram observados aumentos significativos na qualidade muscular, sugerindo uma contribuição das adaptações neuromusculares e hipertróficas à alteração na força, após nove semanas de treino.

Welle et al. (1996) investigaram o efeito do treino de força na qualidade muscular dos extensores do joelho de homens e mulheres idosas, e observaram um aumento 32% na QM em resposta ao treino de força com duração de três meses.

Para a variável força na qualidade muscular, os estudos mostram basicamente dois tipos de avaliações: isométrica ou dinâmica (1RM). Para ambas avaliações os estudos têm demonstrado incrementos significativos de até 29% na força dinâmica e de 7% na força isométrica para mulheres idosas, após um treino de força de nove semanas (TRACY,1999).

Demonstrando que a contribuição dos fatores neuromusculares e suas contribuições às mudanças na força independe da avaliação utilizada (isométrica ou dinâmica).

Em relação a melhor representação da hipertrofia musculatura treinada, para a qualidade muscular, existem duas medidas mais comuns, a AST e o volume muscular. A área muscular determinada pelo método de uma única “fatia” pode não ser representativo das mudanças que ocorrem por todo comprimento do músculo (NARICI, 1996). Nesta perspectiva, Tracy et al. (1999) observaram que após o treinamento para extensores de joelho, a hipertrofia do músculo analisado era maior na região de maior AST. E que os aumentos na AST se tornam menores quando em direção às regiões distais e proximais dos extensores do joelho em homens e mulheres idosas.

Há uma carência com relação aos estudos que avaliaram os efeitos do treinamento de força em períodos mais curtos, como o do presente estudo, de seis semanas, na qualidade muscular. Outro aspecto importante de ressaltar é a utilização de área de secção transversa e do volume muscular para representação da hipertrofia da musculatura treinada, na maioria dos estudos sobre a QM. Diferentemente do presente estudo, que utilizou a espessura muscular mensurada por ultrassonografia como representante das adaptações morfológicas, e a força máxima dinâmica (1RM) para possíveis adaptações neuromusculares em resposta ao treinamento de força.

3. METODOLOGIA

3.1 População e Amostra

3.1.1 População

A população foi composta por mulheres com idade entre 60 e 75 anos, aparentemente saudáveis, sem treinamento aeróbico ou de força sistemático por pelo menos um ano anterior ao estudo. Os critérios de exclusão foram indivíduos com histórico de doenças cardiovasculares (à exceção de hipertensão controlada), endócrinas, metabólicas e neuromusculares, além de indivíduos que estivessem sob uso de qualquer medicamento com influência no metabolismo endócrino ou neuromuscular.

3.1.2 Amostra

Os indivíduos foram selecionados e convidados a participar do projeto de extensão vinculado a Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, envolvendo um tipo de treinamento de força, divulgado por meio de jornal diário de grande circulação da cidade de Porto Alegre.

A amostra foi composta por 36 mulheres com idade entre 60 e 77 anos. Cada indivíduo foi informado sobre os procedimentos metodológicos desse estudo a partir da leitura de um termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO A), aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (nº19322).

A amostra foi dividida em dois grupos aleatoriamente:

1. Grupo Treinamento de Força Tradicional– **GTFT**.
2. Grupo Controle – **GC**.

3.2 Variáveis

3.2.1 Variáveis de Caracterização da Amostra

- Estatura (EST);
- Idade (I);
- Massa corporal (MC).

3.2.2 Variáveis Dependentes

- Força muscular dinâmica de membros inferiores (1RM).
- Espessura muscular dos extensores do joelho mensurada por ultrassonografia (EM): (Vasto Lateral (VL), Vasto Medial (VM), Vasto Intermédio (VI) e Reto da Coxa medial (RCm), Reto da Coxa distal (RCd) e Reto da Coxa proximal(RCp).
- Qualidade Muscular (QM): força/ unidade de massa muscular treinada, ou 1RM/EM.

3.2.3 Variável Independente

- Treinamento de Força Tradicional: É o tipo de treinamento que envolverá exercícios de força, em pesos livres ou em equipamentos de força, realizados para membros superiores e inferiores, com objetivo de aumento na força muscular.

3.3 Tratamento das Variáveis Independentes

O treinamento de força utilizado no projeto teve duração de seis semanas. O GTFT treinou duas vezes por semana, em dias alternados (segundas e quartas ou terças e quintas-feiras), com intensidade e volume progressivos, periodizados de forma linear (FLECK E KRAEMER, 2006). O local de treinamento dos grupos foi a sala de musculação da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EsEF-UFRGS).

A avaliação da variável independente foi realizada nos períodos pré e pós seis semanas de treinamento.

3.3.1. Treinamento de Força Tradicional (TFT)

Durante o período de seis semanas de treino foi priorizado o desenvolvimento da força resistente (FR).

Nas primeiras três semanas iniciais de treinamento, os indivíduos do grupo TFT treinaram com duas séries de 15 a 20 repetições máximas (RMs) por exercício. Já entre a 4ª e 6ª semana, os indivíduos treinaram com duas séries de 12 a 15 RMs em cada exercício (Quadro 1). Durante o treinamento a carga foi ajustada imediatamente quando os indivíduos eram capazes de realizar mais ou menos repetições do que o intervalo de repetições estabelecido, por meio de tentativa e erro. O tempo de descanso entre as séries foi de 90 a 120 segundos.

