

EFEITOS NO ENVELHECIMENTO, DO NÍVEL DE ATIVIDADE  
FÍSICA E DO TREINAMENTO COM EXERCÍCIOS RESISTIDOS  
SOBRE A FORÇA MUSCULAR MÁXIMA DIFERENCIADA ENTRE  
MEMBROS SUPERIORES E INFERIORES EM MULHERES

LEANDRO FERREIRA

Dissertação apresentada ao Instituto de  
Biotecnologia do Campus de Rio Claro,  
Universidade Estadual Paulista, como  
parte dos requisitos para obtenção do  
título de Mestre em Ciências da  
Motricidade (Área de Biodinâmica da  
Motricidade Humana)

RIO CLARO  
Estado de São Paulo - Brasil  
Maio de 2005

EFEITOS NO ENVELHECIMENTO, DO NÍVEL DE ATIVIDADE  
FÍSICA E DO TREINAMENTO COM EXERCÍCIOS RESISTIDOS  
SOBRE A FORÇA MUSCULAR MÁXIMA DIFERENCIADA ENTRE  
MEMBROS SUPERIORES E INFERIORES EM MULHERES

LEANDRO FERREIRA

Orientador: PROF. DR. SEBASTIÃO GOBBI

Co-Orientador: PROF. DR JOSÉ LUIZ RIANI COSTA

Dissertação apresentada ao Instituto de  
Biotecnologia do Campus de Rio Claro,  
Universidade Estadual Paulista, como  
parte dos requisitos para obtenção do  
título de Mestre em Ciências da  
Motricidade (Área Biodinâmica da  
Motricidade Humana)

RIO CLARO

Estado de São Paulo - Brasil

Maio de 2005

*Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais Gervásio e Maria Terezinha e, aos meus irmãos Claudinei e Josiane; que juntos formam o alicerce de minha estrutura pessoal, profissional e espiritual.*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos Mestres;

especialmente aos professores Dr. Sebastião Gobbi e Dr. José Luiz Riani Costa, orientador e co-orientador, respectivamente, desse trabalho. Pelos ensinamentos, responsabilidades, confiança e amizade depositados em mim.

Ao Prof. Dr. Eduardo Kokubun pela amizade e pelas inúmeras contribuições acrescentadas ao estudo.

A Profa. Dra. Lílian Teresa Bucken Gobbi pela amizade, por sua sempre disposição em solucionar todas as nossas dúvidas e, pelo seu esforço e sucesso em elevar o conceito do Programa de Pós-graduação em Ciências da Motricidade – IB – UNESP – Campus de Rio Claro.

Aos Profs. Drs. Vilmar Baldissera (UFSCar) e José Luiz Riani Costa pelas contribuições acrescentadas ao estudo.

Às voluntárias e amigas;

mulheres do PROFIT, da comunidade, do convívio universitário que, por sua disposição tornaram esse estudo possível. Contribuíram ainda mais para o aperfeiçoamento dessa área de conhecimento e, se tornaram minhas grandes amigas.

Aos amigos;

companheiros de laboratório, PROFIT, morada e convívio social. A todos aqueles que, mesmo eu não citando os nomes, sabem do valor e da contribuição que ofereceram para esse trabalho e seu respectivo autor.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq);

pelo apoio financeiro que me proporcionou dedicar integralmente ao Programa de Mestrado.

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi analisar a influência do nível de atividade física e do treinamento com exercícios resistidos sobre a força muscular máxima em mulheres, com o envelhecimento. Participaram do estudo 72 mulheres divididas em dois grupos Grupo Jovem (GJ) e Grupo Terceira Idade (GTI), respectivamente com as seguintes características (n=38 e 34; idade =  $23,08 \pm 2,8$  e  $60,67 \pm 7,16$  anos; estatura =  $163,0 \pm 6,0$  e  $159,0 \pm 5,0$  cm; peso corporal =  $57,75 \pm 7,51$  e  $70,72 \pm 12,48$  kg; gordura corporal =  $24,55 \pm 5,06$  e  $43,02 \pm 4,6$  %). Todas essas medidas apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) entre os grupos. Os dois grupos responderam um Recordatório Adaptado das Atividades Diárias (RAD), para discriminar o nível de atividade física e intensidade subjetiva de esforço de membros superiores (RAD 1); inferiores (RAD 2); sem predomínio (RAD 3); e em repouso (RAD 4). Para verificar o efeito do treinamento com exercícios resistidos, o GTI participou de um treinamento de força de 12 semanas, com avaliações (pré e pós) da força máxima (teste de 1-RM) dos músculos flexores e extensores de membros superiores e inferiores. Foram observados os seguintes resultados: a) níveis de atividade expressos em unidades de tempo (UT): os GJ e GTI, respectivamente, e com diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,01$ ): RAD 1 ( $79,24 \pm 24,08$  e  $135,33 \pm 14,57$  UT); RAD 2 ( $30,55 \pm 18,57$  e  $10,00 \pm 6,19$  UT); RAD 3 ( $11,61 \pm 11,97$  e  $3,15 \pm 3,60$ ) e; RAD 4 ( $166,61 \pm 22,27$  e  $139,45 \pm 16,35$ ). b) níveis de intensidade de esforço: O GJ

relatou maiores níveis de intensidade subjetiva de esforço (NISE), em RAD1, RAD2 e RAD3 ( $p>0,01$ ); c) efeito do treinamento sobre a força máxima: foram encontrados, respectivamente, ganhos ( $p<0,01$ ) médios de 15,82 % e 18,06 % para extensores e flexores do braço e de 36,69 % e 34,13 % para extensores e flexores da perna; os ganhos não foram diferentes entre flexão e extensão do mesmo membro; houve ganho significativo ( $p<0,01$ ) entre os membros superiores e inferiores, tanto na extensão quanto na flexão; d) relação entre nível de atividade física e força máxima: foram encontradas diferenças significativas entre: RAD 2 e a força inicial dos extensores da perna ( $r=0,37$ ;  $p<0,05$ ); força inicial e ganho de força também dos extensores da perna ( $r=0,49$ ;  $p<0,01$ ) e; RAD 2 e ganho de força dos extensores da perna ( $r=-0,64$ ;  $p<0,01$ ). A interpretação desses resultados conduz à conclusão que o menor nível de atividade física de membros inferiores contribui para explicar tanto o maior declínio da força desses membros com o envelhecimento, quanto os maiores ganhos de força muscular máxima para estes membros.

**Palavras-chaves:** Envelhecimento, atividade física, membros superiores e inferiores, força.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE APÊNDICES.....	vii
LISTA DE ANEXOS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE QUADROS.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. OBJETIVOS	
2.1 Objetivo Geral.....	11
2.2 Objetivos específicos.....	11
3. REVISÃO DE LITERATURA	
3.1 Níveis de atividade física e intensidade durante o envelhecimento.....	13
3.2 Força e envelhecimento.....	18
3.3 Diferentes efeitos do envelhecimento ou fatores a ele associados, nos músculos de membros superiores e inferiores.....	26
3.4 Envelhecimento e treinamento de força.....	34
4. MATERIAIS E MÉTODOS	
4.1. Amostra.....	41
4.2. Procedimentos.....	42
4.3. Protocolos de Avaliação	
4.3.1. Avaliação antropométrica (peso, estatura e gordura corporal).	43
4.3.2. Nível de atividade física de membros superiores e inferiores..	44
4.3.3. Força Máxima.....	46
4.4. Protocolo de treinamento.....	48
4.5. Análise de dados.....	49
5. RESULTADOS.....	51
6. DISCUSSÃO.....	65
7. CONCLUSÃO.....	78

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
9. ABSTRACT.....	95



## LISTA DE APÊNDICES

	Pág.
APÊNDICE 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Fase I - RAD)..	98
APÊNDICE 2: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Fase II).....	99
APÊNDICE 3: Recordatário Adaptado das Atividades Diárias (RAD).....	100
APÊNDICE 4: Resultados individuais de medidas antropométricas e gordura corporal (GC) do Grupo Jovem (GJ).....	111
APÊNDICE 5: Resultados individuais de medidas antropométricas e gordura corporal (GC) do Grupo da Terceira Idade (GTI).....	112
APÊNDICE 6: Resultados individuais do Recordatário das Atividades Diárias (RAD) do Grupo Jovem (GJ).....	113
APÊNDICE 7: Resultados individuais do Recordatário das Atividades Diárias (RAD) do Grupo Terceira Idade (GTI).....	114
APÊNDICE 8: Resultados individuais da intensidade subjetiva percebida do Recordatário de Atividades Diárias (RAD) no Grupo Jovem (GJ) .....	115
APÊNDICE 9: Resultados individuais da intensidade subjetiva percebida do Recordatário de Atividades Diárias (RAD) no Grupo Terceira Idade (GTI).....	116
APÊNDICE 10: Resultados individuais dos testes de força máxima dinâmica (kg) dos músculos extensores e flexores do cotovelo e porcentagem de ganho no Grupo da Terceira Idade (GTI).....	117
APÊNDICE 11: Resultados individuais dos testes de força máxima dinâmica (kg) dos músculos extensores e flexores do joelho e porcentagem de ganho no Grupo da Terceira Idade (GTI).....	118

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1: Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa – IB – UNESP/RC.....	120
ANEXO 2: Escala de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) proposta por RASO et al. (2000).....	121
ANEXO 3: Grupos musculares treinados em cada um dos exercícios do protocolo de treinamento (AABERG, 2001).....	122

## LISTA DE TABELAS

	Pág.
TABELA 1: Freqüência às sessões de treinamento das participantes do Grupo de Terceira Idade (GTI).....	52
TABELA 2: Características etárias e antropométricas das participantes do Grupo Jovem (GJ) e do Grupo de Terceira Idade (GTI).....	52
TABELA 3: Níveis de atividades diárias com predominância de membros superiores (RAD 1); de membros superiores (RAD 2); sem predomínio definido (RAD 3); em repouso (RAD 4) e; Índices RAD1/RAD2 expressos em unidades de tempo (UT) correspondentes a cada período de 15 minutos; em mulheres jovens (GJ) e na terceira idade (GTI).....	53
TABELA 4: Percepção subjetiva de esforço por nível de intensidade relatada no Recordatório de Atividade Diária (RAD) e expressos em unidades de tempo (UT), em mulheres jovens (GJ) e na terceira idade (GTI).....	54
TABELA 5: Resultados dos testes de uma repetição máxima (1RM) pré e pós-treinamento de 12 semanas; e porcentagem de ganho de força entre os dois momentos..	58
TABELA 6: Idade, níveis de atividades físicas de membros superiores (RAD 1) e inferiores (RAD 2) e; ganho de força dos músculos extensores e flexores do joelho e cotovelo apresentados pelos sub-grupos com menor (GTI 1) e maior (GTI 2) índices RAD1/RAD2. ....	63

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1: Relação entre a capacidade funcional, seus componentes e atividades da vida diária (AVD).....	05
FIGURA 2: Nível de atividade física de MS e escala de intensidade apontada pelas participantes (Expresso em UT).....	55
FIGURA 3: Nível de atividade física de MI e escala de intensidade apontada pelas participantes (Expresso em UT).....	56
FIGURA 4: Nível de atividade física sem predomínio de MS ou MI e escala de intensidade apontada pelas participantes (Expresso em UT).....	57
FIGURA 5: Ganho médio = ( $\% \text{ ganho dos flexores} + \% \text{ ganho dos extensores}$ ) / 2 .....	59
FIGURA 6: Correlação entre nível de atividade física de membros inferiores e força máxima dos músculos extensores do joelho.....	60
FIGURA 7: Correlação entre ganho de força e força máxima inicial dos músculos da perna.....	61
FIGURA 8: Correlação entre ganho de força dos músculos extensores do joelho e nível de atividade física de membros inferiores (RAD 2).....	61
FIGURA 9: Correlação entre força máxima inicial (pré) e final (pós) dos músculos da perna.....	62

## LISTA DE QUADROS

Pág.

QUADRO 1: Causas gerais do envelhecimento muscular (Adaptado de CARMELI et al. 2002).....	20
---	----

## **1- INTRODUÇÃO**

Na dimensão biológica do ser humano, o envelhecimento, como um processo vital, é caracterizado por involuções progressivas e inevitáveis que resultam em redução da capacidade funcional de nossos órgãos e sistemas; com evidentes reflexos na realização das atividades da vida diária e aumento da probabilidade do surgimento de doenças crônicas.

Contudo, as experiências do envelhecimento não são iguais para todos. As diferenças genéticas, socioeconômicas, culturais, de estilo de vida e espirituais resultam em diferentes vivências do envelhecimento. A prática de atividade física, como um dos componentes do estilo de vida, pode, inclusive, mudar alguns conceitos de idoso, mostrando que, independentemente da idade cronológica, a capacidade de adaptação permanece. Em outras palavras, a atividade ou a inatividade física modulam a taxa de declínio com o envelhecimento, respectivamente, desacelerando ou acelerando-a.

A inatividade pode comprometer a funcionalidade do organismo, contribuindo de forma determinante para uma das mais evidentes alterações que

acontecem com o aumento da idade cronológica; as mudanças nas dimensões corporais.

Segundo MATSUDO et al. (2002) com o processo de envelhecimento, existem mudanças principalmente na estatura, no peso e na composição corporal. Apesar do alto componente genético na determinação do peso e da estatura dos indivíduos; outros fatores como a dieta, a atividade física, fatores psico-sociais e doenças, dentre outros, estão envolvidos nas alterações destes dois componentes durante o envelhecimento.

Com as mudanças no peso e estatura, o índice de massa corporal (IMC) também se modifica, com os transcorrer dos anos.

Segundo revisão realizada por MATSUDO et al. (2000), a importância do IMC no processo de envelhecimento deve-se a que valores muito acima da normalidade (26-27 kg/m<sup>2</sup>) estão relacionados com o incremento da mortalidade, por doenças cardiovasculares e diabetes, enquanto que índices muito abaixo desses valores, com aumento da mortalidade por câncer, doenças respiratórias e infecciosas.

Em relação à composição corporal, com o acréscimo da idade, são observadas alterações bastante evidentes. Há um aumento progressivo na gordura corporal (GC), redução na massa corporal magra (MCM), além de modificações na quantidade de minerais e na proporção de água intra e extra celular. O aumento e a distribuição do tecido adiposo segue um padrão típico, ou seja, maior aumento nos depósitos centrais de gordura em relação aos periféricos,

seguindo o modelo ginecóide, além de um maior depósito de gordura intramuscular e abdominal (BARBOSA et al., 2001).

Assim como o IMC, o aumento da GC e seu padrão de distribuição possuem uma estreita relação com desordens metabólicas e doenças cardiovasculares. Portanto, as medidas antropométricas e os valores de composição corporal parecem ser um excelente indicativo de fator de risco à saúde do indivíduo idoso.

Além disso, indivíduos muito obesos podem desenvolver osteoartrite no joelho, intolerância ao exercício, alteração na mobilidade e níveis elevados de dependência funcional (FIATARONE-SINGH, 1998).

Segundo WEINECK (1991), as alterações estruturais e fisiológicas que ocorrem com o envelhecimento, tomadas em conjunto, são responsáveis pela redução do desempenho motor na idade avançada. A velhice é basicamente caracterizada por uma acentuada involução na motricidade geral. Involução na capacidade de controlar os movimentos do corpo, como membros, rosto e cabeça; refletindo nos atos de sentar, ficar em pé e andar. Involução também na capacidade de conter e reter os fluidos do corpo.

Como consequência da involução motora, que ocorre nessa faixa etária, nota-se uma forte tendência para a diminuição da capacidade de responder às exigências de interação do indivíduo com o meio em que vive, tanto nas ações motoras requeridas nas: a) atividades básicas da vida diária (ABVD), que incluem atividades de auto-cuidado (vestir-se, alimentar-se, tomar banho, escovar os dentes, maquiarse, usar o banheiro, transferir-se dentro de casa, controlar os



esfíncteres excretoras); b) nas atividades instrumentais da vida diária (AIVD), que incluem faxina doméstica, cozinhar, arrumar camas, lavar e passar roupas, usar o telefone, “manusear” dinheiro, fazer compras, cuidar da segurança pessoal, andar pequenas distâncias; c) como nas atividades avançadas da vida diária (AAVD), que incluem funções ocupacionais (trabalho), recreacionais (esportes, viagens, jardinagem) e prestação de serviços comunitários em grupos sociais, religiosos e outros (ANDREOTTI, 1999; SPIRDUSO, 1995; OKUMA, 2000).

Por meio da atividade física, o idoso pode diminuir essa involução motora melhorando seus níveis de capacidade funcional (CF). CLARK (1989) conceitua capacidade funcional como um estado orgânico propício a realizar as atividades da vida diária (AVD), ou mesmo inesperadas, com segurança e eficiência, e sem cansaço excessivo.

Para realizar as AVD's é necessária a expressão de determinados componentes da capacidade funcional quais sejam, coordenação motora, flexibilidade, agilidade, equilíbrio, força, capacidade cardiovascular, capacidade anaeróbia. Essa relação pode ser melhor observada na FIGURA 1.

Com o envelhecimento, observa-se uma tendência natural de declínio de todos os componentes de CF. Em relação à coordenação, há uma diminuição da velocidade e capacidade de combinar os movimentos (WEINECK, 1991). Essa relação entre velocidade e coordenação dos movimentos associados ao componente força, expressa os níveis de agilidade, também diminuídos com o envelhecimento.



**FIGURA 1:** Relação entre a capacidade funcional, seus componentes e atividades da vida diária (AVD).

Outro componente essencial ao ser humano, principalmente para o idoso, é a flexibilidade. Uma vez diminuída, o idoso tem sua capacidade de movimento restrita e pode aumentar o risco de lesões nas articulações (SPIRDUSO, 1995).

Em relação à capacidade cardiorrespiratória, quando estimada por meio dos níveis de  $\dot{V}O_{2\max}$ , pode apresentar um declínio de 1% ao ano. No entanto, esse declínio pode ser menos acentuado naqueles indivíduos normalmente ativos.

Tradicionalmente a ênfase do condicionamento físico para idosos era no desenvolvimento da capacidade aeróbia. Contudo, mais recentemente, as recomendações de organismos científicos têm incluído os componentes de

flexibilidade e força, no mesmo nível de importância de capacidade aeróbia (ACSM, 1998). Bons níveis de força são determinantes para a realização de uma grande quantidade de atividades cotidianas. A fraqueza muscular pode avançar até o ponto em que a pessoa idosa não consiga mais realizar atividades comuns como se levantar de uma cadeira, varrer o chão ou transpor objetos (ZAGO, 2002).