Quadro 1- Periodização das seis semanas do treinamento de força tradicional.

Semana	Séries	Intensidade	Trabalho total	Componente da força priorizada
1	2	15 - 20 RM	24 – 40 RM	FR
2	2	15 – 20 RM	24 – 40 RM	FR
3	2	15 – 20 RM	24 – 40 RM	FR
4	3	12 – 15 RM	36 – 45 RM	FR
5	3	12 – 15 RM	36 – 45 RM	FR
6	3	12 – 15 RM	36 – 45 RM	FR

No início de cada sessão de treino, os indivíduos realizavam um aquecimento em ciclo ergômetro, durante cinco minutos. Após o aquecimento, cada indivíduo realizou o treinamento propriamente dito, com os exercícios de Supino, Puxada Frontal, Remada Alta, Leg Press, Rosca bíceps, Mesa Extensora, Mesa Flexora e Tríceps Roldana (ANEXO C).

Porém pode-se dividir a rotina de treino em específico para quadríceps, com os exercícios Mesa extensores e Leg Press. E geral (para outros grupos musculares) com os exercícios de: Supino, Puxada Frontal, Remada Alta, Rosca bíceps, Mesa Flexora e Tríceps Roldana.

Os exercícios tiveram as seguintes características:

1. *execução*: cada repetição foi executada lentamente, visando à amplitude completa do movimento, com as fases concêntrica e excêntrica durando aproximadamente 2 segundos cada;

2. *respiração*: ativa, caracterizada pela inspiração durante a fase concêntrica e expiração durante a fase excêntrica, com o cuidado de evitar a execução da manobra de valsalva.

3.4 Instrumentos de Medida e Protocolos de Teste

3.4.1. Massa Corporal e Estatura

Para caracterização da amostra, a massa corporal e a estatura foram mensuradas. Foi utilizado uma balança analógica da marca ASIMED, com resolução de 0,1 kg, e um estadiômetro da marca ASIMED, com resolução de 1 mm. Inicialmente, cada indivíduo teve a sua massa corporal e a sua estatura mensuradas.

3.4.2. Força Dinâmica Máxima (1RM)

Foi realizado o teste de 1RM para membros inferiores por meio do exercício extensão de joelhos (ANEXO B). O teste de 1RM caracteriza-se pela maior carga que pode ser suportada em uma repetição de um determinado exercício (GONZÁLES-BADILLO & MEDINA, 2010; PLOUTZ-SNIDER & GIAMIS, 2001). O equipamento utilizado para tal foi a “cadeira extensora” da marca WORLD-ESCUPTOR, com resolução de 1kg. Para o controle da velocidade de movimento durante o teste, foi utilizado um metrônomo da marca QUARTZ, com resolução de 1MHz. Após a seleção da carga, cada indivíduo deveria realizar o maior número possível de repetições de cada exercício, alcançando, no máximo, 10 repetições. Após a execução do teste, conforme o número de repetições realizadas, a carga foi redimensionada a partir dos valores propostos por LOMBARDI (1989) (Quadro 1), a fim de estimar o valor correspondente a 1RM. O teste foi novamente realizado para a verificação da carga e, se esta não fosse equivalente ao máximo do indivíduo, o mesmo procedimento era repetido até que, no máximo, cinco tentativas fossem executadas (ANEXO C). Em cada tentativa, as fases concêntrica e excêntrica tiveram a duração de 2 s, cada uma (GONZÁLEZ-

BADILLO & MEDINA, 2010). Os indivíduos da amostra foram familiarizados com o exercício em pelo menos duas oportunidades anteriormente ao teste de força dinâmica máxima.

Quadro 2 – Constantes de estimativa de 1RM.

Repetições	Constantes
1	1
2	1,07
3	1,1
4	1,13
5	1,16
6	1,2
7	1,23
8	1,27
9	1,32
10	1,36

3.4.3 Espessura Muscular

3.4.3.1 Instrumento para mensuração da Espessura Muscular

A avaliação da espessura muscular (EM) foi realizada por meio de imagem obtida com aparelho de ultra-sonografia (Philips, VMI, Indústria e Comércio Ltda. Lagoa Santa, MG, Brasil), as imagens das avaliações serão obtidas em modo B.

3.4.3.2 Procedimentos metodológicos na execução das avaliações da espessura muscular (ultra-som)

A espessura muscular do RC (ABE et al., 2000), VM, VL e VI dos participantes foi avaliada antes e após o período de treinamento (ao final das seis semanas), do membro dominante.

Todos os testes foram conduzidos no mesmo dia e os participantes foram instruídos para se hidratar normalmente nas 24 horas antecedentes aos testes. As medidas foram tomadas três - cinco dias após a última sessão de treinamento para evitar o inchaço da musculatura que pode contribuir para o erro na medição da espessura do músculo. Durante

este tempo, os participantes foram instruídos a não participar de qualquer outra sessão de exercício ou atividade intensa.

Durante a avaliação os sujeitos permaneceram deitados com o membro avaliado estendido e relaxado. Um transdutor com 7,5MHz foi posicionado sobre o músculo avaliado de modo perpendicular. Para a aquisição da imagem foi utilizado gel a base de água que promove um aumento do contato acústico sem a necessidade de causar pressão sobre a pele. O posicionamento da sonda foi a mesma adotada em estudos anteriores (CHILIBECK et al., 2004). Este local se constituiu no ponto médio (PM) da inserção proximal e distal aproximado do músculo RC (medida entre a borda superior da patela e a espinha íliaca antero inferior) e 5 cm acima e abaixo do PM deste músculo, VL será o PM entre o côndilo lateral do fêmur e o trocanter maior e o VM, 30% da distância paralela da medida do VL.

Uma vez que o técnico detectava a qualidade da imagem produzida, a imagem do monitor era congelada. Com a imagem congelada, um cursor foi utilizado para medir a espessura muscular, que foi tomada como a distância a partir do tecido adiposo subcutâneo, interface muscular para interface músculo-osso (ABE et al., 2000). A reprodutibilidade das medições da espessura do músculo foi determinada em dois dias separados.

3.4.4 Qualidade Muscular (QM)

A qualidade muscular (QM) fornece uma estimativa da contribuição da hipertrofia do músculo e dos fatores neuromusculares às mudanças na força. Ela pode ser expressa pela força sobre a unidade de massa muscular treinada, não tendo medida específica. Neste caso, a QM foi resultado do valor da força dinâmica máxima (1RM), dividido pelo valor da espessura muscular dos músculos avaliados.

A avaliação da QM foi feita em dois momentos: pré e pós as seis semanas de treino, e foi determinada a partir da seguinte equação:

$$QM = \text{Valor de 1RM (kg)} / \text{Valor de Espessura Muscular (mm)}$$

3.5 Análise Estatística

A análise estatística dos dados foi realizada primeiramente por meio do teste exploratório Kolmogorov-Smirnov afim de verificar a normalidade das variáveis em estudo. Para verificar a diferença entre os valores médios pré e pós-treinamento de todas as variáveis estudadas se recorreu a uma análise de medidas repetidas Anova. Adicionalmente, para verificar a magnitude da diferença entre os valores médios do pré e pós treinamento (delta relativo= $\text{delta absoluto} \times 100 / \text{valor pré experimento}$) entre o grupo controle e experimental recorreu-se ao teste t para medidas independentes. Todas as análises foram realizadas através do pacote estatístico *Statistical Package to Social Sciences* SPSS versão 17.0. Considerou-se um valor de significância alfa $< 0,05$.

4. RESULTADOS

A seguir estão as tabelas com os resultados das variáveis: caracterização da amostra, 1RM, Espessura Muscular e Qualidade Muscular.

4.1 Caracterização da Amostra

Tabela 1 – Caracterização da Amostra

(n= 36)

Idade (anos)	65 ± 4,5
Massa Corporal (kg)	69 ± 13,6
Altura (cm)	158 ± 6,2

Valores = M±DP;

Os indivíduos da amostra estudada apresentaram idade entre 60 e 79 anos (65 ± 4,5), estatura entre 152 e 163 cm (158 ± 6,2) e massa corporal entre 56 e 82 kg (69±13,6).

4.2 Valores de 1RM pré e pós seis semanas de treino

Tabela 2 – 1RM (kg) pré e pós treino

GTFT (n=29)		GC (n=7)	
Pré	Pós	Pré	Pós
41,6 ± 9,1	57,1 ± 16,9*	37,8 ± 8	36,4 ± 8,5

Valores = M±DP; 1RM: 1 Repetição Máxima; * Diferença estatisticamente significativa entre os valores médios pré e pós (p<0,05).

O programa de treinamento resultou em incrementos significativos nos valores médios de 1RM para o GTFT (p<0,05). Sendo este incremento correspondente a 39%. O

valor de 1RM do período pós do GTFT é significativamente maior ($p < 0,05$) do que os apresentados pelo GC para o mesmo período. O GC não apresentou incremento nesta variável, uma vez não houve diferença significativa para as médias pré e pós.

4.3 Espessura muscular pré e pós seis semanas de treino

Tabela 3 – Espessura Muscular (mm) do VI, VL, VM, RCm, RCp e RCd pré e pós

	GTFT		GC		GTFT $\Delta\%$
	Pré	Pós	Pré	Pós	
VI (n=27)	13,88 \pm 0,82	14,73 \pm 0,82 *	13,35 \pm 1,39	13,3 \pm 1,31	7,1*
VM (n=29)	13,5 \pm 0,8	14,38 \pm 0,75*	17,34 \pm 1,57	17,15 \pm 1,44	8,8*
VL (n=29)	18,66 \pm 0,7	19,17 \pm 0,7*	17,87 \pm 1,47	17,94 \pm 1,46	2,9*
RCm (n=29)	17,36 \pm 0,52	18,1 \pm 0,54*	18,44 \pm 1	18,24 \pm 0,92	4 *
RCp (n=29)	18,71 \pm 0,73	19,6 \pm 0,67*	21,94 \pm 1,48	21,72 \pm 1,56	5,9
RCd (n=29)	13,37 \pm 0,57	14,05 \pm 0,59*	16,3 \pm 1,52	16,01 \pm 1,41	5 *

Valores= $M \pm DP$; * Diferença estatisticamente significativa para os valores pré e pós; $\Delta\%$ (% de incremento) = $(\Delta \text{absoluto} \times 100 / \text{valor pré})$.