O aumento dos níveis de força diminui a solicitação cardíaca durante as atividades da vida diária, pelo mecanismo da diminuição da intensidade relativa dos esforços, com importante efeito na qualidade de vida e na profilaxia de intercorrências patológicas (SANTARÉM, 2005).

No entanto, os efeitos do processo de envelhecimento não são uniformes, inclusive na operacionalização do *status* fisiológico dos sistemas, através de componentes da capacidade funcional. Por exemplo, a força, não é perdida de maneira uniforme em todos os grupos musculares e para todos os tipos de movimentos seja em humanos ou animais (GRIMBY et al., 1982; POULIN et al., 1992; SPIRDUSO, 1995; LYNCH et al., 1999; NIKOLIC et al., 2001; ONDER et al., 2002).

Para MATSUDO et al. (2003), a perda de massa muscular e conseqüentemente da força, é a principal responsável pela deterioração na mobilidade e na CF do indivíduo que está envelhecendo.

Conquanto as perdas funcionais naturais sejam irreversíveis, em relação ao seu potencial máximo, elas podem ser minimizadas. Por exemplo, mesmo em

organismos envelhecidos o treinamento de força pode recuperar, parcialmente, níveis de força reduzidos durante o envelhecimento, sem contudo atingir o potencial máximo individual do organismo jovem. É a capacidade de adaptação do indivíduo, mesmo sofrendo as perdas progressivas do processo de envelhecimento normal.

A diminuição do nível e da intensidade das atividades físicas é um dos fatores cruciais do declínio dos componentes da capacidade funcional do ser humano, principalmente da força. A prática regular de atividade física propicia reversibilidade parcial (FIATARONE, 1990; FERREIRA & GOBBI, 2003a), manutenção (ZAGO et al., 2000) ou redução da taxa de declínio da força. Isto, felizmente, indica que o organismo envelhecido retém a treinabilidade e a plasticidade de adaptação (GOBBI & ANSARAH, 1992).

O baixo nível de atividade física é um importante fator de risco para muitas doenças crônico-degenerativas. Além disso, verificar o estado inicial de condicionamento físico de um indivíduo é primordial para uma prescrição adequada de qualquer tipo de atividade física.

Atividade Física foi definida por CASPERSEN et al. (1985) como “qualquer movimento corporal produzido pelo músculo esquelético que resulta em gasto de energia”. Nosso organismo dispõe de alguns mecanismos de gastos de energia dentre os quais se incluem o metabolismo basal (50-70 % do total diário), efeito térmico da digestão dos alimentos (7 – 10 %) e a atividade física. Esta última, é a que sofre a maior variação entre os indivíduos, compreendendo as atividades da

vida diária, atividades ocupacionais e, esportes e lazer (KRISKA & CASPERSEN, 1997).

Par medir indiretamente o nível de atividade física de um indivíduo, existem inúmeros questionários, às vezes específicos para determinadas populações, que por suas características de fácil aplicação, são muito utilizados em estudos epidemiológicos. Estes instrumentos podem ser aplicados sob a forma de entrevistas ou questionários auto-aplicáveis.

Detectar o nível de atividade física associado ao envelhecimento reveste-se de importância para o profissional que trabalha com esta população, uma vez que este pode estar diretamente relacionados aos níveis de força.

Mas, como citado anteriormente, o sistema muscular não apresenta um declínio uniforme em todos os segmentos do corpo humano. Essa ausência de uniformidade inclui magnitudes de declínio de força diferenciadas entre segmentos corporais. Evidencia-se um maior efeito do envelhecimento na redução da força dos músculos dos membros inferiores, quando comparada à de superiores (SPIRDUSO, 1995; LYNCH et al., 1999; NIKOLIC et al., 2001; ONDER et al., 2002).

Em resumo, os estudos anteriormente citados mostram que a força muscular : a) é um componente essencial na capacidade funcional; b) declina com o envelhecimento associado ao sedentarismo; c) quando reduzida pode afetar negativamente a capacidade funcional de idosos, limitando a execução dos diversos tipos de AVD, comprometendo a autonomia, a independência e a qualidade de vida; d) apresenta declínio diferenciado entre membros superiores e

inferiores e; e) pode melhorar com o treinamento (FRONTERA, 1988; RANTANEM et al., 1999; LYNCH et al., 1999; HUNTER et al., 2001; NIKOLIC et al., 2001; HARRIS et al., 2004).

O estado de arte do conhecimento na área ainda tem mostrado apenas mudanças morfológicas e histológico-enzimáticas, para explicar o declínio diferencial da força máxima entre membros com o passar dos anos. Contudo, não há um aprofundamento na questão crucial inerente a esses tipos de mudança, ou seja, se tais mudanças ocorrem devido ao processo biológico natural do envelhecimento e/ou fatores a ele associados, principalmente uma possível diminuição do nível de atividade diferencial entre membros.

Conhecer se há diminuição diferencial do nível de atividade física e, caso haja, verificar se ela está associada com a diminuição diferencial de força, entre segmentos corporais, reveste-se de importância: a) para a área da motricidade humana - avançar no entendimento da relação entre envelhecimento e fatores a ele associado com o declínio diferencial da força muscular; b) para o profissional de motricidade humana - melhor compreender a relação citada e então aumentar a sua competência para diagnosticar, prognosticar, elaborar e controlar programas de atividade física para idosos; c) para a população em geral, e em especial os idosos – conhecer a referida relação e fundamentar mudanças de comportamento, no seu estilo de vida, coerente com o conhecimento advindo.

Uma hipótese explicativa para o declínio diferencial de força muscular máxima está associada ao nível de atividade, também diferenciada entre os membros. Em outras palavras, a redução do nível de atividade observado com o

envelhecimento pode ser diferente entre os membros. Caso essa hipótese seja confirmada, então, um treinamento específico de desenvolvimento de força poderia oferecer ganhos relativamente diferentes entre os membros, isto é, membros com menores níveis de atividade física pré-treinamento tenderiam a apresentar, pós-treinamento, uma magnitude relativa de resposta maior, coerente com o princípio de que quanto menos treinado mais treinável.

De acordo com o exposto duas questões de pesquisa se apresentam:

- 1) A redução da atividade física e intensidade com o envelhecimento é maior nos membros inferiores em comparação aos membros superiores?
- 2) Um treinamento com exercícios resistidos propicia uma magnitude de resultados diferente entre membros superiores e inferiores para força máxima?

## **2. OBJETIVOS:**

Para buscar respostas às questões de pesquisa formuladas, realizou-se o presente estudo com os seguintes objetivos.

### **2.1 Objetivo Geral**

Os objetivos do estudo foram verificar as possíveis diferenças entre o nível de atividade física, incluindo a intensidade, de membros superiores e inferiores, com o envelhecimento; bem como a magnitude de resposta desses membros a um treinamento com exercícios resistidos sobre a força máxima dinâmica em mulheres da terceira idade.

### **2.2 Objetivos específicos:**

- Comparar e relacionar o possível declínio diferencial do nível de atividade física, entre membros superiores e inferiores com o envelhecimento;



- Analisar o possível declínio na intensidade das atividades diárias com o envelhecimento;
- Relacionar e analisar se o nível de atividade física de membros superiores e inferiores está associado ao declínio diferencial de força muscular máxima dinâmica;
- Analisar os efeitos de um treinamento com exercícios resistidos sobre a força muscular máxima dinâmica de membros superiores e inferiores em mulheres na terceira idade.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Níveis de atividade física e intensidade durante o envelhecimento**

Estudos epidemiológicos têm demonstrado que indivíduos fisicamente ativos diminuem o declínio funcional associado ao envelhecimento e apresentam menores riscos de desenvolvimento de doenças crônicas como isquemia, doenças coronarianas, hipertensão arterial, diabetes tipo 2, osteoporose, ansiedade e sintomas depressivos (PATE et al., 1995; VUORI, 2001; EVENSON et al., 2002; CORAZZA et al., 2004).

Com o objetivo de investigar a associação entre nível de atividade física, força muscular e incapacidade motora em idosas, RANTANEN et al. (1999) avaliaram 1002 mulheres com média de idade de  $78,3 \pm 8,1$  anos. Em relação ao nível de atividade física, as participantes foram classificadas como inativas, minimamente ativas, moderadamente ativas e; posteriormente associadas aos níveis de força máxima de preensão manual e extensão do joelho. As mulheres moderadamente ativas apresentaram maiores níveis de forças de preensão

manual e extensão do joelho em relação às inativas; no entanto, essa diferença foi maior para membros inferiores em relação aos superiores. Os autores verificaram que o nível de atividade física tem efeito na força de extensão do joelho; entretanto, a força de preensão manual apresentou baixa associação com o nível de atividade física.

Com relação à incapacidade, RANTANEN et al. (1999) verificaram que as mulheres inativas e, conseqüentemente mais fracas, relataram maiores dificuldades na realização de atividades motoras. Essa dificuldade apresentou-se em menor freqüência na medida em que foram analisados os grupos mais ativos e, por conseqüência, mais fortes.

Destaca-se, dessa forma, uma grande associação entre os níveis de atividade física e força. Nesse sentido, HUNTER et al. (2001b) procuraram verificar a influencia desses dois fatores, força e atividade física, no tempo de reação durante o envelhecimento. Participaram desse estudo, 217 mulheres australianas da comunidade; de 20 a 89 anos de idade e; fisicamente independentes. Os autores verificaram que os níveis de atividade física e força máxima de extensão do joelho são menores nas participantes idosas; por outro lado, o tempo de reação é maior. O tempo de reação estava associado aos níveis de atividade física e força, uma vez que as participantes mais ativas e fortes apresentaram menores tempos de reação. A partir dos dados apresentados pelos autores, observa-se que o nível de atividade física diminuiu em maior proporção nas primeiras décadas, em relação aos níveis de força. Isso permite sugerir uma relação de causa e efeito entre essas duas variáveis.

HUNTER et al. (2001b) apresentaram como resultado um menor nível de atividade física com o envelhecimento, principalmente quando comparamos as mulheres jovens (20 a 30 anos) em relação às mulheres na terceira idade (50 a 65 anos).

No entanto, esse estudo não procurou discriminar as alterações na intensidade dessas atividades com o envelhecimento. Uma ênfase à intensidade foi dada no estudo de HAMDORF et al. (2002), que entrevistaram 3059 adultos acima de 18 anos, sendo 773 deles com idade superior a 60 anos, e verificaram a frequência de participação em três categorias de atividades (Caminhada, atividades moderadas e atividades vigorosas). A partir dos 60 anos, a proporção de idosos ativos e a intensidade das atividades praticadas diminuíram. Essa última foi verificada quando as mulheres acima de 60 anos relataram uma menor participação em atividades vigorosas.

Não é possível verificar no estudo de HAMDORF et al. (2002) discriminação do nível de atividade física entre os membros superiores e inferiores. No entanto, podemos observar nesse estudo que, com o envelhecimento, as participantes apresentaram menor nível de participação em caminhadas e relataram maior dificuldade na realização da tarefa de “levantar-se do solo”. Essas duas situações estão intimamente ligadas pois exigem atividade de membros inferiores, sugerindo, desta forma, menores níveis de atividade e força desses membros, com o envelhecimento.

Ainda em relação à intensidade, BRACH et al. (2004) investigaram as diferenças de força isométrica máxima dos extensores do joelho e capacidade

funcional, entre idosos de 70 a 79 anos, de ambos os sexos, com diferentes níveis de atividade física. De acordo com o gasto calórico semanal, os participantes foram divididos em três grupos: inativos, ativos e exercitados (participavam de um programa de atividade física regularmente). Os grupos ativos apresentaram melhores níveis de força e capacidade funcional em relação aos inativos. A importância da intensidade foi verificada, quando o grupo exercitado apresentou melhores resultados nos testes de capacidade funcional, em relação ao grupo ativo. Os grupos ativos apresentaram níveis semelhantes de gasto calórico semanal, porém o grupo exercitado apresentou maior participação em atividades intensas durante a semana. O fator intensidade pode ter contribuído para os resultados mais favoráveis apresentados pelo grupo exercitado. Dessa forma, os autores concluem que, além do nível de atividade física, a intensidade dessas atividades também é importante nos idosos.

MONTEIRO et al. (2003), em uma pesquisa sobre o padrão de vida dos brasileiros, verificaram, dentre outros aspectos, a prevalência, a frequência e o tipo de atividades físicas no tempo de lazer (AFTL). Foram entrevistados voluntários de ambos os sexos com idade superior a 20 anos. Dentre todos os resultados, destacam-se aqueles apresentados pelas mulheres durante o envelhecimento. A prevalência de participação das mulheres em AFTL foi de 2,6% com frequência de 1 a 2 vezes por semana (1-2 x/sem); 2,4% (3-4 x/sem) e; 3,2% ( $\geq 5$  x/sem); o que é muito pequeno comparado aos países desenvolvidos. Foi verificado também que as mulheres menos ativas ( $>1$  x/sem) e as mais ativas ( $\geq 5$

x/sem) permanecem realizando AFTL nessa mesma frequência, durante o envelhecimento. Isso mostra que as brasileiras incorporam a AFTL como um hábito regular durante toda a vida. Percebe-se ainda, um leve aumento da participação das mulheres em AFTL em torno dos 50 anos.

É possível notar nos resultados de MONTEIRO et al. (2003) a diminuição da intensidade, de acordo com tipo de atividade realizada. Com o envelhecimento, as mulheres aumentam a prevalência de participação em caminhadas, ao passo que diminuem as esportivas (voleibol, basquetebol, natação), ginásticas e musculação.

Nota-se nessa revisão que há diferenças nos hábitos quanto à prática de atividade física nos diferentes países. Enquanto a população australiana (HUNTER et al., 2001b; HAMDORF et al., 2002) apresenta menores níveis de atividade física e especificamente caminhada com o envelhecimento; a população brasileira parece manter seus hábitos e, pratica regularmente AFTL, apresentando, ainda, um maior nível de caminhada ao longo dos anos. É importante destacar que o estudo realizado com a população brasileira enfatiza a prática no tempo de lazer.

Como revisado anteriormente, os níveis de atividade física e intensidade sofrem alterações e estão associados aos níveis de força (RANTANEN et al., 1999; HUNTER et al., 2001b) com o envelhecimento. A manutenção de bons níveis de força tem fundamental importância na realização das atividades da vida diária.

### 3.2 Força e envelhecimento

GRIMBY & SALTIN (1983) estimaram que aos 65 anos de idade, a massa muscular em humanos é de aproximadamente 25 a 30% menor que o seu pico máximo na terceira década de vida. Para WHITE (1995), a manutenção da massa muscular é um resultado do balanço energético entre síntese e degradação de proteínas.

Segundo EVANS & CAMPBELL (1993), com o envelhecimento ocorre um fenômeno chamado “sarcopenia”, que é a diminuição da massa muscular. Algumas fibras musculares perdem a sua inervação em decorrência da degeneração de sua placa motora. Essas fibras desprovidas de seu neurônio motor são parcialmente substituídas por tecido conjuntivo fibroso e adiposo. Apesar das fibras restantes sofrerem uma hipertrofia compensatória, o volume total do músculo diminui.

Sarcopenia é um termo genérico utilizado para toda a perda de massa muscular, com conseqüente diminuição força e qualidade muscular (composição estrutural, inervação, contratilidade, densidade capilar, fadigabilidade e metabolismo) (DUTTA, 1997; MORLEY et al., 2001; GREENLUND & NAIR, 2003). Reduzindo-se aos aspectos anatômicos da sarcopenia, a mesma pode ser devida à atrofia (diminuição do tamanho da célula, do tecido, do órgão ou parte dele) (DORLAND's, 1982) ou hipoplasia (diminuição do número de células).

Mas, a etiologia da sarcopenia é multifatorial e envolvem mudanças no metabolismo muscular, mudanças endócrinas, fatores nutricionais, celulares e

genéticos. Apesar dos recentes avanços, a exata causa da sarcopenia não é bem entendida e necessita de maiores investigações (MISHRA & MISRA, 2003).

Contudo, uma consequência inevitável do envelhecimento é a remodelação da unidade motora (WHITE, 1995). O envelhecimento do músculo esquelético está associado a uma combinação de alterações em células nervosas e musculares, resultando em uma lentificação do sistema nervoso e mudanças direcionadas a uma hipotrofia muscular senil (FROLKIS et al., 1976). A remodelação da unidade motora, que ocorre devido à inatividade física, é similar àquela associada à idade (WHITE, 1995).

Uma variedade de fatores intrínsecos e extrínsecos parece estar envolvidos no envelhecimento do músculo esquelético. Mudanças nos fatores intrínsecos associados ao envelhecimento incluem os hormônios, fatores de crescimento e sistemas associados ao metabolismo de glicose e ácidos graxos livres; por outro lado, os fatores extrínsecos envolvem a dieta, exercício, lesões e estilo de vida sedentário (CARMELI et al., 2002). Os fatores intrínsecos e extrínsecos envolvidos no envelhecimento, principalmente do sistema muscular, podem ser melhor analisados no QUADRO 1.

Um dos fatores intrínsecos fundamentais é o relacionado às mudanças decorrentes das concentrações hormonais, que desempenham um papel fundamental na perda de massa muscular e conseqüente perda de força. Níveis elevados de paratormônio e baixos de 25-hidroxivitamina D foram correlacionados com o aumento do risco de sarcopenia, em ambos os sexos, durante o processo de envelhecimento (VISSER et al., 2003). Estudos epidemiológicos têm



demonstrado correlação entre concentrações séricas de testosterona e força muscular. A reposição de testosterona, em homens com baixos níveis séricos, aumentou a força muscular e diminuiu a massa de gordura (BHASIS, 2003).

QUADRO 1: Causas gerais do envelhecimento (Adaptado de CARMELI et al., 2002)

<b>Fatores que levam a sarcopenia no idoso</b>	
<b><i>Extrínsecos</i></b>	<b><i>Intrínsecos</i></b>
Nutrição pobre	Redução do metabolismo, diminuição da síntese protéica.
Inatividade	Redução da atividade enzimática e reserva de energia.
Atrofia por desuso ou imobilização	Diminuição da função mitocondrial e papel do estresse oxidativo.
Lesões traumáticas	Mudanças no sistema nervoso central e estimulação neural
Doenças, drogas	Mudanças na secreção e regulação hormonal; redução da capilaridade.

A diminuição do número de células, em consequência da desinervação e/ou desuso, revela-se ser a maior causa da diminuição do tamanho do músculo (atrofia muscular), em humanos.

Estudos mostram que o declínio na massa muscular ocorre pela redução do tamanho e/ou número de fibras. Em geral, essa redução parece ser mais acentuada nas fibras do tipo II (LARSSON, 1982; FRONTERA, 1988; NIKOLIC et al., 2001).

Dados de autópsia humana, apresentados por LEXELL et al. (1988), demonstram atrofia em fibras do tipo II em indivíduos que morreram por volta de 70 e 80 anos.

Ainda em relação à morfologia do músculo esquelético, COGGAN et al. (1992) procuraram verificar as diferenças entre o músculo gastrocnêmio de jovens e idosos de ambos os sexos. Através de técnicas histoquímicas, as amostras de biópsias musculares foram analisadas e apresentaram algumas diferenças entre os grupos. As fibras do tipo I ocuparam uma grande porcentagem da área total muscular dos homens e mulheres mais velhos ( $60,6 \pm 2,6$  vs  $53,6 \pm 2,0\%$ ); porque as proporções de fibras do tipo IIa e IIb foram 13-31% menores nesses indivíduos.

Embora haja dificuldade de determinar se essas diferenças são em função do declínio biológico natural de envelhecimento ou da inatividade física, as mudanças estruturais provavelmente contribuem para a diminuição de massa muscular, sendo que o mais provável seja uma combinação de fatores biológicos e de estilo de vida (sedentário x ativo) que levaria, numa abordagem epidemiológica, a um modelo multifatorial, resultando em um ciclo vicioso de retro-alimentação no qual menor nível de atividade física leva a um menor nível de força e vice-versa.

É importante lembrar que o músculo analisado neste último estudo desempenha um papel fundamental ao longo da vida. O gastrocnêmio é o músculo motor principal da fase de impulsão na marcha (WINTER, 1997).

Em relação ao diâmetro das fibras dos músculos dos membros (superiores e inferiores), seu tamanho parece permanecer constante até por volta dos 70 anos. No entanto, a área das fibras do tipo II, especialmente IIb, é menor no músculo vasto lateral quando comparado ao bíceps braquial (GRIMBY et al., 1982).

Segundo DESCHENES (2004), há claras evidências de que o envelhecimento provoca alterações na composição das fibras musculares, ainda mais, quando essas conclusões são derivadas de dados recolhidos a partir de técnicas mais sofisticadas. Recentemente, foram desenvolvidas algumas técnicas para determinar a expressão de isoformas de miosinas nas fibras. Usando essas técnicas bastante sensíveis, foi estabelecido que, com o envelhecimento, há um aumento da proporção de fibras “híbridas” no músculo (ANDERSEN et al., 1999). Essas fibras híbridas expressam mais de uma isoforma de miosina, em oposição às fibras simples, que expressam apenas uma isoforma de miosina. Essa co-expressão de mais de um tipo de miosina de cadeia pesada, não altera a classificação das fibras (I, IIa, IIb) desde que haja um predomínio de uma isoforma. No entanto, essa expressão de duas ou mais isoformas, afeta as propriedades contráteis dos músculos refletindo na sua funcionalidade.

Todas essas alterações morfo-fisiológicas do tecido muscular, combinadas às alterações do sistema nervoso (diminuição de número de neurônios, diminuição das interações sinápticas, diminuição da transmissão e captação de neurotransmissores), estão associadas, mas não devem ser consideradas como

únicos determinantes da diminuição dos níveis de força com o envelhecimento. Essas alterações trazem consigo algumas conseqüências metabólicas.

Uma conseqüência metabólica da sarcopenia é a diminuição da taxa de metabolismo basal (TMB). O declínio de massa muscular resulta na diminuição de células metabolicamente ativas. A taxa de declínio de tecido metabolicamente ativo é estimada em aproximadamente 15% entre a terceira e oitava década de vida (VAUGHAN et al., 1991 apud GREENLUND & NAIR, 2003).

Em relação aos níveis de força, o declínio pode ser estimado em torno de 8% por década, a partir dos 30 anos. KALLMAN et al. (1990) estudaram a perda de força de preensão manual em relação à idade. Em média, a força de preensão manual declinou 37% entre os 35 e 83 anos de idade, em uma proporção de 7,3% por década.

Em outra investigação sobre o mesmo fenômeno, LAURETANI et al. (2003) verificaram, por meio de um estudo transversal esse declínio de força de preensão manual. De acordo com os valores médios apresentados no estudo, até os 40 anos, as mulheres apresentaram um declínio médio de 5,46% por década. Dos 40 aos 80 anos, esse declínio foi bem maior atingindo valores médios de 13,11% por década.

Os resultados encontrados nesse último estudo podem ser considerados altos, uma vez que a ação de preensão manual é constantemente realizada ao longo dos anos.

Normalmente, os estudos sobre os efeitos do envelhecimento nos níveis de força são de características transversais. Estudos longitudinais seriam mais

adequados para esse tipo de investigação. No entanto, devido à complexidade de realização, principalmente em relação a períodos longos, esses estudos longitudinais são escassos na literatura.

FRONTERA et al. (2000) conseguiram realizar um estudo longitudinal de 12 anos para investigar os efeitos do envelhecimento nos níveis de força dos indivíduos. Nesse estudo, a força isocinética dos músculos extensores do joelho e flexores do cotovelo foi avaliada em 2 velocidades angulares distintas (60°/s e 240°/s). Foi observada perda de força com o avanço da idade em ambas as velocidades angulares. O declínio anual observado na força apresentou amplitude de 1,4 a 2,5%, dependendo do grupo muscular e da velocidade adotada.

Em uma revisão realizada por DOHERTY (2003), o autor constatou que a força de contração voluntária máxima é diminuída, em média, de 20% a 40%, em ambos os sexos, entre a sétima e oitava década de vida.

Algumas medidas diretas do tecido e metabolismo muscular são utilizadas na tentativa de expressar a perda de força durante o processo de envelhecimento. A redução da quantidade de proteínas contráteis, somada à diminuição da atividade da enzima ATPase, proporciona uma base bioquímica estrutural para a perda de força com o envelhecimento.

Outras trocas intracelulares, que podem estar associadas à diminuição de força, incluem elevação da concentração de fosfato ou pH baixo, nas células de idosos quando comparados aos jovens (BRANDT et al., 1982).

A estreita relação entre o nível de atividade física diária, força e envelhecimento pode ser melhor observada quando a perda de força é

fundamentada através do recrutamento incompleto do músculo inervado. Um músculo pouco ativo, não recruta de forma ideal as suas unidades motoras, deixando de explorar o seu potencial.

No entanto, algumas considerações devem ser feitas à cerca das análises de possíveis perdas de força durante o processo de envelhecimento. Devem ser levados em consideração o tipo de avaliação, os músculos e a ação avaliada e; o nível de atividade física dos voluntários.

A perda de massa muscular contribui para a expressão de menores níveis de força; no entanto, essa perda pode ser agravada ainda mais com um quadro de inatividade física. Dessa forma, o nível de atividade física se torna um fator determinante da expressão dos níveis de força de um indivíduo.

Normalmente menores níveis de força impõem uma maior fragilidade ao indivíduo. Além disso, diminuem seu grau de independência e, subsequente aumentam seus gastos com cuidados médicos. A intervenção da atividade física na melhora dos níveis de força é um método inquestionável; entretanto essa prática regular não evita totalmente a perda de massa muscular, mas diminui consideravelmente o seu declínio (MARCELL, 2003; GREENLUND & NAIR, 2003).

3.3 Diferentes efeitos do envelhecimento ou fatores a ele associados, nos músculos de membros superiores e inferiores.

Já foi relatado anteriormente, que a proporção de perda de força durante o processo de envelhecimento não se manifesta de forma idêntica nos grupos musculares dos membros superiores e inferiores. Uma série consensual de estudos, descritos a seguir, demonstra as diferenças fisiológicas e de força

(componente da capacidade funcional) existentes entre membros superiores e inferiores decorrentes do processo de envelhecimento normal.

NIKOLIC et al. (2001) procuraram determinar as mudanças relativas à idade em três grupos musculares com diferentes funções e localizações no corpo humano. A área de secção transversa e a porcentagem de fibras do tipo I, IIa e IIx foram estudadas nos músculos vasto lateral, deltóide e intercostais externos, em sujeitos com idade entre 20 e 80 anos. Todos os três tipos de fibras mostraram uma atrofia em todos os três músculos analisados. Em todos os músculos, a proporção do tipo I e tipo IIa estavam alterados com o envelhecimento; o que não ocorreu com as do tipo IIx. Com o aumento da idade, houve também um aumento na proporção das fibras do tipo I, enquanto a proporção das fibras do tipo IIa diminuiu. Estas alterações estavam presentes em maior escala no músculo vasto lateral. Desta forma, os autores concluíram que a atrofia relativa à idade não é um fenômeno generalizado e não afeta todos os músculos de forma uniforme.

Esse fenômeno também pode ser verificado quando analisamos diferentes estudos com amostras de diferentes músculos. MONEMI et al. (1998) verificaram as diferenças morfológicas no músculo bíceps braquial de adultos jovens e idosos (média de 74 anos). Exceto para uma menor proporção de fibras do tipo IIb nos idosos, não foram encontradas diferenças significativas na proporção dos outros tipos de fibras (I, IM, IIa, IIc, IIab). Os valores médios do diâmetro de todos os tipos de fibras foram menores para o bíceps dos idosos em relação aos adultos jovens; entretanto, essa diferença também não foi significativa.

Em relação aos membros inferiores, KIRKEBY & GARBARSCHE (2000) analisaram amostras do músculo vasto lateral de indivíduos jovens (18-24 anos) e muito idosos (90-102). A proporção de fibras do tipo intermediárias (IM) foi significativamente menor que as do tipo I e II ( $IM < I = II$ ).

Um importante fator na manutenção do tecido muscular é o nível de atividade física diária. Nenhum dos estudos citados anteriormente relata algum tipo de distinção entre o nível de atividade física dos participantes. O nível de atividade física pode mascarar a ausência de diferenças entre jovens e idosos; além disso, a característica transversal do estudo deve ser levada em consideração.

Já em uma investigação longitudinal de 12 anos, FRONTERA et al. (2000) verificaram, através de biópsia, as alterações morfológicas do músculo vasto lateral. Os autores encontraram uma redução na porcentagem de fibras do tipo I (60% antes, para 40% após 12 anos). Além disso, a proporção de capilares por fibra também foi significativamente menor com o passar dos anos (de 1,39% para 1,08% respectivamente). Essa redução na densidade capilar está associada à menor proporção de fibras do tipo I, que são fibras com altos índices de capilaridade em relação às do tipo II. Ao contrário do esperado, os resultados desses autores mostram um aumento na proporção de fibras do tipo II. Esse resultado é atribuído ao número pequeno de sujeitos na amostra e ao fato de que alguns deles apresentaram aumento no tamanho das fibras do tipo II. Esse aumento poderia neutralizar a atrofia vista nos outros sujeitos e, como resultado médio, não apresentar nenhuma mudança no grupo.



As diferenças associadas ao envelhecimento nos músculos de membros superiores e inferiores, podem ser melhor observadas quando analisamos amostras de ambos os membros, em um mesmo sujeito.

Nesse sentido, GRIMBY et al. (1982) realizaram um estudo procurando verificar a morfologia e a capacidade enzimática dos músculos de membros superiores e inferiores em homens e mulheres idosos. Em média, a composição de fibras do tipo I e II foi semelhante entre os sexos; entretanto, as mulheres apresentaram um número médio de fibras do tipo I maior no músculo vasto lateral quando comparado aos homens. Nos homens e nas mulheres o número relativo de fibras do tipo I foi maior no vasto lateral quando comparado aos valores do bíceps braquial. Essa comparação na composição de tipos de fibras demonstra uma maior presença de fibras de contração lenta nos membros inferiores.

O número de capilares ao redor das fibras do tipo IIb foi menor quando comparado aos outros tipos de fibras, mas isso é, em parte, compensado pela menor área das fibras do tipo IIb. A atividade enzimática nos músculos desses idosos foi similar quando comparada ao observado em sujeitos jovens. Em relação aos músculos bíceps braquial e vasto lateral, algumas diferenças foram encontradas. No bíceps braquial, a atividade da lactato-desidrogenase (LDH) foi maior enquanto a atividade da 3-Hidroxi-acetil-CoA-desidrogenase (HAD) foi menor. Entretanto, essas diferenças relativas à capilaridade e atividade enzimática não parecem ser os principais fatores para a perda de força diferenciada entre os membros superiores e inferiores.

Outro importante fator que representa o grau de hipertrofia muscular e o nível de atividade do músculo, e que pode sofrer os efeitos diferenciados do envelhecimento é o ângulo de penação das fibras.

Segundo KAWAKAMI et al. (1993), as fibras do músculo esquelético podem ser divididas em dois tipos segundo sua disposição: as fibras paralelas à linha de ação do músculo; e as fibras penadas que se inserem nos tendões formando um ângulo com a linha de ação do músculo. Esse ângulo entre as fibras penadas e a linha de ação do músculo é conhecido como ângulo de penação (KAWAKAMI et al. 1993; 1995; KUBO et al. 2003).

A hipertrofia muscular é associada ao aumento do ângulo de penação das fibras e serve como um indicativo do nível de atividade do músculo (KAWAKAMI et al., 1993). Pensando nos efeitos do envelhecimento associados à mudança de arquitetura muscular, KUBO et al. (2003) procuraram verificar possíveis mudanças no ângulo de penação dos músculos vasto lateral (VL), gastrocnêmio medial (GM) e tríceps braquial (TB), em mulheres de 20 a 79 anos. O ângulo de penação diminuiu significativamente para o VL ( $p < 0,01$ ) mas nenhuma mudança relativa à idade no ângulo de penação, foi observada para o TB. Os autores sugerem que uma redução do nível de atividade física pode ser parcialmente responsável pelas mudanças na arquitetura do músculo, com o avanço da idade. Normalmente, os músculos dos membros superiores mantêm um certo nível de atividade física, uma vez que as mãos são muito utilizadas em todas as idades. Por outro lado, a redução na atividade física é primeiramente associada à diminuição no uso dos membros inferiores, mas não nos superiores.

Como vimos, a arquitetura muscular também sofre os efeitos do processo de envelhecimento, e essa pode se apresentar de forma diferenciada nos membros superiores e inferiores.

POULIN et al. (1992) propuseram-se a estudar os picos de força dos músculos extensores do joelho e cotovelo em condições excêntricas e concêntricas, e compararam os resultados de homens jovens e idosos. Em relação aos jovens, os idosos apresentaram menores valores de pico de força concêntrica para os extensores do cotovelo (31%) e joelho (32%;  $p < 0,05$ ). O grupo idoso mostrou também menor pico de força excêntrica para os extensores do cotovelo (21%). Diferenças entre os grupos foram significativamente menores para as ações excêntricas do que para as ações concêntricas dos músculos.

Através de tomografia computadorizada, FRONTERA et al. (2000) verificaram a área de secção transversa (CSA) dos músculos da coxa e observaram que estes apresentaram diminuição ao longo dos anos. A redução foi de 16,1% para o quadríceps femoral, 14,9% para os flexores do joelho e 14,7% para os músculos da coxa como um todo. A CSA do músculo pode ser um bom indicativo de força e nível de atividade física.

Para melhor investigar a relação entre força e massa muscular, LYNCH et al. (1999) estudaram as diferenças na qualidade muscular (QM) associada à idade entre os grupos musculares dos membros superiores e inferiores. A QM foi avaliada em um grupo de homens e mulheres com idade entre 19 e 93 anos. A qualidade muscular foi definida como picos de força por unidade de massa muscular. Análise de regressão mostrou que a QM foi significativamente maior no

braço ( $\cong 30\%$ ) que nas pernas, com o avanço da idade, em ambos os sexos. A QM de braços e pernas declinou em razões similares com a idade em homens; entretanto, a QM de pernas teve um declínio  $\cong 20\%$  maior que a QM dos braços em relação à idade, em mulheres. A QM de braços, quando determinada pelo pico de força concêntrica (PF Con), mostrou um declínio linear com a idade em homens e mulheres; entretanto, quando a QM de braço foi determinada pelo pico de força excêntrica (PF Exc), mostrou um declínio com a idade em homens (25%), mas não em mulheres. Em ambos os sexos, a QM de pernas exibiu um declínio relativo à idade quando determinado pelo PF Con ( $\cong 40\%$ ) e PF Exc ( $\cong 25\%$ ), e a proporção do declínio foi similar em ambos os sexos. Em consequência desses resultados, os autores concluíram que a QM é afetada pela idade e pelo sexo, mas a magnitude desses efeitos depende do grupo muscular estudado e do tipo de ação do músculo (concêntrica versus excêntrica).

Além desses fatores importantes apontados por LYNCH et al. (1999), quando se analisa a QM, a forma de ativação muscular também pode oferecer algumas magnitudes de resposta diferentes entre os músculos.

Foi pensando nisso que analisamos o estudo de McDONAGH et al. (1984). Nesse estudo, os autores investigaram os efeitos do envelhecimento sobre a força muscular evocada voluntariamente e por estimulação elétrica. Um grupo de homens idosos (70 anos) e outro de jovens participaram do estudo. Os músculos estudados foram os flexores do cotovelo e do tornozelo (flexão plantar – tríceps sural). Com o envelhecimento, ambos os grupos musculares demonstraram

redução na força voluntária máxima e na força evocada por estimulação elétrica tetânica. A redução de força foi maior nos músculos da perna e o tempo para o pico de contração foi prolongado com a idade nesses músculos, mas não nos flexores do cotovelo.

O tempo prolongado para atingir o pico de contração pode estar diretamente associado à proporção de fibras do tipo I; que no músculo mais velho apresenta-se em maior escala. Independente do estímulo, a força muscular da perna foi menor no grupo idoso. Isso vem a confirmar, ainda mais, a perda de força diferenciada entre membros superiores e inferiores.