Podemos observar que o programa de treinamento de força resultou em incrementos significativos, no pós quando comparado com o período pré, nos valores médios de EM para todos os músculos no GTFT. Quando analisado os valores médios do delta percentual entre o período pré e pós, do grupo experimental, verificou-se um aumento significativo da EM nos valores médios de todos os músculos, com exceção do RCp. O delta relativo do RCm, para o GTFT foi de 4%, e o do RCd de 5%. Para o VI, VM e VL, os deltas relativos foram de 7,1%, 8,8% e 2,9% respectivamente. Enquanto que no GC, como esperado, não houve diferença significativa, nem para as médias pré e pós, como para o delta percentual.

4.4 Qualidade Muscular pré e pós seis semanas de treino

Tabela 4 – Qualidade Muscular (kg/mm) do VI, VL, VM, RCm, RCp e RCd pré e pós treino

	GTFT		GC		GTFT Δ%
	Pré	Pós	Pré	Pós	
VI (n=27)	3,47±0,32	4,09±0,28 *	3,03±0,39	3,04±0,39	25*
VM (n=29)	3,63 ±0,3	4,35 ±0,35 *	2,25 ±0,2	2,22 ±0,3	22*
VL (n=29)	2,39 ± 0,1	3,04±0,17 *	2,16 ± 0,16	2,11 ± 0,24	29*
RCm (n=29)	2,59±0,15	3,21±0,18 *	2,09±0,19	2,04±0,24	27 *
RCp (n=29)	2,45 ±11	2,99 ±3*	1,75 ±0,43	1,75 ±0,64	27*
RCd (n=29)	3,43 ±0,22	4,23 ±0,26*	2,49 ±0,35	2,47 ±0,44	26 *

Valores= M±DP; * Significância pós para o pré; Qualidade Muscular= 1RM/EM do músculo; Δ A= delta absoluto (valor pós – valor pré); Δ % (%de incremento) = (Δabsoluto x 100/valor pré).

Podemos observar que o programa de treinamento de força resultou em incrementos significativos, no pós quando comparado com o período pré, nos valores médios da qualidade muscular para todos os músculos no GTFT.

Ao analisarmos os valores médios do delta relativo verificamos um aumento estatisticamente significativo nos valores médios da qualidade muscular para todos os músculos. Para o VI um delta de 25%, e 22% para o VM. No VL foi encontrado um delta de 29% para grupo experimental após as seis semanas de treinamento ($p < 0,05$), e para a QM do RCm , RCp e RCd um delta de 27,27 e 26%, respectivamente.

Enquanto que no GC, como esperado, não houve diferença significativa, nem para as médias pré e pós, como para o delta relativo.

4.5 Espessura Muscular Extensores do Joelho pré e pós seis semanas de treino

Tabela 5 – Espessura Muscular (mm) dos Extensores do Joelho pré e pós treino

GTFT (27)		GC (7)		GTFT Δ %
Pré	Pós	Pré	Pós	
16,04±0,52	16,77±0,51 *	16,75±1,17	16,66±1,09	4,8*

Valores= M±DP; *Diferença estatisticamente significativa para valores médios pós para o pré; EM extensores do joelho=EM VI+EM VM +EM VL + RCm/4; Δ A= delta absoluto (valor pós – valor pré); Δ % (% de incremento) = (Δabsoluto x 100/valor pré).

O programa de treinamento resultou em incrementos significativos nos valores médios de Espessura Muscular dos Extensores do Joelho para o GTFT. Na Tabela 5, ao analisarmos os valores do delta relativo verificamos um aumento estatisticamente significativo de 4,8% na EM extensores do joelho após as seis semanas de treinamento. ($p < 0,05$). Enquanto que no GC, como esperado, não houve diferença significativa, nem para as médias pré e pós, como para o delta relativo.

4.6 Qualidade Muscular dos Extensores do Joelho

Tabela 6 – Qualidade Muscular (kg/mm) dos Extensores do Joelho pré e pós treino

GTFT (27)		GC (7)		GTFT
Pré	Pós	Pré	Pós	$\Delta\%$
2,59±0,1	3,4±0,19 *	2,3±0,19	2,26±0,29	32*

Valores= $M \pm DP$; * Diferença estatisticamente significativa para os valores médios de pós para o pré; Qualidade Muscular extensores do joelho= 1RM/EM extensores do joelho; ΔA = delta absoluto (valor pós – valor pré); ΔR = delta relativo= % de incremento (Δ absoluto x 100/valor pré).

O programa de treinamento resultou em incrementos significativos nos valores médios de Qualidade Muscular dos Extensores do Joelho para o GTFT. Na Tabela 6, ao analisarmos os valores médios do delta relativo, verificamos um incremento de 32% na QM dos extensores do joelho após as seis semanas de treinamento. ($p < 0,05$). Enquanto que no GC, como esperado, não houve diferença significativa, nem para as médias pré e pós, como para o delta relativo.