Essa diferença também pode ser observada no estudo realizado por HUGHES et al. (2001) que, através de uma análise longitudinal, verificaram a influência da massa muscular na força em 120 sujeitos de ambos os sexos. Os sujeitos foram examinados inicialmente com a idade entre 46 e 78 anos. Depois de passados  $9,7 \pm 1,1$  anos, as 68 mulheres e os 52 homens foram reavaliados. A proporção de declínio estimado em força isométrica foi, em média, 14% para os extensores do joelho, e 16% para os flexores do joelho em homens e mulheres. As mulheres demonstraram uma proporção menor no declínio da força muscular para os extensores e flexores do cotovelo (2% por década) em relação ao declínio apresentado pelos homens (12% por década). Nos homens, o declínio observado na força dos músculos da perna, nesse estudo longitudinal, foi  $\cong 60\%$  maior que o declínio estimado por estudos transversais de outros autores. A mudança na força dos músculos da perna foi diretamente relacionada à mudança na massa

muscular em ambos os sexos. Apesar dessa conclusão, os autores alertam que outras causas, como mudanças ocorridas em outras células (e.g., nervosas) ou mediadores metabólicos, devem ser investigadas em relação à perda de força durante o processo de envelhecimento.

Em relação às perdas neurais associadas ao envelhecimento, DESCHENES (2004) realizou uma revisão e apresentou uma estimativa de redução de até 25% no número de unidades motoras. Algumas investigações concluem que o ciclo normal de desinervação-reinervação, que é evidente no músculo jovem, está prejudicado no músculo mais velho. Entretanto, nenhuma menção em relação a possíveis perdas neurais diferentes entre membros superiores e inferiores foi relatada.

Essa relação de causa e efeito entre níveis de atividade física, perdas fisiológicas e níveis de força não são muito bem determinadas. Entretanto, tudo isso reflete na operacionalização da vida diária do indivíduo; ou seja, na expressão da sua capacidade funcional.

Procurando investigar esse fenômeno, ONDER et al. (2002) verificaram, por meio de um estudo longitudinal de 3 anos, os efeitos do envelhecimento na performance em testes de capacidade funcional de membros superiores e inferiores. Após esse período, foi verificada queda de performance nos testes para ambos os membros, com os membros inferiores apresentando maiores mudanças negativas nas performances testadas. Possivelmente, esse resultado seja um reflexo do nível de força e condicionamento físico dos membros inferiores.

Todos esses estudos relatam as sensíveis diferenças apresentadas pelos músculos dos membros superiores e inferiores em decorrência do processo de envelhecimento. Porém vários estudos têm demonstrado que o treinamento de força tem a capacidade de reverter parcialmente esses efeitos e, melhorar os níveis de força de ambos os membros.

### **3.4 Envelhecimento e treinamento de força**

O exercício físico é uma atividade que exige adaptação morfo-fisiológica do organismo. Um organismo senescente reage com menor eficiência do que um organismo jovem. Mas, isso não quer dizer que um indivíduo idoso não terá benefícios com a prática regular de atividades físicas. Pelo contrário, vários são os estudos que mostram como a atividade física interfere retardando os efeitos do processo de envelhecimento normal.

Estudos demonstram que o treinamento de força em idosos é capaz de propiciar benefícios contribuindo para a preservação da autonomia necessária para o desempenho de AVD de forma segura e eficaz. FRONTERA (1988) e FIATARONE et al. (1990) mostraram que a capacidade para reagir a este tipo de treinamento está preservada com o envelhecimento, pois idosos aumentaram significativamente seus níveis de força em resposta ao referido treinamento.

Para demonstrar que mesmos organismos mais velhos mantêm a sua plasticidade de adaptação, citamos esses dois estudos clássicos sobre o assunto. FIATARONE et al. (1990) verificaram, por meio de tomografia computadorizada,

que houve hipertrofia nos músculos extensores do joelho em indivíduos muito idosos (87 a 96 anos). FRONTERA (1988) treinou um grupo de homens idosos sedentários (de 60 a 72 anos) e encontrou ganho substancial em força (até 200% de aumento em 1RM). Através de tomografia computadorizada e análises de biópsia dos músculos, também foram verificadas evidências de hipertrofia muscular. A capacidade de adaptação a novos estímulos deve ser explorada independente da idade dos indivíduos.

O treinamento de força de alta intensidade também é capaz de aumentar o tamanho das fibras musculares, e isso foi demonstrado em mulheres idosas. CHARETTE et al. (1991) examinaram biópsias de músculos feitas, antes e após um treinamento de força de alta intensidade de 12 semanas, e observaram um aumento na área das fibras do tipo II, sem mudança significativa na área das fibras do tipo I. Os resultados estão coerentes com o estímulo empregado, uma vez que um treinamento de alta intensidade, aumenta os níveis de força máxima e estes são diretamente associados a alterações nas fibras do tipo II.

Analisando tipo e intensidade de treinamento, KLITGAARD et al. (1990) verificaram, através de um estudo transversal, as respostas de algumas variáveis morfológicas e funcionais dos músculos extensores do joelho (vasto lateral) e flexores do cotovelo (bíceps braquial) com diversos tipos de treinamento em relação à idade, em homens. Participaram do estudo um grupo de jovens ( $28 \pm 0,1$  anos), um grupo de idosos sedentários ( $68 \pm 0,5$  anos) e três grupos de idosos que, pelo período de 12 a 17 anos antes das avaliações, vinham treinando, em



média, três vezes por semana [nadadores ( $69 \pm 1,9$  anos), corredores ( $70 \pm 0,7$  anos) e treinados em força ( $68 \pm 0,8$  anos)]. Comparado ao grupo jovem, o grupo idoso sedentário apresentou picos de força isométrica menores para os flexores do cotovelo (32%) e extensores do joelho (44%) e velocidade de movimento entre 20 e 26% menores também para esses músculos. A área de secção transversa do músculo quadríceps femoral (24%) e flexores do cotovelo (20%) foram também menores para o grupo idoso sedentário. O grupo idoso sedentário apresentou também maior área relativa de fibras do tipo I induzidas, provavelmente, pela atrofia seletiva das fibras do tipo II. Em contraste, os sujeitos idosos treinados (nadadores, corredores e treinados em força) apresentaram parâmetros similares de força isométrica máxima, velocidade de movimento e área de secção transversa em relação aos sujeitos jovens. Estes resultados mostram que o treinamento pode agir contra as mudanças relativas à idade na função e morfologia do músculo esquelético humano. Dentre os idosos treinados, o grupo treinado em força apresentou os melhores resultados.

A partir da constatação da eficácia do treinamento de força na população mais velha, diversos parâmetros do treinamento de força passaram a serem investigados visando aperfeiçoar cada vez mais os resultados. Os efeitos de diversos tipos de protocolos de treinamento passaram a serem investigados na população mais velha.

Procurando uma prescrição de treinamento ideal, HUNTER et al. (2001a) aplicaram dois tipos de treinamento em voluntários acima de 60 anos. Durante 6

meses, um grupo treinou 3 vezes por semana com uma intensidade alta (80% de 1RM), enquanto o outro, utilizando a mesma frequência, treinou com uma intensidade variável (80%, 65% e 50% de 1RM). Após análise dos resultados, verificou-se que os dois grupos apresentaram ganhos de força similares.

Com uma intensidade semelhante a um dos grupos do estudo anterior, FERRI et al. (2003) verificaram um aumento de força e potência muscular nos membros inferiores induzido por 16 semanas de treinamento com exercícios resistidos. Dezesesseis idosos, com idade entre 65-81 anos, treinaram 3 vezes por semana, com 80% de 1 Repetição Máxima (1 RM). Foi verificado também aumento na área de secção transversa da fibra muscular após o treinamento. Os autores expressam que vários fatores podem ter contribuído para o aumento de força muscular após intervenção do treinamento físico e, dentre eles, destacam uma menor co-ativação do músculo antagonista, uma melhora no recrutamento das unidades motoras e até mesmo uma hipertrofia das fibras musculares.

Essa menor co-ativação dos músculos antagonistas sugeridos por FERRI et al. (2003) já havia sido observada nos resultados de HAKKINEN et al. (1998). Neste último, após 6 meses de treinamento de força, foi observada uma menor co-ativação do músculo bíceps femoral, durante o teste de 1RM de extensão do joelho em mulheres idosas. Entretanto, o mesmo não foi observado para os jovens de ambos os sexos, e para os homens idosos. O ganho de força de um músculo pode ser em função de uma maior ativação voluntária máxima dos músculos agonistas e/ou mudanças no grau de co-ativação antagonista. Isso, no entanto,

pode variar entre os diferentes músculos devido ao seu nível de utilização nas atividades da vida diária.

Ainda em relação aos diferentes protocolos de treinamentos, empregados para maximizar os ganhos de força em idosos, HARRIS et al. (2004) verificaram o efeito de três protocolos de treinamento durante 18 semanas. Um grupo (G1) realizou o treinamento com 3 séries de 15 repetições máximas (RM); o outro com 3 séries de 9 RM (G2); e o terceiro com 4 séries de 6 RM (G3). Os grupos foram avaliados a cada 6 meses, e ao final de 18 semanas não apresentaram diferenças significativas entre si, para os ganhos de força. Até a primeira avaliação, apenas o G2 e G3 apresentaram diferenças significativas em relação ao grupo controle; entretanto ao final do período total de intervenção, todos os grupos apresentaram diferenças significativas para o grupo controle. Diante disso, concluímos que o protocolo utilizado pelo G1, inicialmente não foi eficiente para proporcionar ganhos de força em curto prazo; entretanto, em longo prazo, todos os protocolos foram eficientes.

Devido às conseqüências funcionais da diminuição de força com o envelhecimento; ao fato de que a manutenção da massa magra (metabolicamente ativa) é fundamental para o balanço energético diário; e de que a massa muscular atua na proteção de um osso mais frágil; o treinamento de força é recomendado pela ACSM (2002) como um importante componente dos programas de condicionamento físico; principalmente para idosos. Os princípios fundamentais do planejamento de um programa de treinamento de força são os mesmos, não importa qual a idade dos participantes. Contudo, há algumas características gerais

de programas de treinamento de força para adultos na terceira idade. As cargas utilizadas variam de 50% a 85% de 1 RM. Normalmente são utilizadas de 1 a 3 séries. (a tolerância de três séries tem sido mostrada até mesmo por idosos mais debilitados). Utiliza-se de 2 a 3 minutos de descanso entre as séries e exercícios. Tempos de descanso menores que 2 minutos são observados quando o treinamento é composto por cargas mais leves (50% a 60% de 1RM), na qual a recuperação é mais rápida. Estudos mostram também que 12 semanas de treinamento de força em adultos na terceira idade, são capazes de proporcionar ganhos significativos de força; tanto para membros superiores quanto para inferiores (FRONTERA et al. 1988; BROWN et al. 1990; JUDGE et al. 1993; FERREIRA et al. 2003b).

O estudo de HOEGER et al. (1990) indicou que um dado número de repetições nem sempre está associado a uma particular porcentagem de 1RM quando realizamos exercícios para diferentes grupos musculares. Os autores verificaram, também, que a predição de 1RM não pode ser generalizada de acordo com o número de repetições realizadas. Grupos musculares maiores podem realizar um maior número de repetições a determinada % de 1RM, em relação a grupos musculares menores com a mesma % de 1RM. Esse método de estabelecer a intensidade, baseada na capacidade de força de cada indivíduo (% 1RM) é definido como intensidade relativa (FRY, 2004). Por outro lado, um método também muito conveniente para quantificar o estresse fisiológico empregado em um treinamento, consiste no maior peso que um indivíduo pode vencer por um

número de repetições predefinido; denominamos esse método de Carga de RM (*RM Loads*) (FRY, 2004).

O treinamento de força com frequência, duração e volume apropriados pode induzir adaptações no músculo esquelético de indivíduos idosos. Em muitos casos, a magnitude dessas adaptações é similar às observadas em indivíduos jovens. Entretanto, o treinamento não é capaz de reverter totalmente os declínios associados à idade na função muscular, ou prolongar permanentemente os benefícios.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. Amostra

Participaram do estudo 72 mulheres divididas em dois grupos: Grupo Jovem (GJ) e Grupo Terceira Idade (GTI), respectivamente, com as seguintes características (n=38 e 34; idade =  $23,08 \pm 2,8$  e  $60,68 \pm 7,16$  anos; estatura =  $163,0 \pm 7,0$  e  $159,0 \pm 5,0$  cm; peso corporal =  $57,60 \pm 7,63$  e  $69,80 \pm 12,65$  kg; IMC =  $21,64 \pm 3,07$  e  $27,45 \pm 4,77$  Kg/m<sup>2</sup>; Gordura Corporal =  $24,55 \pm 5,07$  e  $42,55 \pm 4,75$  %).

As participantes mais velhas foram classificadas como Terceira Idade baseada no referencial teórico expresso por MEINEL (1984) que, utilizando uma classificação baseada no desempenho motor, incluiu como terceira idade adulta aquelas pessoas entre 45-50 até 60-70 anos, quando, via de regra, o desempenho motor apresenta uma crescente diminuição.

As participantes do GTI foram recrutadas das seguintes formas:

- Convite às participantes do Programa de Atividade Física para a Terceira Idade (PROFIT), da UNESP - Campus de Rio Claro;

- Convite por telefone às antigas participantes do Programa de Atividade Física para a Terceira Idade (PROFIT), da UNESP - Campus de Rio Claro;
- Divulgação via mídia impressa e falada do Município de Rio Claro;
- Divulgação através de *folders* nos Grupos de Terceira Idade e academias de ginástica do Município de Rio Claro;
- Comunicação verbal entre amigos.

As participantes do GJ foram recrutadas através do convite verbal realizado pelos membros do Laboratório de Atividade Física e Envelhecimento (LAFE – UNESP – Rio Claro).

#### **4.2. Procedimentos**

As participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICES 1 e 2) referente a cada uma das fases da pesquisa, e o projeto de pesquisa foi, previamente, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências, UNESP, Campus de Rio Claro (CEP-IB-UNESP), em reunião realizada em 11.11.2003 (ANEXO 1).

Após a manifestação de interesse na participação do estudo, as participantes do GTI realizaram um exame clínico com um médico para diagnosticar a existência ou não de problemas de saúde. O critério de exclusão foi não apresentar contra-indicações absolutas ou relativas para as quais não seria recomendável o protocolo de treinamento proposto (PARQmed-X, 2005).

As participantes do GJ e do GTI realizaram as avaliações antropométricas e do nível de atividade física, mas apenas as do GTI realizaram avaliação da força máxima e treinamento com exercícios resistidos.

### **4.3. Protocolos de Avaliação**

#### *4.3.1. Avaliação antropométrica (peso, estatura e gordura corporal)*

Esta avaliação foi realizada no Laboratório de Atividade Física e Envelhecimento (LAFE – UNESP/RC).

A estatura foi mensurada por meio de uma fita métrica metálica e inextensível que era afixada à parede (perpendicular ao solo). A participante estando descalça, se posicionava de costas para a fita; com os pés unidos; os calcanhares, glúteos, coluna dorsal e nuca tocando a fita e; olhar no plano horizontal. O avaliador colocava uma prancha de material leve (medindo 30 cm de largura por 40 cm de comprimento e fixada sobre dois suportes, em forma de esquadro) sobre a cabeça, de modo a assinalar, na fita, o prolongamento da parte superior da cabeça.

O peso e a porcentagem de gordura foram medidos em uma Balança digital marca *Plenna* com sistema de bioimpedância elétrica (BIA) embutido. O referido instrumento tem como principais características: a capacidade de aferição de até 150 Kg e graduação de 100g; taxa de gordura com graduação de 0,1%; amplitude de idade a ser inserida de 10 a 80 anos; e, controle remoto sem fio. Para aferição



da % gordura, além do peso automaticamente coletado, era necessário inserir os seguintes dados do avaliado: estatura (cm), nível de atividade física (AL 3 – padrão), idade (anos) e gênero.

As participantes foram instruídas a seguir o seguinte protocolo para avaliação da composição corporal (ACSM, 2000; HEYWARD & STOLARCZYK, 1996):

- Não comer ou beber água 4 horas antes do teste;
- Não ingerir cafeína 24 horas antes do teste (café, coca-cola, guaraná, chás em geral, chocolate);
- Não ingerir bebidas alcoólicas 24 horas antes do teste;
- Urinar dentro de 30 minutos antes do teste;
- Caso fizesse uso de medicamento diurético, o mesmo deveria ser utilizado somente após a avaliação;
- Realizar o teste no mínimo 5 dias após o término da menstruação.
- Realizar a avaliação com os pés descalços, com mínimo de roupa e sem portar qualquer metal.

#### *4.3.2. Nível de atividade física de membros superiores e inferiores*

Com o objetivo de discriminar o nível de atividade física de membros superiores e inferiores, foi construído o Recordatário das Atividades Diárias (RAD), adaptado do instrumento Bouchard Three-Day Physical Activity Record (BOUCHARD et al., 1983; 1997).

O RAD (APÊNDICE 3) é constituído de três partes a saber:

1ª) FOLHA DE INSTRUÇÕES: expressa o objetivo do recordatário e as instruções detalhadas para preenchimento do mesmo. Possui ainda local para identificação do avaliado (Código) e data de coleta.

2ª) LISTA DE ATIVIDADES DIÁRIAS: Essa lista de atividades foi inspirada nos questionários de nível de atividade física organizados por PEREIRA et al. (1997) e, tem por objetivo abranger todas as possíveis atividades que podem ser realizadas no dia-a-dia, bem como as situações de repouso. Todas as situações foram divididas em:

- a) Predomínio de membros superiores (RAD 1);
- b) Predomínio de membros inferiores (RAD 2);
- c) Sem predomínio definido (RAD 3);
- d) Em repouso sem movimentação (RAD 4).

3ª) TABELA DO RECORDATÁRIO : O instrumento possui ainda um quadro dividido nas horas do dia em intervalos de 15 minutos (adaptado de BOUCHARD et al., 1983). Nesse quadro, o avaliado marcou o número correspondente à atividade que predominou naquele intervalo de tempo de 15 minutos, bem como também a intensidade percebida para aquela atividade. Para melhor compreensão da escala de intensidade, foi atribuída uma caricatura para cada nível (Fácil, médio ou difícil).

As participantes preencheram o RAD por três dias, sendo 2 dias do meio da semana (segunda a sexta-feira), e 1 dia do final de semana (sábado ou domingo).

Os resultados de nível de atividade física e intensidade foram expressos em unidade de tempo (UT) sendo que, 1 UT = 15 minutos.