5. DISCUSSÃO

O objetivo principal deste estudo foi avaliar e comparar os efeitos pré e pós de um treinamento de força tradicional de seis semanas na Qualidade Muscular (QM= 1RM/espessura muscular) em mulheres idosas. Sabendo que os ganhos iniciais na produção de força em resposta ao treinamento de força são basicamente por questões neuromusculares e não morfológicas (hipertróficas), era de se esperar então que o comportamento da qualidade muscular do grupo muscular extensor do joelho, avaliada no presente estudo, também apresentasse alterações após um treinamento de força tradicional de seis semanas.

Dentre os objetivos específicos está a avaliação da força dinâmica (1RM). Na avaliação da força, tem-se que o programa de treinamento resultou em incrementos significativos nos valores de 1 RM para o GTFT. O grupo experimental teve incremento de 39% no 1RM de extensão de joelhos após as seis semanas de treinamento ($p < 0,05$; Tabela 2). Estes resultados corroboram os reportados no estudo de Tracy et al. (1999), que encontrou incrementos de 29% na força dinâmica (1RM) dos extensores do joelho após um treino de força de nove semanas.

O TF de forma sistemática, em idosos(as), pode aumentar substancialmente a força muscular destes indivíduos. Fato já observado por Hakkinen et al. (2000). Em relação aos ganhos neuromusculares, estudos preliminares com idosas apontam um aumento no potencial de ativação neural especialmente durante as semanas iniciais de um programa de TF (FIATORONE et al., 1990; PYKA et al., 1994; HUNTER et al., 1999; TAAFE et al., 1999; TRACE et al., 1999; HARRIDGE et al., 1999; HORTOBAGYI et al., 2001).

Assim, após seis semanas de um treinamento de força tradicional, os incrementos na força dinâmica máxima dos extensores do joelho, apresentados pelo grupo que treinou (GTFT), parecem ter sido ocasionados também por questões neuromusculares, sugerindo que as adaptações neuromusculares têm papel importante nos ganhos da força iniciais.

Outro objetivo específico era com relação às adaptações morfológicas (hipertróficas). Pode-se observar que o programa de treinamento de força resultou em incrementos

significativos após o período de treino nos valores de Espessura Muscular para todos os músculos no GTFT (Tabela 3).

Em relação ao percentual de incremento na EM, foram observados valores significativos para todos os músculos, no grupo GTFT, com exceção do RCp. Para a EM do RCm e do RCd, o delta percentual foi de 4% e 5%, respectivamente. Para a EM do VI, o percentual de incremento foi de 7,1% e da EM do VM e VL, o incremento foi de 8,8% e 2,9%, respectivamente, para o GTFT ($p < 0,05$).

Em resposta ao Treinamento de Força, idosos possuem a capacidade de hipertrofiar seus músculos (HAKKINEN *et al.*, 2000). Diversas evidências têm demonstrado a efetividade do treinamento de força na melhora de parâmetros estruturais do músculo esquelético de idosos (REEVES *et al.*, 2004; NARICI *et al.*, 2005). O treinamento de força leva a ganhos estruturais, como por exemplo, a espessura muscular (hipertrofia), incrementando tônus e força muscular (BERG e LAPP, 1998). Como pode ser observado no presente estudo, em que após um período de seis semanas de treinamento de força tradicional, a espessura muscular apresentou um incremento significativo nos músculos RCm, RCd, VI, VM e VL.

Sendo a qualidade muscular (QM) expressa por força pela unidade de massa muscular treinada, era de se esperar que, como a força e a espessura tinham apresentado incrementos após o período de treino, a qualidade muscular também apresentasse aumentos. E foi o que se observou no presente estudo. Que a QM de todos os músculos, para o GTFT, apresentou um percentual de incremento significativo após o período de treino.

O incremento, para o GTFT, da QM do VL foi 29% e do VI e VM de 25% e 22%, respectivamente. Para o RCm e RCp o delta percentual foi de 27% e para o RCd de 26%. Sendo todos os incrementos (%) estatisticamente significativos ($p < 0,05$). Assim, pode-se observar que o programa de treinamento de força resultou em incrementos significativos nos valores de Qualidade Muscular dos indivíduos do GTFT.

Foi avaliado também a EM e a QM do grupo muscular dos extensores do joelho como um todo, não isolado por músculo. Para EMext. foi feita uma média dos valores das espessuras do $VI+VL+VM+RCm/4$. O programa de treinamento resultou em incrementos significativos nos valores de Espessura Muscular dos Extensores do Joelho para o GTFT. O

grupo experimental apresentou um incremento significativo de 4,8% na EM extensores do joelho após o período de treino de seis semanas ($p < 0,05$).

Para a Qualidade Muscular dos Extensores do Joelho, o programa de treinamento resultou em incrementos significativos para o GTFT. O grupo experimental teve um delta percentual de 32% na QM extensores do joelho após as seis semanas de treinamento. ($p < 0,05$). Esse resultado é semelhante com o encontrado por Welle et al.(1996), que observou um incremento de 32% na QMext. do joelho de idosos após um período de 15 semanas, com a única diferença que ele utilizou AST como parâmetro morfológico do músculo.

No estudo clássico de Tracy et al. (1999), em que ele avaliaram a QMext. do joelho pelo volume muscular, foi relatado, em mulheres idosas, um incremento de 16% após o treino de força.

Por ainda ser um assunto novo, uma dificuldade encontrada na discussão foi a carência com relação aos estudos que avaliaram os efeitos do treinamento de força em períodos mais curtos, como o do presente estudo, de seis semanas, na espessura muscular de cada um dos músculos dos extensores de joelho, e da espessura do grupo como um todo além de claro, na qualidade muscular. Outro aspecto importante de ressaltar é a utilização de área de secção transversa e do volume muscular para representação da hipertrofia da musculatura treinada, na maioria dos estudos sobre a QM. Diferentemente do presente estudo, que utilizou a espessura muscular como representante das adaptações morfológicas em resposta ao treinamento de força.

6. CONCLUSÃO

O processo de sarcopenia oriunda do envelhecimento altera a arquitetura muscular, levando a redução da espessura muscular e do comprimento da fibra, por exemplo. Ações que busquem uma alteração na estrutura do sistema muscular (ou da arquitetura muscular) no sentido contrário àquelas decorrentes do processo de envelhecimento são, portanto, fundamentais.

A justificativa para o Treinamento de Força em idosos é que o TF leva a alterações neuromusculares e estruturais. Dentre elas estão: o aumento da força muscular, a redução da velocidade com que as fibras musculares se deterioram, a hipertrofia muscular, o aumento da força absoluta e relativa, e o aumento da potência do músculo. Tudo muito importante para um idoso.

Dentre as avaliações para observar as alterações causadas pelo TF está a Qualidade Muscular. Na QM alterações neuromusculares e morfológicas estão interligadas, uma vez que ela se refere à força por unidade de massa muscular treinada.

No presente estudo foi possível avaliar os efeitos do treinamento de força de seis semanas na Qualidade Muscular, a partir, das avaliações da espessura muscular e do teste de força dinâmica máxima (1RM) para os extensores do joelho, e das comparações dos valores encontrados feitas entre o período pré e pós treino. Os resultados encontrados no presente estudo demonstraram que após um período curto de treinamento de força tradicional, seis semanas, é possível observar alterações neuromusculares, pelo incremento da força muscular dinâmica (1RM), e morfológicas (hipertróficas), pelo aumento da espessura muscular de cada um dos músculos dos extensores do joelho, e dos extensores como um todo, em mulheres idosas. Alterando a QM, que teve incrementos significativos após o período de treino.

Em conclusão, o presente estudo demonstra que o treinamento de força tradicional de seis semanas altera a QM dos extensores de joelho de mulheres idosas, a partir tanto de alterações neuromusculares como morfológicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAGAARD, P.; SUETTA, C.; CASEROTTI, P.; MAGNUSSON, S.P.; KJAER, M. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. *Scand. J. Med. Sci. Sports*. 20: 49-64, 2010.

ABE, T.; DEHOYOS, D.V.; POLLOCK, M.L.; GARZARELLA, L. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. *Eur. J. Appl. Physiol*. 81: 174 – 180, 2000.

BERG, W.P.; LAPP, B.A. The effect of practical resistance training intervention on mobility in independent, community dwelling older adults. *J. Aging Phys. Act*. 6:18–35. 1998.

CHARETTE, S.L.; MCEVOY, L.; PYKA, G.; SNOW-HATER, C.; GUIDO, D.; WISWELL, R.A.; MARKUS, R. Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. *J. Appl. Physiol*. 70: 1912–1916, 1991.

CHILIBECK, P.D.; STRIDE, D.; FARTHING, J.P.; BURKE, D.G. Effect of creatine ingestion after exercise on muscle thickness in males and females. *Med. Sci. Sports Exerc*. 36: 1781 – 1788, 2004.

DESCHENES, M.R. Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med*. 34(12): 809-24, 2004.

FARINATTI, P.; LOPES, L. A multivariate analysis of the correlation between step length-pacing and muscular fitness components in elder subjects. *Rev Bras Med Esporte*. 10 (5): 389-394, 2004.

FIATARONE, M.A.; MARKS, E.C.; RYAN, N.D.; MEREDITH, C.N.; LIPSITZ, L.A.; EVANS, W.J. High-intensity strength training in nonagenarians: Effects on skeletal muscle. **J. Am. Med. Assoc.** 263: 3029-3034. 1990.

FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. **Designing Resistance Training Programs**. Third edition, Champaign, Human Kinetics, 2006.

FRONTERA, W.R.; HUGHES, V.A.; LUTZ, K.J; AND EVANS, W.J. A cross sectional study of muscle strength and mass in 45 to 78 year old men and women. **J. Appl. Physiol.** 71:644–650. 1991.

FRONTERA, W.R.; HUGHES, V.A.; LUTZ, K.J; AND EVANS, W.J. A cross sectional study of muscle strength and mass in 45 to 78 year old men and women. **J. Appl. Physiol.** 71:644–650. 1991.