O RAD inova quanto: a) à discriminação do nível de atividade física entre os membros, pois nenhum outro instrumento até então procurou verificar tal situação; b) à possibilidade de avaliar desde as atividades físicas mais formais às mais espontâneas, as quais variam, provavelmente, bastante diariamente; c) à possibilidade de avaliar, também, os períodos de repouso de um indivíduo.

Conquanto a realização de estudos futuros para análise mais pormenorizada das validade e confiabilidade do RAD seja incentivada, deve ser enfatizado que o RAD foi adaptado do Bouchard Three-Day Physical Activity Record, considerado padrão ouro para análise do nível de atividade física de um indivíduo, ao qual são atribuídos altas confiabilidade ( $r > 0,9$ ) e validade em relação à % de gordura corporal e teste submaximo em cicloergômetros (BOUCHARD et al., 1983).

O RAD preenche a lacuna existente em relação ao nível de atividade física entre os membros superiores e inferiores. Possui boa aplicabilidade e sua utilização pode ser incentivada para estudos de caráter epidemiológico.

#### 4.3.3. Força Máxima

Para avaliar a força máxima, foram utilizados os exercícios para membros superiores - Rosca *Scott* (Flexores do cotovelo) e Tríceps *Pulley* (Extensores do cotovelo), e membros inferiores - Cadeira Extensora (Extensores do joelho) e Mesa Flexora (Flexores do joelho).

Tais exercícios foram escolhidos devido ao fato de recrutarem a ação de vários músculos, podendo, desta forma, melhor mimetizar a execução de AVD, que normalmente, também requerem a ação de mais que um músculo isoladamente.

O teste utilizado foi o de uma repetição máxima (1RM) recomendado pela ACSM (1994, p. 162) e descrito por ROGATTO (1998), como está expresso a seguir:

Passo 1- as participantes foram submetidas a exercícios de alongamento da musculatura a ser testada.

Passo 2- com o objetivo de aquecimento da musculatura a ser testada, foi pedido as voluntárias que realizassem 20 a 30 repetições do movimento com uma carga baixa.

Passo 3- partindo de uma carga relativamente baixa, foi solicitado a cada participante que realizasse 2 repetições do movimento.

Passo 4- foi concedido um intervalo de 5 minutos para a recuperação, para então se seguir uma nova tentativa com uma carga maior.

Passo 5- os passos 3 e 4 foram seguidos até o momento em que o indivíduo não resistindo a carga, realizasse apenas uma repetição, obtendo-se então a carga máxima do exercício, até o máximo de cinco mudanças de carga num mesmo dia. Quando foi necessário mais que cinco mudanças, o teste foi reiniciado no dia seguinte, quando após terem sido executados os passos 1 e 2, a carga inicial foi imediatamente superior à movida no dia anterior.

Com o objetivo de determinar de forma mais rápida e evitar que um número superior a cinco tentativas fosse necessário; as participantes foram instruídas a apontar a sua percepção subjetiva de esforço (PSE) após cada tentativa no teste de 1RM. Para tal foi utilizada a PSE proposta por RASO et al. (2000) apresentada no ANEXO 2.

#### **4.4 Protocolo de treinamento**

O protocolo foi elaborado com base nas recomendações do ACSM (2002) e outros estudos sobre treinamento de força em idosos (EVANS, 1999; FLECK & KRAEMER, 1999; FRY, 2004).

A intensidade do treinamento foi determinada em relação ao número de repetições (Carga de RM); e não ao percentual de 1RM (Carga relativa).

Diante do exposto, o protocolo de treinamento de força utilizado no estudo teve as seguintes características:

- Duração e Frequência: 12 semanas; 3 sessões por semana;
- Duração aproximada da sessão: 40 minutos;
- Séries e repetições: 2 séries (10 a 12 repetições);
- Intervalo entre as séries: 2 minutos;
- Composição da Sessão: 8 exercícios empregando contração muscular concêntrica e excêntrica (peito, costas, ombro, flexores do cotovelo, extensores do cotovelo, flexores do joelho, extensores do joelho e adutores da coxa) (ANEXOS 3).
- Periodização: A participante era sempre estimulada a utilizar uma carga que possibilitasse a realização de no mínimo 10 e, no máximo 12 repetições. Dessa forma, quando para determinada resistência (peso) a ser movida a participante conseguia realizar um número maior que 12 repetições; a resistência era aumentada, para que não mais que 12 repetições pudessem ser realizadas.

#### **4.5 Análise de dados:**

Primeiramente os resultados foram analisados através de estatística descritiva. Para comparação entre o nível de atividade física e intensidade foi utilizado o teste *t* de Student para medidas independentes; para análise dos resultados dos testes de força e os efeitos do treinamento foram utilizados teste *t* de Student para medidas repetidas (pré e pós) e ANOVA *Two-way* (ganho de

força entre membros e movimento articular) adotando sempre um nível de significância para  $p < 0,05$ .

Para comparação dos resultados do Recordatório das atividades diárias (RAD) com os níveis iniciais e os ganhos de força de membros superiores e inferiores, foi utilizada correlação de Pearson para  $p < 0,05$ .

## 5. RESULTADOS

Inicialmente 45 mulheres na terceira idade (GTI) e 38 mulheres jovens (GJ) foram selecionadas para o estudo. Enquanto todas as jovens realizaram as avaliações, apenas 34 mulheres na terceira idade completaram todas as avaliações e participaram com efetividade das 12 semanas de treinamento com exercícios resistidos. Onze (11) participantes do GTI foram excluídas do estudo por número excessivo de faltas (mais que 12 faltas correspondentes a mais que 30% das sessões) devido a motivos diversos, sendo os principais, problemas de saúde na família, mudança no horário de atividade laboral, falecimento de ente próximo e, viagens.

Não foi constatado nenhum abandono por motivo de saúde que tivesse sido provocado pela participação nos treinamentos. Nenhum tipo de lesão ou acidente ocorreu no ambiente de treinamento durante o período das 12 semanas.

As participantes que completaram todo o período de treinamento apresentaram a frequência de participação apresentada na Tabela 1.



**TABELA 1:** Freqüência às sessões de treinamento das participantes do Grupo de Terceira Idade (GTI).

	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
Nº de faltas	34	3,82	2,00
% de faltas		8,19	4,52

Para melhor caracterização da amostra, foram realizadas medidas antropométricas, incluindo gordura corporal pelo método de bioimpedância (BIA), em todas as participantes de ambos os grupos, cujos resultados médios são apresentados na Tabela 2; e os resultados individuais nos Apêndices 4 e 5.

**TABELA 2:** Características etárias e antropométricas das participantes do Grupo Jovem (GJ) e do Grupo de Terceira Idade (GTI)

	<b>GJ (n=38)</b>	<b>GTI (n=34)</b>
<b>Idade (anos)</b>	23,08 ± 2,80	60,68 ± 7,16*
<b>Peso Corporal (Kg)</b>	57,60 ± 7,63	69,80 ± 12,65*
<b>Estatura (cm)</b>	163,00 ± 7,00	159,00 ± 5,00*
<b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	21,64 ± 3,07	27,45 ± 4,77*
<b>Gordura Corporal (%)</b>	24,55 ± 5,07	42,55 ± 4,75*

\* Diferença estatisticamente significativa entre grupos ( $p < 0,01$ ); teste t de Student para medidas independentes.

Todas as participantes (GJ e GTI) responderam a um recordatório das atividades diárias (RAD) durante três dias. Esse período incluía 2 dias do meio da semana e 1 dia de final de semana (sábado ou domingo). Os dias não foram pré-determinados ficando a critério da participante em qual dia preencher o RAD,

desde que cumprida a regra anterior. O objetivo do RAD foi identificar os níveis de atividade física com predominância de membros superiores, membros inferiores, sem predomínio definido de membros e repouso. Os resultados do RAD foram expressos em Unidade de Tempo (UT) sendo que, 1UT corresponde a um períodos de 15 minutos e, estão apresentados, em média, na Tabela 3. Esta última também apresenta o índice RAD1/RAD2 (ISI) que representa o quanto os membros superiores são mais ativos em relação aos inferiores. Os resultados individuais do RAD constam dos Apêndices 6 e 7.

**TABELA 3:** Níveis de atividades diárias com predominância de membros superiores (RAD 1); de membros inferiores (RAD 2); sem predomínio definido (RAD 3); em repouso (RAD 4) e; Índices RAD1/RAD2 (ISI) expressos em unidades de tempo (UT) correspondentes a cada período de 15 minutos; em mulheres jovens (GJ) e na terceira idade (GTI).

	<b>Jovens</b>	<b>Terceira Idade</b>	<b>*p &lt;</b>
<b>RAD 1 (UT)</b>	79,24 ± 24,08	135,33 ± 14,57	0,01
<b>RAD 2 (UT)</b>	30,55 ± 18,57	10,00 ± 6,19	0,01
<b>RAD 3 (UT)</b>	11,61 ± 11,97	3,15 ± 3,60	0,01
<b>RAD 4 (UT)</b>	166,61 ± 22,27	139,45 ± 16,35	0,01
<b>ISI **</b>	4,73 ± 5,97	20,64 ± 16,23	0,01

\* Teste t de Student para medidas independentes. \*\* Média dos valores de ISI individuais.

Além da determinação das atividades diárias, o RAD possibilitou uma análise da percepção subjetiva de esforço na realização das atividades. As participantes foram instruídas a assinalar dentre 3 opções (difícil, médio e fácil),

qual melhor intensidade representava o esforço realizado na execução das atividades, em cada UT. Os resultados médios e individuais da citada percepção estão apresentados na Tabela 4 e Apêndices 8 e 9, respectivamente.

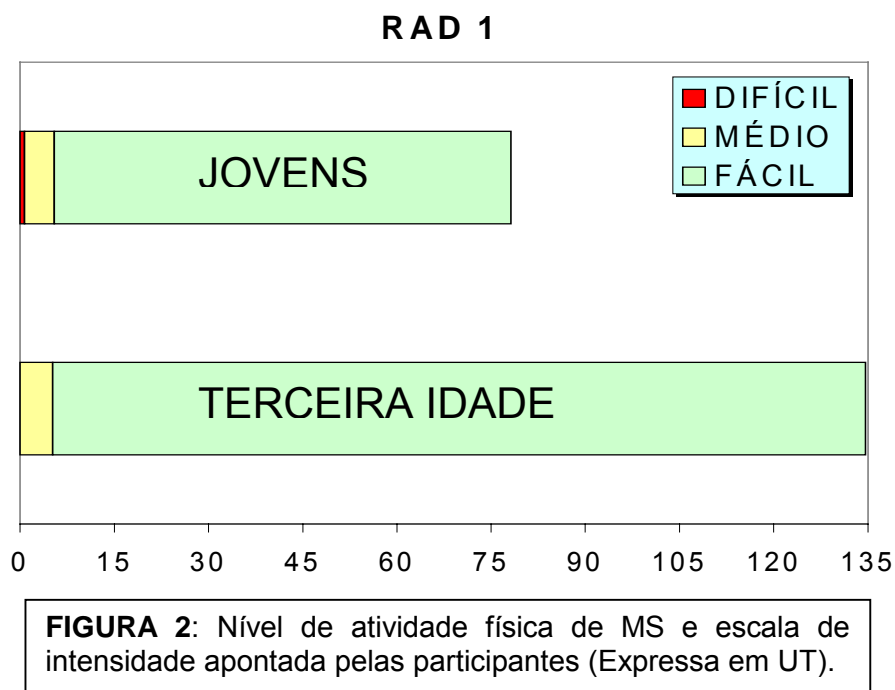
**TABELA 4:** Percepção subjetiva de esforço por nível de intensidade relatada no Recordatório de Atividade Diária (RAD) e expressos em unidades de tempo (UT), em mulheres jovens (GJ) e na terceira idade (GTI).

		RAD		
	PSE	1	2	3
<b>GJ</b>	<b>D</b>	0,72 ± 3,43	0,56 ± 1,10 <sup>b</sup>	1,41 ± 3,94
	<b>M</b>	4,74 ± 7,06	6,46 ± 8,77	4,49 ± 6,28
	<b>F</b>	72,69 ± 24,97 <sup>a</sup>	23,79 ± 19,20 <sup>c</sup>	5,56 ± 8,00 <sup>d</sup>
<b>GTI</b>	<b>D</b>	0,00	0,00 <sup>b</sup>	0,12 ± 0,49
	<b>M</b>	5,85 ± 5,84	3,14 ± 4,19	2,62 ± 2,74
	<b>F</b>	126 ± 20,68 <sup>a</sup>	7,26 ± 4,30 <sup>c</sup>	0,41 ± 1,08 <sup>d</sup>

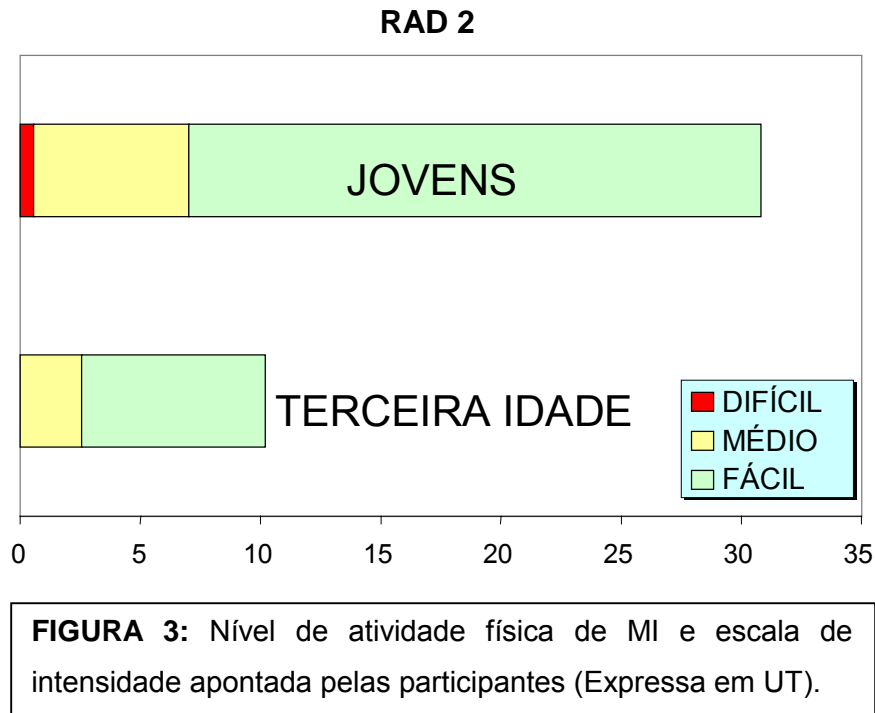
\* D (Difícil); M (Médio), F (Fácil). \* <sup>abcd</sup> = letras iguais, diferenças significativas ( $p < 0,05$ ); teste *t* de Student para medidas independentes.

Para o RAD 1, compreendendo as atividades com predominância do membro superior (MS), o GTI apresentou maior nível de atividade; porém a intensidade relatada pelo GJ foi um pouco maior. Grande parte das atividades de MS realizada pelo GTI foi considerada como fácil (93,5%), enquanto apenas 6,50% das atividades foram consideradas de intensidade média. Entretanto, para o GJ, 1% das atividades foi classificada como difícil, 6,07% como médio e 93,01%

como fáceis. Essas proporções de intensidade percebidas pelas participantes para as atividades e MS estão melhor apresentadas na FIGURA 2.



Em relação às atividades com predominância de membros inferiores (RAD 2), o GTI apresentou um resultado inferior quando comparado ao GJ (Tabela 3). O GTI parece utilizar menos os membros inferiores (MI) na realização das atividades diárias, em relação aos jovens. Além disso, o GJ relatou uma maior intensidade de esforço na realização das atividades com predominância dos MI. Para o GTI, 36,67% das atividades com predominância de MI foram consideradas de intensidade média e, 63,33% de intensidade fácil. Já o GJ, relatou que 1,8% das atividades foram difíceis, 21% médias e, 77,20% fáceis. As jovens além de realizarem um maior número de atividades com predomínio de MI, possivelmente

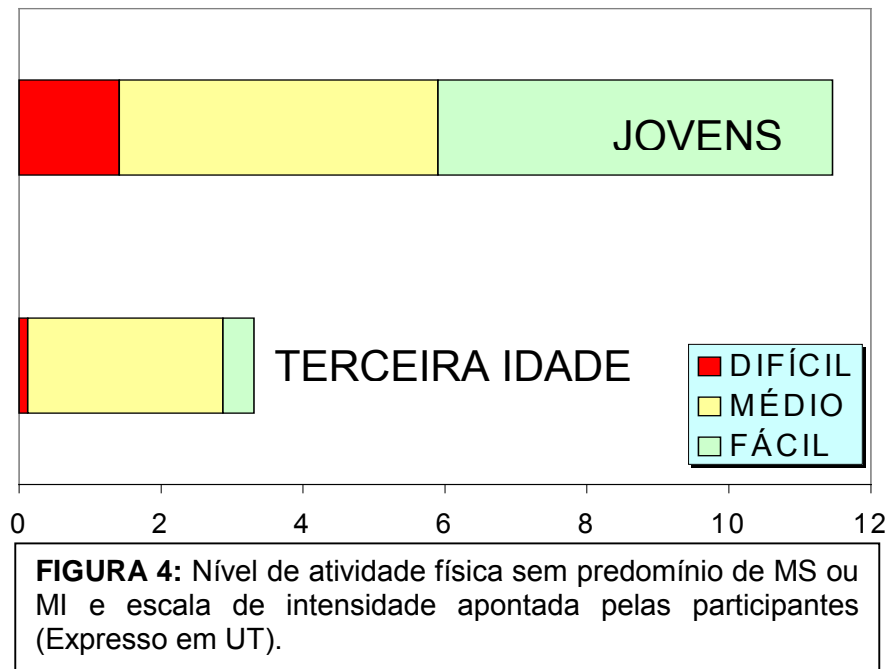


realizam essas atividades de forma mais intensa, como está ilustrado na FIGURA 3.

Quando analisamos os resultados do RAD 3 (Atividades sem predomínio definido), observamos também um maior nível de atividades do GJ (Tabela 3) comparado com GTI. Além disto, comparando-se as atividades de RAD3 com RAD1 e RAD2, ambos os grupos GT reportaram os maiores níveis de intensidade percebidos (GJ = 12,30% das atividades como de execução difícil, 39,15% como médio e 48,55% como fácil) e (GTI = 3,74% difíceis; 83,18% médias e; apenas 13,08% fáceis).