GONZÁLEZ-BADILLO, J.J.; SÁNCHEZ-MEDINA, L. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. **Int. J. Sports Med.** 27, 2007.

GRANACHER, U.; ZAHNER, L.; GOLLHOFER, G. Strength, power, and postural control in seniors: Considerations for functional adaptations and for fall prevention. **Eur. J. Sport Sci.** 8(6): 325-340, 2008.

HÄKKINEN, K.; ALEN, M. KALLINEN, M. Muscle CSA- force production, and activation of leg extensors during isometric and dynamic actions in middle-aged and older people. **JAPA** 6: 232–247, 1998a.

HÄKKINEN, K.; ALEN, M.; KALLINEN, M.; NEWTON, R.U.; KRAEMER, W.J. Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and restrength- training in middle-aged and elderly people. **Eur. J. Appl. Physiol.** 83: 51 – 62, 2000.

HAKKINEN, K.; KALLINEN, M.; IZQUIERDO, M.; JOKELAINEN, K; LASSILA, H.; MÄLKIÄ, E.; KRAEMER, W.J.; NEWTON, R.U.; ALEN, M. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. **J. Appl. Physiol.** 84(4):1341–1349, 1998b.

HÄKKINEN, K.; PAKARINEN, A. Serum hormones and strength development during strength training in middle-aged and elderly males and females. **Acta Physiol. Scand.** 150: 211-219, 1994.

HALL, Z.W.; RALSTON, E. Nuclear domains in muscle cells. **Cell.** 59: 771-2, 1989.

HARRIDGE, S.D.; KRYGER, A.; STENSGAARD, A. Knee extensor strength, activation, and size in very elderly people following strength training. **Musc. Nerve.** 22: 831-839. 1999.

HARVEY, A.; BAKER, S. Fall injuries in the elderly. **Clinical Geriatric Medicine.** 1: 501-512, 1985.

HEPPLER, R. T. Sarcopenia--A Critical Perspective. **Science of Aging Knowledge Environment.** 2003 (46): p.pe31-, 2003.

HORTOBAGYI, T.; TUNNEL, D.; MOODY, J.; BEAM, S.; DE VITA. Low- or high-intensity strength training partially restores impaired quadriceps force accuracy and steadiness in aged adults. **J. Gerontol.** 56A:B38–B47. 2001.

HUNTER, G.R.; TREUTH, M.S.; WEINSIER, R.L.; KEKES-SZABO, T.; KELL, S.H.; ROTH, D.L.; NICHOLSON, C. The effects of strength conditioning on older womens ability to perform daily tasks. **J. Am. Geriatr. Soc.** 43:756–760. 1995.

HUNTER, S.K.; THOMPSON, M.W.; RUELL, P.A.; HARMER, A.R.; THOM, J.M.; GWINN, T.H.; ADAMS, R.D. Human skeletal sarcoplasmic reticulum Ca_{2+} uptake and muscle function with aging and strength training. **J. Appl. Physiol.** 86:1858–1865. 1999.

LEXELL J. Evidence for nervous system degeneration with advancing age. *The Journal of Nutrition*. 127:1011- 1013, 1997.

LOMBARDI, V. P. *Beggining weight training: the safe and effective way*. Dubuque, 1989.

MACALUSO, A.; DE VITO, G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *Eur. J. Appl. Physiol*. 91: 450–472, 2004.

NARICI, M. V. e MAGANARIS, C. N. Adaptability of elderly human muscles and tendons to increased loading. *Journal of Anatomy*. 208(4):433-43, 2006.

NARICI, M. V., *et al.* Effect of aging on human muscle architecture. *Journal of Applied Physiology*. 95 (6): 2229-34, 2003.

PATERSON, D.H.; JONES, G.R.; RICE, C.L. Ageing and physical activity: evidence to develop exercise recommendations for older adults. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 32(S2E): S69-S108, 2007.

PHILLIPS, W.; HASKELL W. Easing the burden of disability for elderly adults. *Journal Aging and Physical Activity*. 3: 261-289, 1995.

PYKA, G.; LINDERBERGER, E.; CHARETTE, S.L.; MARKUS, R. Muscle strength and fiber adaptations to a year-long resistance training program in elderly men and women. *J. Gerontol*. 49: 22–27, 1994.

REEVES, N. D., NARICI, M. V. e MAGANARIS, C. N. Effect of resistance training on skeletal muscle-specific force in elderly humans. *Journal of Applied Physiology*. 96 (3):885-92, 2004a.

REEVES, N. D., NARICI, M. V. e MAGANARIS, C. N. In vivo human muscle structure and function: adaptations to resistance training in old age. ***Experimental Physiology***. 89(6):675-89, 2004b.

RIKLI, R.E.; JONES, C.J. Development and Validation on of a Functional Fitness Test for Community- Residing Older Adults. ***J. Aging Phys. Activ.*** 7: 129-161, 1999.

SKELTON, D. A. e BEYER, N. Exercise and injury prevention in older people. ***Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports***. 13:77, 2003.