A FIGURA 4 apresenta as proporções de intensidade percebidas por ambos os grupos nas atividades sem predomínio definido entre os membros.

## RAD 3



O RAD também conseguiu distinguir os períodos diários de inatividade (RAD 4). Todas essas situações são classificadas no item RAD 4. As participantes jovens apresentaram maiores períodos de repouso que as participantes da terceira idade (Tabela 3).

O GTI prosseguiu no estudo para realizar avaliações de força máxima (1RM) e participar de um programa de treinamento com exercícios resistidos. As 34 participantes do GTI foram avaliadas pré e pós-treinamento de 12 semanas. Foram avaliados com o teste de 1RM os músculos flexores e extensores do cotovelo; e os músculos flexores e extensores do joelho. O treinamento e as avaliações (pré e pós), foram realizados nos mesmos aparelhos. A Tabela 5 apresenta os resultados médios dos testes de 1RM e a porcentagem de ganho

para cada grupo muscular testado. Os resultados individuais contam dos Apêndices 10 e 11.

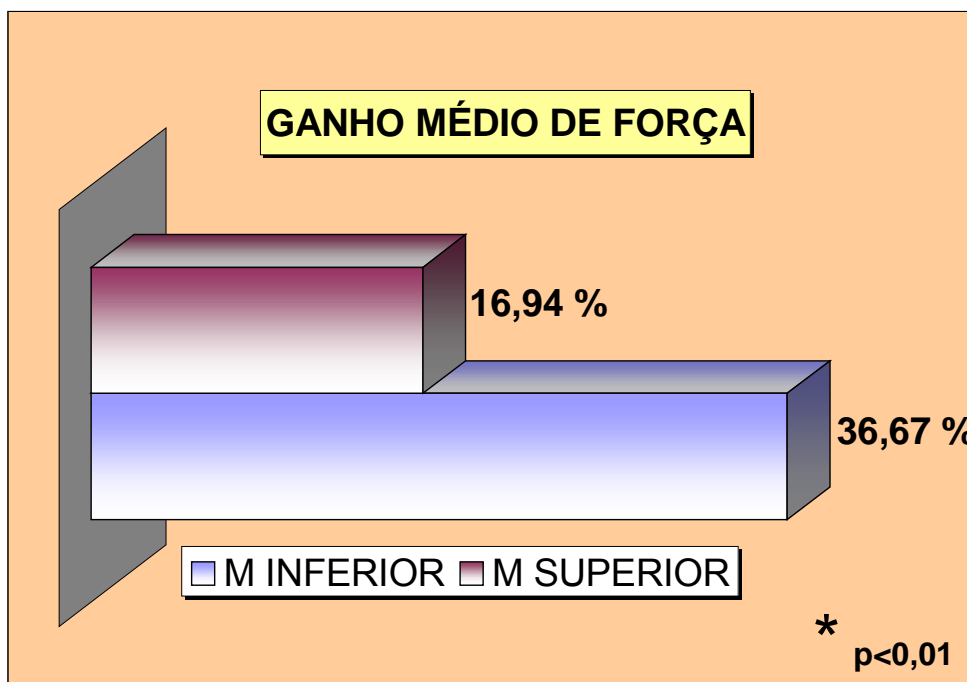
**TABELA 5:** Resultados dos testes de uma repetição máxima (1RM) pré e pós-treinamento de 12 semanas; e porcentagem de ganho de força entre os dois momentos.

	<i>Pré (Kg)</i>	<i>Pós (Kg)</i>	<i>Ganho (%)</i>
<b>Extensores do cotovelo</b>	28,80 ± 5,67	33,00 ± 5,31*	15,82 ± 11,24 <sup>a</sup>
<b>Flexores do cotovelo</b>	14,44 ± 2,71	16,94 ± 3,17*	18,06 ± 12,81 <sup>a</sup>
<b>Extensores do joelho</b>	25,00 ± 8,33	33,71 ± 9,05*	39,20 ± 27,33 <sup>b</sup>
<b>Flexores do joelho</b>	12,71 ± 4,30	16,82 ± 5,36*	34,13 ± 16,80 <sup>b</sup>

*\*diferença significativa entre pré e pós-treinamento; teste t de Student para medidas repetidas. <sup>a b</sup> = letras diferentes expressam diferenças significativas para p<0,01; ANOVA two-way.*

Os resultados mostram a efetividade do treinamento de 12 semanas com exercícios resistidos. Tanto para os músculos dos MS, quanto para o MI, as análises estatísticas revelaram diferenças significativas para os valores pré e pós-treinamento.

Em relação as diferentes ações (flexão e extensão) tanto dos músculos do MS quanto do MI, os resultados de ganho de força não apresentaram diferenças significativas. Entretanto, quando foram comparados os ganhos médios [(flexores + extensores)/2] de cada segmento corporal (MI e MS), observa-se diferenças significativas (p<0,01) entre aqueles segmentos corporais, em favor dos músculos dos membros inferiores, como está ilustrado na FIGURA 5 .

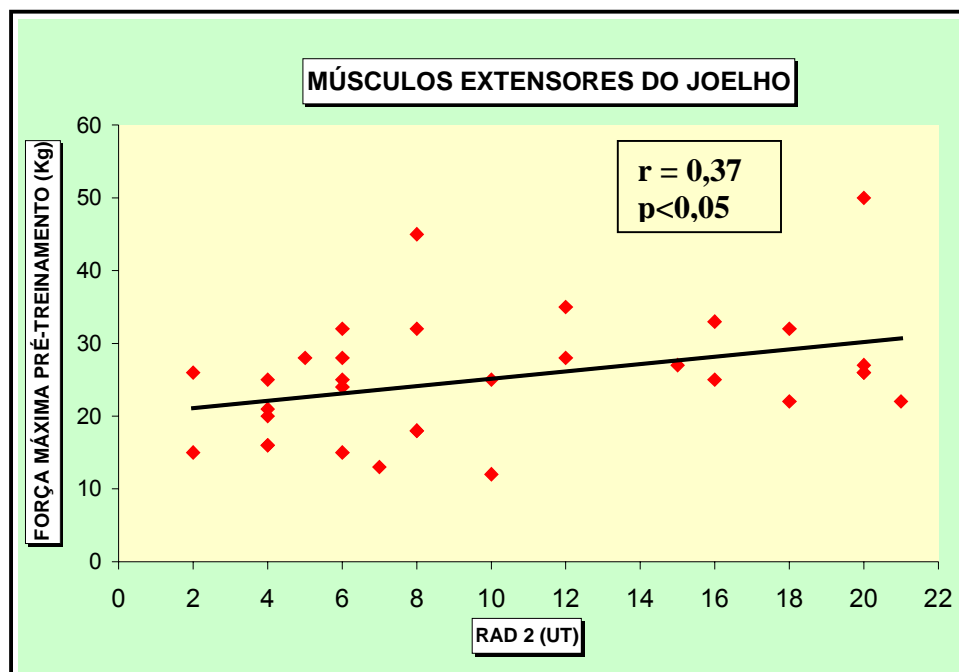


**FIGURA 5:** Porcentagem de aumento de força máxima dos músculos dos membros superiores e inferiores  $[(\% \text{ ganho dos flexores} + \% \text{ ganho dos extensores}) / 2]$ .

Esse ganho de força diferenciado entre membros pode estar associado aos níveis de atividade física e/ou força inicial das participantes. Foi realizada, então, uma análise de correlação entre os níveis de atividade física de MI (RAD 2) de MS (RAD1) com os respectivos valores de força máxima inicial (teste de 1RM pré-treino). Tal análise revelou correlação estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) apenas entre os músculos extensores do joelho e RAD 2 (Figura 6).

Foi julgado importante verificar, também, a correlação entre o nível inicial de força e o ganho obtido após o período de treinamento. Era esperado que as participantes com menores valores iniciais de força obtivessem maiores ganhos, provavelmente por estarem menos ativas.

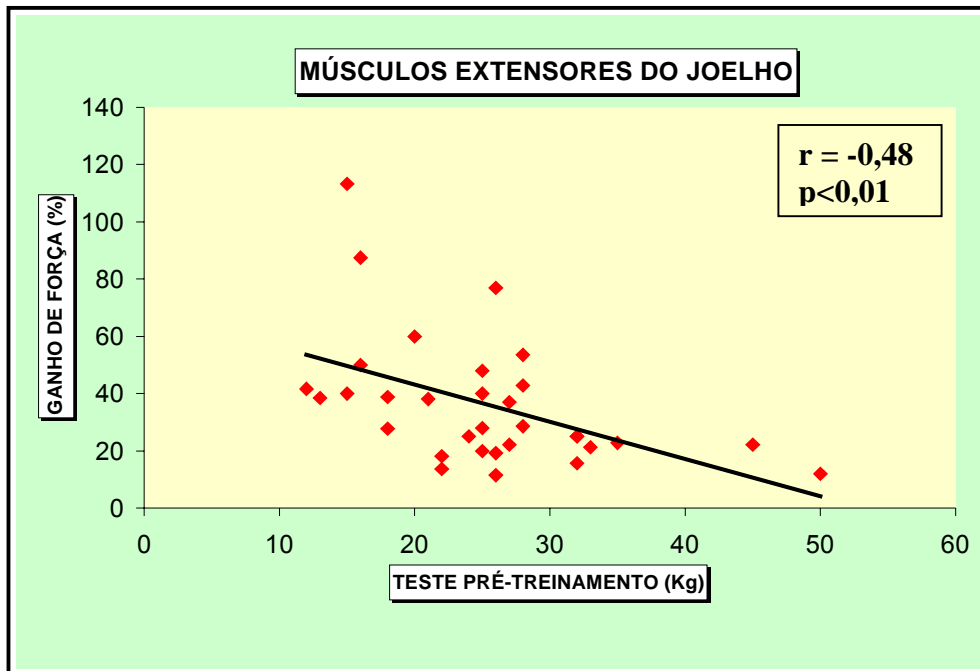




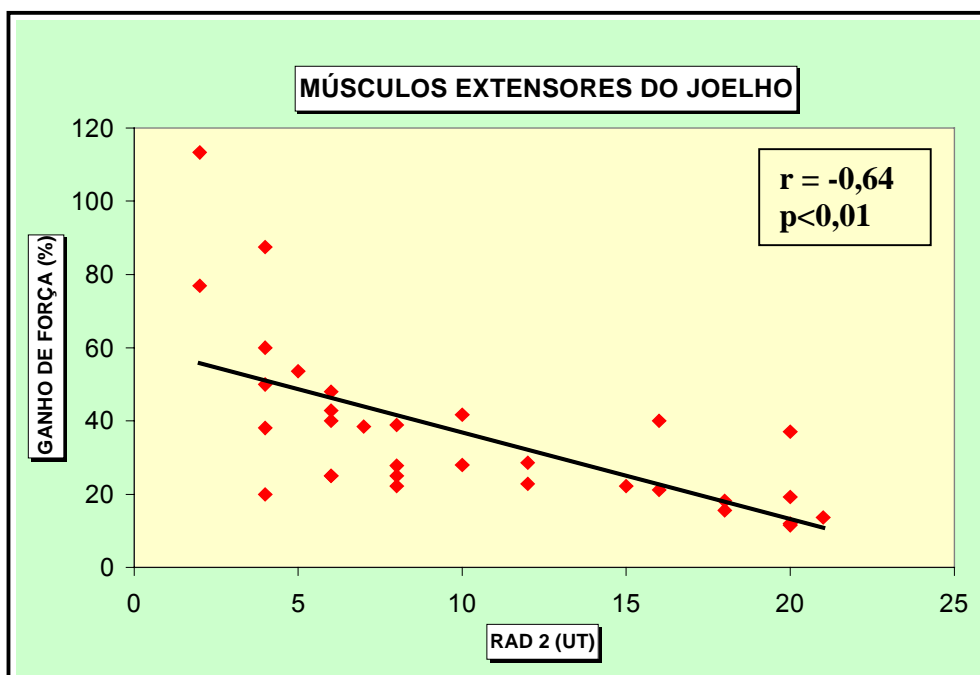
**FIGURA 6:** Correlação entre nível de atividade física de membros inferiores e força máxima dos músculos extensores do joelho.

Tal análise revelou correlação estatisticamente significativa apenas entre a força inicial de extensores de joelho e ganho de força ( $r = -0,48$ ;  $p < 0,01$ ). A Figura 7 ilustra o resultado obtido para essa correlação.

Assim, o ganho de força dos membros inferiores (Tabela 5; Figura 5) está associado tanto ao menor nível inicial de força, particularmente dos extensores (Figura 7), quanto ao menor nível de atividade física (Figura 8), que apresentaram correlação significativa ( $p < 0,01$ ;  $r = -0,64$ ) com o ganho de força dos extensores do joelho; enfatizando-se como anteriormente demonstrado (Tabela 3) que o nível de atividade física de membros inferiores é bastante menor que o de membros superiores.

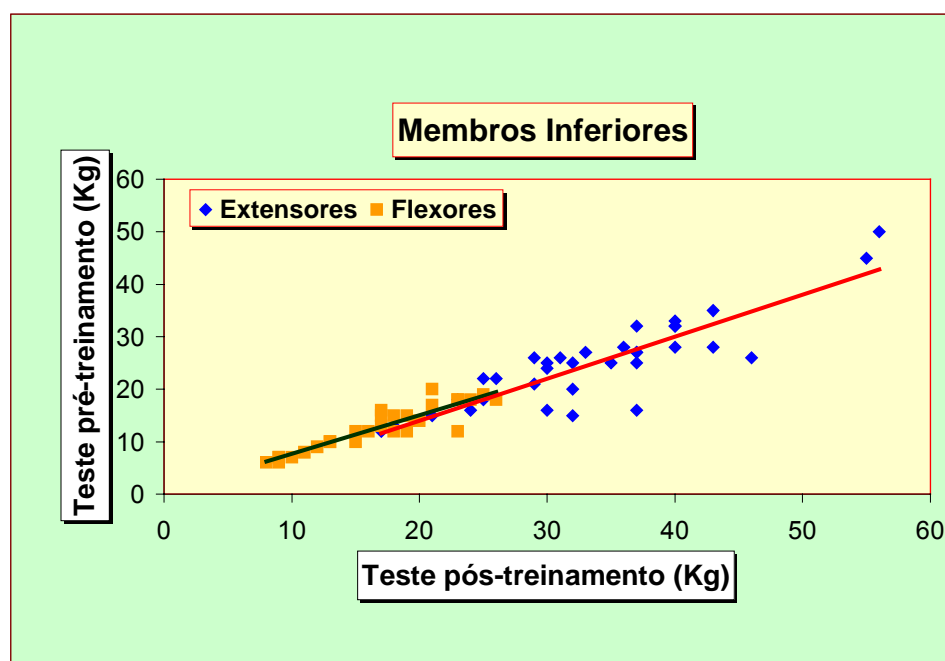


**FIGURA 7:** Correlação entre ganho de força e força máxima inicial dos músculos extensores do joelho.



**FIGURA 8:** Correlação entre ganho de força dos músculos extensores do joelho e nível de atividade física de membros inferiores (RAD 2).

Contudo, apesar das participantes com menores níveis iniciais de força de MI terem obtido maior ganho (Figura 7), no contexto geral essas participantes continuaram, em termos absolutos, sendo mais fracas em relação àquelas que já eram inicialmente mais fortes e que conseqüentemente ganharam menos força. Isso pode ser verificado por meio das altas correlações obtidas entre níveis de força máxima pré e pós-treinamento dos flexores ( $r=0,91$ ) e extensores ( $r=0,86$ ) do joelho, apresentadas na FIGURA 9.



**FIGURA 9:** Correlação entre força máxima inicial (pré) e final (pós) dos músculos dos membros inferiores.

Esses resultados de correlação sugerem que pode haver uma grande distinção entre os níveis de atividade física e força máxima dos membros inferiores das participantes desse estudo. Para verificar tal aspecto, o GTI foi ordenado pela razão entre o nível de atividade física de membros superiores e

inferiores (RAD 1/RAD 2), obtendo-se um índice (ISI) que mostra o quanto uma participante é mais ativa de MS em relação ao MI. A partir desses índices o GTI foi sub-dividido em dois novos grupos:

- GTI 1 (menor nível de atividade de MS em relação à MI)
- GTI 2 (maior nível de atividade de MS em relação à MI)

Os dois sub-grupos mostraram uma predominância na realização de atividades com utilização de membros superiores (ISI), no entanto eles diferiram quanto ao nível de atividade física de MI mas não quanto ao de MS, com o GTI 2 apresentando menor nível de atividade de MI em relação ao GTI 1. Tais resultados constam da TABELA 6.

**TABELA 6:** Idade, níveis de atividades físicas de membros superiores (RAD 1) e inferiores (RAD 2) e; ganho de força dos músculos extensores e flexores do joelho e cotovelo apresentados pelos sub-grupos com menor (GTI 1) e maior (GTI 2) índices RAD1/RAD2 (ISI)

		<b>GTI 1 (n=17)</b>	<b>GTI 2 (n=17)</b>	<b>p&lt;</b>
<b>Idade (anos)</b>		59,87 ± 7,34	61,43 ± 7,57	NS
<b>ISI (UT)</b>		12,43 ± 4,23	44,59 ± 20,59	0,05
<b>RAD 1 (UT)</b>		133,81 ± 15,24	135,43 ± 13,55	NS
<b>RAD 2 (UT)</b>		12,37 ± 5,25	8,00 ± 6,44	0,05
<b>Ganho De Força (%)</b>	<b>Ext joelho</b>	28,61 ± 11,99	44,53 ± 28,08	0,05
	<b>Flex joelho</b>	28,70 ± 13,47	39,46 ± 17,41	NS
	<b>Ext cotovelo</b>	13,13 ± 4,06	15,30 ± 9,60	NS
	<b>Flex cotovelo</b>	16,91 ± 13,27	16,85 ± 9,80	NS

\* Ext = Extensores; Flex= Flexores

\* NS = Não significativos; teste t de Student para medidas independentes

O nível de atividade física de membros inferiores diferenciados entre os grupos está associado aos ganhos, também diferenciados, obtidos com o treinamento. Houve um maior ganho de força dos músculos extensores do joelho, para aquele grupo com menor nível de atividade física de MI em relação ao MS.

## 6. DISCUSSÃO

Os objetivos do estudo foram verificar as diferenças entre o nível de atividade física, incluindo a intensidade, de membros superiores e inferiores, com o envelhecimento; bem como a magnitude de resposta desses membros a um treinamento com exercícios resistidos sobre a força máxima dinâmica em mulheres da terceira idade.

Após análises dos resultados, obtidos por meio do Recordatário Adaptado das Atividades diárias (RAD), foi verificado que houve diferença no nível de utilização dos membros superiores e inferiores com o envelhecimento. Além dessa diferença na utilização dos membros, houve também diferença na intensidade subjetiva percebida para a realização das atividades (TABELAS 3 e 4).

Interessantemente, pois era esperado justamente o inverso, na presente pesquisa o GJ apresentou maior nível de repouso (RAD 4), e conseqüentemente menor nível de atividade física no geral, comparado com GTI (TABELA 3).

Tal resultado é contraditório com aqueles reportados por:

a) HAMDORF et al. (2002) que relataram maior nível de atividade física de australianos de 18 a 59 anos comparados com os de 60 até mais que 85 anos.

b) HUNTER et al. (2001b) que analisaram os dados de 217 mulheres australianas de 20 a 89 anos de idade.

E está de acordo com os resultados reportados por:

a) MONTEIRO et al. (2003) que relataram uma maior frequência de participação em atividades físicas no tempo de lazer de brasileiros, ao longo dos anos e de ambos os sexos, a partir dos 20 anos.

São levantadas duas possíveis explicações para tal contradição: a) a maioria das participantes do GJ era composta por estudantes universitárias, em cursos de regime integral ( $\cong$  8 horas/dia). Como “assistir aula” foi considerada uma condição de repouso físico e foi classificada no item RAD 4; isso elevou o resultado do RAD 4; b) aproximadamente metade das participantes do GTI era composta por participantes regularmente ativas e isto pode ter diminuído o valor de RAD 4 neste grupo.

De maneira original, o presente estudo verificou o nível de atividade física por segmentos corporais. O GTI apresentou menor nível de atividade física de membros inferiores (RAD 2), mas maior para membros superiores (RAD1), conforme mostrado na Tabela 3.

Conquanto não tenham sido encontrados estudos que verificassem o nível de atividade por segmento corporal, tal resultado pode ser considerado como coerente com os achados de: a) BRACH et al. (2004) que ao utilizarem a bateria

de testes *EPESE* que avaliava, especificamente, a performance dos membros inferiores, verificou que as inativas apresentaram uma relevante dificuldade na realização dessa bateria e 49,9% delas apresentava limitações funcionais de membros inferiores; enquanto que para as mais ativas essa porcentagem diminuiu para 28,4%; e b) HAMDORF et al. (2002) que relataram diminuição da realização de caminhada, e conseqüentemente de atividade dos membros inferiores, com o envelhecimento.

Quando analisamos o nível de utilização de membros superiores em relação aos inferiores (Índice RAD1/RAD2), foi verificado que as participantes do GTI apresentaram índices maiores (TABELA 3). Com o envelhecimento, as mulheres realizam cada vez mais atividades de MS; concomitantemente com redução das atividades de MI. Isso é um fator importante e pode contribuir para o declínio maior de força máxima de MI em relação aos MS (IZQUIERDO et al., 1999; FRONTERA et al., 2000).

Por outro lado, o GJ relatou maior percepção subjetiva de esforço, sugerindo que as atividades realizadas pelas jovens foram mais intensas (TABELA 4). Este achado é coerente com os apresentados por: a) HAMDORF et al. (2002) ao relatarem que participantes com idade acima 60 anos apresentaram menor participação em atividades vigorosas e; b) MONTEIRO et al. (2003) que observaram uma maior participação das mulheres em caminhadas e, menores em atividades esportivas (basquetebol, voleibol, natação) e ginásticas, que normalmente são mais intensas.



A importância da intensidade nas atividades diárias pode ser verificada ao se analisar os resultados do estudo de BRACH et al. (2004) demonstrando que os idosos (70 a 79 anos) que se exercitam regularmente seguindo um programa de atividade física, apresentavam altos níveis de função física em relação àqueles idosos que não atendiam nenhum programa, mas mantinham um estilo de vida ativo e, em relação aos inativos. Além disto, os idosos que participavam regularmente de programa de atividades físicas demonstraram maiores níveis de capacidade funcional em relação àqueles que apresentavam gasto energético semanal similar, mas realizam menos atividades intensas.

As maiores intensidades percebidas por GJ e GTI foram observadas na realização de atividades sem predomínio definido de membros superiores ou inferiores (RAD3). Isso se deve ao fato de que as atividades classificadas nesse item podem ser consideradas mais complexas e fisicamente mais exigentes, uma vez que: a) exigem o recrutamento coordenado de vários grupos musculares (MS e MI); b) exigem um maior aporte energético e; c) conseqüentemente exigem uma maior atividade do sistema cardiovascular. Dessa forma, a percepção subjetiva de esforço tende a ser maior em tais atividades.

Os resultados do RAD, associados aos níveis de intensidade, apontam para uma menor utilização dos MI com o envelhecimento (Tabela 3). Vários fatores biológicos são considerados indicativos de desuso muscular dos membros inferiores. A incidência desses fatores e sua relação com o nível de atividade física sobre eles foram sugeridas, mas não investigadas, por: a) COGGAN et al. (1992) que observaram uma menor densidade capilar no músculo gastrocnêmio de

idosos em relação aos jovens. Apesar do músculo estudado ser bastante utilizado no dia-a-dia, os idosos usam menos e em menor intensidade este músculo, o que poderia contribuir para explicar as diferenças encontradas; b) FRONTERA et al. (2000) que também verificaram uma redução na densidade capilar, em outro músculo de MI (vasto lateral), após acompanhamento de 12 anos em idosos que, no início do estudo tinham, em média, 65,4 anos; c) CHILIBECK et al. (1997) que em relação a capilaridade não encontraram diferenças, no músculo vasto lateral de jovens e idosos, ambos com mesmo nível de atividade física; d) LYNCH et al. (1999) que observaram declínio 20% maior na qualidade muscular dos MI em relação ao MS; e) NIKOLIC et al. (2000), que evidenciaram aumento na proporção das fibras do tipo I, e diminuição do tipo II, no músculo vasto lateral; f) KIRKEBY & GARBARSCH (2000), que verificaram atrofia nas fibras do tipo II, devido à perda de neurônios motores, semelhante àquela que ocorre em situações de imobilização por problemas de saúde ou inatividade voluntária; g) KUBO et al. (2003) ao demonstrarem, em mulheres de 20 a 79 anos, que as mais idosas apresentavam menores secções transversais e ângulo de penetração no músculo vasto lateral, mas não no tríceps braquial; h) CHUNG et al. (2005), que ao analisarem o reflexo neuromuscular, observaram que o envelhecimento está principalmente associado à geração de força mais lenta e fraca, talvez por predomínio de fibras lentas; mas não à diminuição na excitabilidade do motoneurônio.

Mesmo não realizando nenhuma medida direta de fatores biológicos, mas demonstrando maior desuso de MI, mas não de MS, com o envelhecimento; os

resultados do RAD estão coerentes com os indicativos biológicos de desuso, apresentados anteriormente.

Os menores níveis de atividade física e de intensidade com o envelhecimento, são parcialmente responsáveis pela diminuição também da força de MI. Essa relação, observada no presente estudo (FIGURA 6), também pode ser verificada, sem contudo controlarem a variável intensidade, nos estudos de: a) HUNTER et al. (2001b), cujos resultados, ao serem utilizados para calcular o declínio percentual tanto do nível de atividade física quanto da força de extensores do joelho, por década, mostram declínio maior da atividade física, nas primeiras décadas (a partir da faixa etária de 20 a 30 anos) e; b) RANTANEN et al. (1999), no qual as participantes moderadamente ativas apresentaram maiores níveis de força em relação às participantes minimamente ativas e inativas.

Os resultados de HUNTER et al. (2000b) sugerem que os indivíduos, ao longo dos anos, tornam-se menos ativos comprometendo seus níveis de força. Se o contrário fosse observado, poder-se-ia sugerir que os indivíduos diminuem seu nível de atividade física em função da perda de força, com o envelhecimento. Ressalte-se que essa relação de causa e efeito entre essas duas variáveis não foi o objetivo principal do estudo. No entanto, os autores sugerem que os indivíduos menos ativos, perdem muita força nos membros inferiores; com isso podem experimentar maiores dificuldades de mobilidade e conseqüentemente aumentam a incidência de quedas. Essas experiências, não muito agradáveis, podem distanciar ainda mais os indivíduos das tarefas diárias e/ou práticas regulares de atividades físicas.

Já a relação entre atividade física e força de MS parece não ser muito evidente. A presente pesquisa encontrou relação, porém não significativa, entre os níveis de atividade física de MS (RAD 1) e força máxima desses membros. Apesar de utilizar a força de preensão manual, diferente do presente estudo que utilizou a força máxima dos extensores e flexores do cotovelo, RANTANEN et al. (1999) também encontraram resultados semelhantes para essa relação.

A avaliação da força máxima (1RM) realizada no presente estudo, pode contribuir para explicar a relação encontrada entre força e atividade física de MI e, a ausência de relação entre atividade física de MS e força desses membros.

Baixos níveis de força de MS são solicitados na realização das atividades diárias; por outro lado, altos níveis de força do MI são constantemente exigidos, uma vez que, esses membros são responsáveis pela sustentação e deslocamento do peso corporal. Com o envelhecimento, os níveis de exigência de força dos MI aumentam, em resposta ao aumento do peso corporal (Tabela 2). Portanto, o tipo de força avaliada pode explicar a relação encontrada para MI e, a ausência de relação para o MS. Os níveis de resistência de força<sup>1</sup> devem apresentar maior relação com o nível de atividade física de MS, uma vez que, esse tipo específico de força é constantemente solicitado nas atividades diárias. Futuras investigações são sugeridas em relação a esse fenômeno.

---

<sup>1</sup> O termo “resistência de força”, conquanto possa ser contestado usando o referencial da Física, é tradicional na área de treinamento físico, na qual é conceituado como “a capacidade de se opor à fadiga no emprego repetido da força, isto é, realizar um esforço relativamente prolongado com emprego de força” (BARBANTI, 1996, p. 55), sendo o termo “resistência”, de forma geral, utilizado para expressar a capacidade de prolongar o tempo de determinado esforço físico (SANTARÉM, 2005).

Uma vez observado que com o envelhecimento e em relação aos MS: a) o nível de atividade física e a intensidade diminuem nos MI; b) os membros inferiores apresentam vários indicativos de desuso; e; ao contrário de MS, menores níveis de atividade física e força de MI estão relacionados; o presente estudo analisou a magnitude de ganho de força entre MS e MI em resposta a um treinamento com exercícios resistidos de 12 semanas, no GTI.

Após as análises dos resultados, foi encontrado um ganho médio de força significativamente ( $p < 0,01$ ) maior para MI (36,67%) em relação a MS (16,94%) (FIGURA 5). Estes resultados estão de acordo com: a) ADAMS et al. (2001) ao verificarem, em mulheres estadounidenses com média de idade de 51 anos, maior ganho de força de MI (99,8%; 1RM no *Leg Press*), em relação aos MS (34,4%; 1RM no *Bench Press*); b) HUNTER et al. (2001b) que, ao analisarem os efeitos de dois tipos de treinamento (resistência alta e variável), observaram ganhos de força maiores em MI em ambos os tipos de treinamento, em idosos de ambos os sexos; c) HARRIS et al. (2004) que, após intervenção de 18 semanas em 3 grupos com diferentes intensidades (2 séries de 15 repetições; 3 x 9 e; 4 x 6), observaram que todos os três grupos apresentaram ganhos de força maiores para MI em relação ao MS.

Entretanto, nenhum dos estudos citados anteriormente discriminou o nível de atividade física inicial dos participantes. Essa variável reveste-se de importância, uma vez que pode determinar a magnitude de ganho de força após um período de treinamento. O desuso muscular diminui a ativação agonista, e aumenta a co-ativação antagonista; sendo dessa forma, determinante no ganho

de força após um período de treinamento. Músculos mais ativos apresentam respostas diferentes a um treinamento, em relação a músculos menos ativos. Isso foi verificado no estudo de HAKKINEN et al. (1998) ao demonstrarem que a co-ativação antagonista do bíceps femoral apresentou-se inalterada em mulheres de meia-idade, normalmente mais ativas; e diminuída nas mulheres idosas, normalmente menos ativas, no teste de 1 RM após treinamento. Um menor nível de atividade física inicial pode explicar os resultados de co-ativação antagonista encontrado nas mulheres idosas.

Os resultados do RAD, encontrados na presente pesquisa, permitem sugerir que os músculos do MI, por permanecerem menos ativos em relação ao MS, apresentam maior ativação dos músculos antagonistas pré-treinamento e, conseqüentemente, podem responder melhor ao teste de 1RM pós-treinamento.

No entanto, em um treinamento com exercícios resistidos, o número de variáveis intervenientes é muito grande. Isso torna muito complexa a comparação de diferentes porcentagens de ganhos de força, nos diferentes estudos. Para efetuar esse tipo de comparação, é preciso levar em consideração diferentes fatores como: a) o método de avaliação; b) o grupo muscular e o movimento testado; c) a intensidade, volume e frequência de treinamento; d) os equipamentos utilizados (máquinas *versus* pesos livres); e) a atenção personalizada ao indivíduo e, f) o estado inicial de condicionamento do sujeito e/ou seus membros (ADAMS et al., 2001; HARRIS et al., 2004).

Em relação ao volume de treinamento, o presente estudo foi desenvolvido com um protocolo de treinamento específico para que não houvesse diferença

entre os membros. Para tal, as participantes treinaram sempre com 2 séries de 10 a 12 RM com apenas 1 exercício para cada grupo muscular testado (Flexores e extensores do cotovelo; flexores e extensores do joelho). Os demais exercícios complementares (costas, adutor da coxa, peitoral e ombro) não envolviam nenhum dos grupos musculares testados, mas foram inseridos para atender as recomendações de programas de tal natureza, bem como, para eticamente não causarem descompensações musculares (ANEXOS 3 a 6).

Quando os ganhos de força para cada um dos quatro grupos musculares testados foram analisados, verificou-se que, entre os flexores e extensores do joelho, não houveram diferenças significativas. O mesmo aconteceu para os flexores e extensores do cotovelo (TABELA 5). Isso indica que o volume e a intensidade de treinamento para todos os grupos musculares testados foram semelhantes.

Enfatizando-se que o presente estudo controlou que: a) os grupos musculares foram treinados nos mesmos aparelhos nos quais foram realizados os testes, e; b) o volume e a intensidade de treinamento foram semelhantes para os todos os grupos musculares testados; discute-se a seguir alguns fatores que possivelmente estão associados ao ganho de força máxima maior de MI comprovado no presente estudo. Dois fatores podem ser destacados, quais sejam: um menor nível de atividade física e/ou um menor nível de força de MI.

Foram encontradas correlações entre os níveis de atividade física e força dos MI no entanto, a correlação foi significativa ( $p < 0,05$ ;  $r = 0,37$ ) apenas para a força dos extensores do joelho (FIGURA 6). Esse resultado corrobora os

encontrados por HUNTER et al. (2001b) que também observaram associação entre o nível de atividade física e a força dos extensores do joelho.

A força dos músculos extensores do joelho, ao contrário dos flexores, está significativamente e, portanto, mais fortemente associada ao nível de atividade física; talvez por uma maior utilização desses músculos na vida diária quando comparado aos músculos flexores do joelho. Em virtude da sua ação antigravitacional (PETRELLA et al., 2005), a função de tais músculos como um dos motores primários da marcha (WINTER, 1997) e, sua grande atuação em atividades como o “sentar e levantar” (PETRELLA et al., 2005); o quadríceps femoral é bastante exigido nas atividades diárias. Ao passo que, os músculos flexores do joelho, se não desempenharem sua ação específica de flexão, parecem manter apenas um tônus antagonista durante as atividades da vida diária.

Outro detalhe importante, é que a especificidade do teste de 1 RM (flexão do joelho) não mimetiza nenhuma das atividades da vida diária; enquanto que o teste de extensão do joelho mimetiza várias atividades (e.g. levantar de uma cadeira, agachar, etc.). Talvez isso explique a preferência pela força dos músculos extensores do joelho, como preditores de nível de atividade física de um indivíduo (RANTANEM et al., 1999; HUNTER et al., 2001b; LAURETANI et al., 2003; BRACH et al., 2004). Além de bom preditores de nível de atividade física, a força dos extensores do joelho pode ser associada a incapacidades motoras (RANTANEM et al., 1999); inatividade física (HAMMDORF et al., 2002) e perda de



mobilidade associada a um aumento no risco de quedas (LAURETANI et al., 2003).

Uma vez detectada a relação entre nível de atividade física e força inicial dos MI, verifica-se se essa última pode estar associada ao ganho de força apresentado pelas voluntárias. Coerente com o axioma do treinamento físico, que sugere que quanto menos treinado mais treinável, foram encontradas correlações significativas ( $p < 0,01$ ;  $r = -0,48$ ) entre a força inicial dos extensores do joelho e seus respectivos ganhos de força (FIGURA 7). Esse resultado indica que o nível de condicionamento inicial pode estar associado aos resultados do treinamento.

Também foi encontrada correlação significativa ( $p < 0,01$ ) entre os níveis iniciais de atividade física e ganho de força dos músculos extensores do joelho ( $r = -0,64$ ), o que não é válido para o ganho de força dos MS. Isso indica que o nível de atividade física também está associado ao ganho de força dos extensores do joelho após um período de treinamento (FIGURA 8).

Desta forma, destacamos que ambos, níveis iniciais de força e atividade física estão associados ao ganho de força dos músculos extensores do joelho, sendo que, essa última apresenta uma associação mais elevada.

Conquanto as correlações encontradas sejam de magnitude moderada, elas são substancialmente mais importantes sob o ponto epidemiológico que para explicação de mecanismos de causa e efeito isoladamente.

Ainda em relação ao MI, as participantes inicialmente mais fracas, ainda que apresentassem maiores ganhos de força, permaneceram mais fracas pós-treinamento em relação às demais participantes (FIGURA 9). Observou-se, dessa

forma, que a amostra do presente estudo é formada por dois grupos bem distintos quanto ao nível de atividade física e força.