STURNIEKS, D.L.; ST GEORGE, R.; LORD, S.R. Balance disorders in the elderly. ***Neurophys. Cliniq. Clin. Neurophysiol.*** 38(6): 467-78, 2008.

TAAFFE, D.R.; DURET, C.; WHEELER, S.; MARCUS, R. Once-weekly resistance exercise improves muscle strength and neuromuscular performance in older adults. ***J. Am. Geriatr. Soc.*** 47:1208–14, 1999.

TRACY, B.L.; IVEY, F.M.; HURLBUT, D.; MARTEL, G.F.; LEMMER, J.T.; SIEGEL, E.L.; METTER, E.J.; FOZARD, J.L.; FLEG, J.L.; HURLEY, B.F. Muscle quality. II. Effects of strength training in 65- to 75-yr-old men and women. ***J. Appl. Physiol.*** 86:195–201. 1999.

WELLE, S., TOTTERMAN, S., THORNTON, C. Effect of age on muscle hypertrophy induced by resistance training. ***J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.*** 51: 270 – 275, 1996.

ANEXOS

ANEXO A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido:

Eu entendo que participarei como sujeito do estudo intitulado “**EFEITOS DE TRÊS DIFERENTES TIPOS DE TREINAMENTO DE FORÇA NAS ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES E MORFOLÓGICAS NO DESEMPENHO DE CAPACIDADES FUNCIONAIS EM MULHERES IDOSAS**”, que envolverá a avaliação da composição corporal, da força máxima dinâmica em exercícios musculação, do torque muscular isométrico, ativação muscular e força reativa de membros inferiores.

Eu entendo que todos esses testes serão realizados antes e após um treinamento físico de 12 semanas, envolvendo exercícios de treinamento de força (musculação), entendendo que serei submetido a duas sessões por semana durante esse período. Entendo que os testes que realizarei são parte desse estudo e terão a finalidade de investigar comparativamente as adaptações de diferentes tipos de treinamento de força.

Eu, por meio desta, autorizo Ronei Silveira Pinto, Cleiton Silva Corrêa, bolsistas ou profissionais selecionados para realizar os seguintes procedimentos:

- a. Aplicar-me um treinamento de musculação, durante 12 semanas, 2 vezes por semana.
- b. Aplicar-me um teste de força dinâmica máxima, envolvendo grupos musculares de membros inferiores antes e após o período de treinamento físico.
- c. Aplicar-me testes de torque isométrico, isocinético e testes funcionais antes e após 12 semanas de treinamento (ANEXO B).

Eu entendo que, nos testes de força dinâmica:

Estão envolvidos os seguintes riscos e desconfortos: dor e cansaço muscular temporário.

Eu entendo que, no teste de força isométrica:

1. Estão envolvidos os seguintes riscos e desconfortos: dor e cansaço muscular temporário.
2. Terei parte da região da coxa depilados com gilete descartável, e a pele limpa por abrasão feita com algodão umedecido em álcool gel, com a finalidade de colocar os eletrodos de medida da ativação muscular.
 - a. Os procedimentos expostos acima têm sido explicados para mim por Ronei Silveira Pinto e/ou seus orientandos, Cleiton Silva Correa e bolsistas selecionados;
 - b. Eu entendo que Ronei Silveira Pinto e/ou seus orientandos, Cleiton Silva Corrêa e bolsistas e professores, irão responder qualquer dúvida que eu tenha em qualquer momento relativo a esses procedimentos;

c. Eu entendo que todos os dados relativos à minha pessoa irão ficar confidenciais e disponíveis apenas sob minha solicitação escrita. Além disso, eu entendo que no momento da publicação, não irá ser feita associação entre os dados publicados e a minha pessoa;

d. Eu entendo que não há compensação financeira pela minha participação neste estudo;

e. Eu entendo que posso fazer contato com o orientador do estudo Professor Doutor Ronei Silveira Pinto (51-84672441), com o autor do estudo Cleiton Silva Correa (51-93589414), para quaisquer problemas referentes à minha participação no estudo ou se eu sentir que há uma violação dos meus direitos, por meio do telefone (051) 3308-5894. Além disso, posso entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Rio Grande do Sul (CEP-UFRGS) pelo telefone (051) 3308-3629.

f. Eu entendo que a qualquer instante durante o testes, eu tenho o direito de me recusar a prosseguir com os mesmos.

g. Eu entendo que todos os procedimentos a que serei submetido serão conduzidos por profissionais, professores ou bolsistas com experiência prévia em todos os procedimentos.

h. Eu entendo que estará disponível no laboratório e no local de treinamento uma linha telefônica para a Assistência Médica de Emergência (51- 3331-0212).

Porto Alegre _____ de _____ de 2004.

Participante:

Nome completo: _____

Assinatura do sujeito (participante): _____

Assinatura do pesquisador: _____

ANEXO C: Sessão de Treinamento de Força Tradicional (TFT).

EXERCÍCIOS	SÉRIES/ REPETIÇÕES						CARGA					
Supino												
<i>Leg Press</i>												
Remada alta												
Puxada frontal												
Rosca tríceps												
Mesa extensora												
Rosca <i>Scott</i>												
Mesa flexora												
Tríceps Roldana												