Essa distinção foi comprovada ao se dividir o GTI em dois sub-grupos: GTI 1 (n=17) e GTI2 (n=17), pelo critério do índice RAD 1/RAD 2 (ISI) – que expressa a relação quantitativa entre atividades de MS e MI.

A análise mostrou que o GTI 2 apresentou maior ISI; menor nível de atividade física de MI, e maior ganho de força nos músculos extensores do joelho ( $p < 0,05$ ), e nenhuma diferença do nível de atividade física de MS e ganhos de forças dos flexores do joelho e cotovelo e dos extensores do cotovelo (Tabela 6).

Esses resultados indicam que, no GTI, há semelhança entre o nível de atividade física de MS e, diferença para MI; e que, essa diferença está associada ao maior ganho de força máxima dinâmica apresentada pelos músculos extensores do joelho.

## 7. CONCLUSÕES:

Em mulheres normalmente ativas, funcionalmente independentes e residentes na comunidade, com o envelhecimento:

- Ocorre aumento do nível de atividade física de membros superiores e, diminuição nos membros inferiores ;
- Ocorre diminuição da intensidade das atividades físicas, em especial dos membros inferiores;

Em mulheres na terceira idade, normalmente ativas, funcionalmente independentes e residentes na comunidade:

- O menor nível de atividade física de membros inferiores está associado ao maior declínio de força máxima dinâmica dos músculos extensores, mas não dos flexores do joelho;
- O treinamento com exercícios resistidos aumenta diferencialmente a força muscular máxima dinâmica de membros superiores (menor ganho) e inferiores (maior ganho) em mulheres na terceira idade.

Considerados em conjunto os resultados para mulheres jovens e na terceira idade, permitem concluir que a redução diferencial de força máxima entre segmentos corporais, já comprovada na literatura científica, deve-se também a uma alteração diferenciada dos níveis de atividade física e intensidade e, não apenas a alterações morfofisiológicas diferenciadas com o envelhecimento, o que é uma contribuição científica original.

A interpretação dos resultados obtidos permite vislumbrar um substancial nível de aplicabilidade em aspectos fundamentais da administração de programas de condicionamento físico para a população na terceira idade.

Para as fases de diagnóstico e avaliação de um programa de condicionamento físico sugere-se a inclusão das avaliações utilizadas no presente estudo (força máxima e nível de atividade física). Cabe ressaltar que, em termos de avaliação, a contribuição mais original deste estudo, foi a construção, aplicação e disponibilidade de um instrumento (Recordatório de Atividades Diárias -RAD), que possibilita a discriminação do nível de atividade física de diferentes segmentos corporais, o que é de suma importância para idosos. Sugere-se, neste particular, análises mais pormenorizada das validade e confiabilidade do RAD, como temas de pesquisas futuras.

Nas fases de programação e implementação: a) a ênfase deve ser direcionada para o treinamento de membros inferiores, principalmente em relação à força máxima, uma vez que esses membros são progressivamente menos exigidos e perdem mais força com o envelhecimento e fatores a ele associados;

b) a inclusão do protocolo de treinamento utilizado, pois o mesmo resultou em maiores ganhos de força para membros inferiores.

## 8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSM – American College of Sports Medicine. **Prova de Esforço e Prescrição de Exercício**. Rio de Janeiro: Revinter, 1994. 431p.

\_\_\_\_\_. Position stand of the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30, p. 975 –991, 1998.

\_\_\_\_\_. **ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription**. 6 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. 368p.

\_\_\_\_\_. American College of Sports Medicine position statement: progressive models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.34, p. 364-80, p. 2002.

ADAMS, K.J.; SWANK, M.; BERNING, J.M.; SEVENE-ADAMS, P.G.; BARNARD, K.L.; SHIMP-BOWERMAN, J. Progressive strength training in sedentary, older african american women. **Physical fitness and performance**, v.33, n.9, p.1567-76, 2001.

ANDERSEN, J.L.; TERZIS, G.; KRYGER, A. Increase in the coexpression of myosin heavy chain isoforms in skeletal muscle fibers of the very old. **Muscle Nerve**, v.22, p.449-54, 1999.

ANDREOTTI, R.A. **Efeito de um programa de educação física sobre as atividades da vida diária de idosos**. 1999. 124f.. Dissertação (Mestrado). Escola de Educação Física e Esportes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

BARBANTI, V.J. **Dicionário de educação física e do esporte**. São Paulo: Manole, 1994.

BARBOSA, R.A.; SANTARÉM, M.J.; FILHO, J.W.; MEIRELLES, S.E.; MARUCCI, N.F.M. Comparação da gordura corporal de mulheres idosas segundo antropometria, bioimpedância e DEXA. **Arquivos Latinos Americanos de Nutrição**, v.51, p.49-54, 2001.

BHASIN, S. Testosterone supplementation for aging-associated sarcopenia. **The journal of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v.58, n.11, p.1002-8, 2003.

BOUCHARD, C.; TREMBLAY, A.; LeBLANC, C.; LORTIE, G.; SAVARD, R.; THERIAULT, G. A method to assess energy expenditure in children and adults. **American Journal Clinical Nutrition**, v.37, p. 461-467, 1983.

BOUCHARD, C.; TREMBLAY, A.; LeBLANC, C.; LORTIE, G.; SAVARD, R.; THERIAULT, G. Bouchard three-day Physical Activity Record. In: PEREIRA, M.A.; FITZGERALD, S.J.; GREGG, E.W.; JOSWIAK, M.L.; RYAN, W.J.; SUMINSKI, R.R.; UTTER, A.C.; ZMUDA, J.M. A collection of physical activity questionnaires for health-related research. **Medicine & Science in Sports and Exercise**. v.29, n.6, 1997.

BRACH, J.S.; SIMONSICK, E.M.; KRITCHVSKY, S.; YAFFE, K. NEWMAN, A.B. The association between physical function and lifestyle activity and exercise in the health, aging and body composition study. **Journal of American Geriatrics Society**, v. 52, p. 502-9, 2004.

BRANDT, P.W.; COX, R.N.; KAWAI, M.; ROBINSON, T. Regulation of tension in skinned muscle fibers; effect of cross-bridge kinetics on apparent calcium-sensitivity. **The Journal of General physiology**, v.70, p. 997-1016, 1982.



BROWN, A.B.; McCARTNEY, N.; SALE, D.G. Positive adaptations to weight-lifting in the elderly. **Journal of Applied Physiology**, v. 69, p. 1725-1733, 1990.

CAMELI, E.; COLEMAN, R.; REZNICK, A.Z. The biochemistry of aging muscle. **Experiemntal Gerontology**, v.37, p. 477-89, 2002.

CASPERSEN, C.J. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. **Public Health Reports**. v.100, p. 126-31, 1985.

CHARETTE, S.L.; McEVOY, L.; PYKA, G.; SNOW-HARTER, C.; GUIDO, D.; WISWEL, R.A.; MARCUS, R. Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. **Journal of Applied Physiology**, v. 70, p.1912-16, 1991.

CHILIBECK, P.D.; PATERSON, D.H.; CUNNINGHAM, D.A.; TAYLOR, A.W.; NOBLE, E.G. Muscle capillarization, O<sub>2</sub> diffusion distance, and VO<sub>2</sub> kinetics in old and young individuals. **Journal of Applied Physiology**, v.82, p. 63-9.1997.

CHUNG, S.G.; VAN REY, E.M.; BAI, Z.; ROGERS M.W.; ROTH, E.J.; ZHANG, L-Q. Aging-related neuromusuclar changes characterized by tendon reflex system properties. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 86, p. 318-27, 2005.

CLARK, B.A. Testes for fitness in older adults – AAHPERD Fitness task force. **Journal of physical education, recreation and dance**. v.60, n.3, p. 66-71, 1989.

COGGAN, A.R.; SPINA, R.J.; KING, D.S.; ROGERS, M.A.; BROWN, M.; NEMETH, P.M.; HOLLOSZY, J.O. Histochemical and enzymtic comparison of the gastrocnemius muscle of young and elderly men and women. **The journal of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v.47, n.3, p. B71-6. 1992.

CORAZZA, D.I.; GOBBI, S.; STELLA, F. Relação entre o nível de atividade física e sintomas depressivos em idosos institucionalizados. In: Encontro Brasileiro de Fisiologia do Exercício, 2º, 2004, Rio de Janeiro, **Anais..**, 2004.

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

DOHERTY, T.J. Invited review: Aging and sarcopenia. **Journal of Applied Physiology**, v.95, n.4, p. 1717-27, 2003.

**DORLAND'S MEDICAL DICTIONARY**, 24 ed. Toronto: W. B. Saunders, 1982, 669p.

DUTTA, C. Significance of sarcopenia in the elderly. In: SYMPOSIUM "SARCOPENIA: DIAGNOSIS AND MECHANISMS", 1996, Washington. **Annals American Society for Nutritional Sciences**, 1997, p. 992S-993S.

EVANS, W.J.; CAMPBELL, W.W. Sarcopenia and age-related changes in body composition and functional capacity. **The journal of nutrition**, v.123, p. 465-68, 1993.

EVANS, W.J. Exercise training guidelines for the elderly. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.31, n.1, p.12-7, 1999.

EVERSON, K.R.; ROSAMOND, W.D.; CAI, J.; DIEZROUX, A.V.; BRANCATI, F.L. Influence of retirement on leisure-time physical activity: the atherosclerosis risk in communities study. **American Journal of Epidemiology**, v.156, p.692-699, 2002.

FERREIRA, L.; GOBBI, S. Agilidade geral e agilidade de membros superiores em mulheres de terceira idade treinadas e não treinadas. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho humano**, v.5, n.1,p. 46-53, 2003a.

\_\_\_\_\_. Resposta dos músculos flexores do cotovelo e extensores do joelho a um programa de exercícios resistidos em idosos ativos. In: Congresso Brasileiro da Atividade Física & Saúde, 4, 2003, Florianópolis. **Anais**, 2003b.

FERRI, A.; SCAGLIONI, G.; POUSSON, M.; CAPODAGLIO, P.; VAN HOECKE, J.; NARICI, M.V. Strength and power changes of the human plantar flexors and knee extensors in response to resistance training in old age. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.177, n.1, p.69-78, 2003.

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. **JAMA: The Journal of the American Medical Association**. Chicago, v.263, n.22, p. 3029-34, 1990.

FIATARONE-SINGH M. Combined exercise and dietary intervention to optimize body composition in aging. In: HARMAN, D. et al. (eds). Towards prolongation of the healthy life span. **Annals of the New York Academy of Sciences**. vol. 854. New York, New York Academy of Sciences, 1998. p. 378-93.

FLECK S.J.; KRAEMER, W.J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. Porto Alegre: Artmed, 1999. 247p.

FROLKIS, V.V.; MARTYNENKO, O.A.; ZAMOSTYAN, V.P. Aging of the neuromuscular apparatus. **Gerontology**, v.22, p. 244-79, 1976.

FRONTERA, W. R. et al. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. **Journal of Applied Physiology**. v.64, p.1038-44, 1988.

FRONTERA, W.R.; HUGHES, V.A.; FIELDING, R.A.; FIATARONE, M.A.; EVANS, W.J.; ROUBENOFF, R. Aging of skeletal muscle: a 12-years longitudinal study. **Journal of Applied Physiology**, v.88, n.4, p.1321-6, 2000.

FRY, A.C. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. **Sports Medicine**, v.3, n.10, p. 663-679, 2004.

GOBBI, S.; ANSARAH, V.W. Functional fitness for aged people. In: THE INTERNATIONAL CONFERENCE IN PHYSICAL ACTIVITY, FITNESS & HEALTH, 1992, Toronto. **Conference program and poster abstracts**, 1992.

GREENLUND, L.J.S.; NAIR, K.S. Sarcopenia – consequences, mechanisms, and potential therapies. **Mechanisms of ageing and development**, v.124, p.287-99, 2003.

GRIMBY, G.; DANNESKIOLD-SAMSOE, B.; HVID, K.; SALTIN, B. Morphology and enzymatic capacity in arm and leg muscles in 78-81 year old men and women. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.115, p.125-134, 1982.

GRIMBY, G.; SALTIN, B. The aging muscle. **Clinical Physiology**, v.3, p. 209-18, 1983.

HÄKKINEN, K.; KALLINEN, M.; IZQUIERDO, M. JOKELAINEN, K. LASSILA H.; MÄLKIA, E.; KRAEMER, W.J.; NEWTON, R.U.; ALLEN M. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-aged and older people. **Journal of Applied Physiology**, v.84, n.4, p.1341-49, 1998.

HAMDORF, P.; STARR, G.; WILLIAMS, M. A survey of physical-activity levels and functional capacity in older adults in South Australia. **Journal of Aging and Physical Activity**, v.10, p. 281-9, 2002.

HARRIS, C.; DeBELISO, M.A.; SPITZER-GIBSON, T.A.; ADAMS, K.J. The effect of resistance-training intensity on strength-gain response in the older adult. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n.4, p. 833-38, 2004.

HEYWARD, H.V.; STOLARCZYK, M.L. **Avaliação da composição corporal aplicada**. São Paulo: Manole, 1996. 243p.

HOEGER, W.W.K.; HOPKINS, D.R.; BARETTE, S.L.; HALE, D.F. Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum: a comparison between untrained and trained males and females. **Journal of Applied Sport Science Research**, v.4, n.2, p. 47-54, 1990.

HUGHES, V.A.; FRONTERA, W.R.; WOOD, M.; EVANS, W.J.; DALLAL, G.E.; ROUBENOFF, R.; FIATARONE SINGH, M.A. Longitudinal muscle strength changes in older adults: influence of muscle mass, physical activity, end health. **Journal of Gerontology**, v.56, n.5, p. B209-17, 2001.

HUNTER, G.R.; WETZSTEIN, C.J.; MCLAFFERTY, JR, C.L.; ZUCKERMAN, P.A.; LANDERS, K.A.; BAMMAN, M.M. High-resistance versus variable-resistance training in older adults. **Medicine Science in Sports and Exercise**, v.33, n.10, 2001, p. 1759-64, 2001a.

HUNTER, S.K.; THOMPSON, M.W.; ADAMS, R.D. Reaction Time, Strength, and Physical activity in women aged 20 – 89 anos. **Journal of Aging and Physical Activity**, v.9, p. 32-42, 2001b.

IZQUIERDO, M.; IBAÑEZ, J.; GOROSTIAGA, E.; GARRUES, M.; ZÚÑIGA,A.; ANTÓN,A.; LARRIÓN, J.L.; HÄKKINEN, K. Maximal strength and power characteristics in isometric and dynamic actions of the upper and lower extremities in middle-aged and older men. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.167, p.57-68, 1999.

JUDGE, J.O.; UNDERWOOD, M.; GENNOSA, T. Exercise to improve gait velocity in older persons. **Archives of Physical Medicine Rehabilitation**. v.74, p. 400-406, 1993.

KALLMAN, D.A.; PLATO, C.C.; TOBIN, J.D.; The role of muscle loss in the age-related decline of grip strength: cross-sectional and longitudinal perspectives. **Journal of Gerontology**, v.45, p.M82-88, 1990.

KAWAKAMI, Y.; ABE, T.; FUKUNAGA, T. Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscle. **Journal of Applied Physiology**, v.74, n.6, p. 2740-44, 1993.

KAWAKAMI, Y.; ABE, T.; KUNO, S-Y.; FUKUNAGA, T. Training-induced changes in muscle architecture and specific tension. **European Journal of Applied Physiology**, v.72, p. 37-43, 1995.

KIRKEBY, S.; GARBARSCHE, C. Aging affects different human muscles in various ways. A image analysis of the histomorphometric characteristics of fiber types in human masseter and vastus lateralis muscles from young adults and very old. **Histology and histopathology: cellular and molecular biology**, v.15, p. 61-71, 2000.



KLITGAARD, H.; MANTONI, M.; SCHIAFFINO, S.; AUSONI, S.; GORZA, I.; LAURENT-WINTER, C.; SCHNOHR, P.; SALTIN, B. Function, morphology and protein expression of ageing skeletal muscle: a cross-sectional study of elderly men with different training backgrounds. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.140, p.41-54, 1990.

KRISKA, A.M.; CASPERSEN, C.J. Introduction to a collection of physical activity questionnaires. **Medicine Science in Sports and Exercise**, v.29, n.6, p.S5-S9, 1997.

KUBO, K.; KANEHISA, H.; AZUMA, K.; ISHIZU, M.; KUNO, S-Y, OKADA, M.; FUKUNAGA, T. Muscle architectural characteristics in women aged 20-79 years. **Medicine Science in Sports and Exercise**, v.35, n.1, p. 39-44, 2003.

LARSSON, L. Physical training effects on muscle morphology in sedentary males at different ages. **Medicine Science in Sports and Exercise**, v.14, p.203-6, 1982.

LAURETANI, F.; RUSSO, C.R.; BANDINELLI, S.; BARTALI, B.; CAVAZZINI, C.; DI IORIO, A.; CORSI, A.M.; RANTANEN, T.; GURALNIK, J.M.; FERRUCCI, L. Age-associated changes in skeletal muscle and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. **Journal of Applied Physiology**, v.95, p.1851-60, 2003.

LEXELL, J.; TAYLOR, C.; SJOSTROM, M. What is the cause of the aging atrophy? Total number, size and proportion of different fibre types studied in whole vastus lateralis muscle from 15-to 83 year old men. **Journal of Neurology Science**, v.84, p.275-294, 1988.

LYNCH, N.A.; METTER, E.J.; LINDLE, R.S.; FOZARD, J.L.; TOBIN, J.D.; ROY, T.A.; FLEG, J.L.; HURLEY, B.F. Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. **Journal of Applied Physiology**, v.86, n.1, p. 188-94, 1999.

MARCELL, T.J. Sarcopenia: causes, consequences, and preventions. **The journal of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v.58, n.11, p. 1002-8, 2003.

MATSUDO, S.M.; MATSUDO, V.K.R.; NETO, T.L.B. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v.8, n.4, p.21-32, 2000.

MATSUDO, S.M.; NETO, T.L.B.; MATSUDO, V.K.R. Perfil antropométrico de mulheres maiores de 50 anos, fisicamente ativas, de acordo com a idade cronológica - evolução de 1 ano. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v.10, n.2, p.15-26, 2002.

MATSUDO, S.M.; MATSUDO, V.K.R.; NETO, T.L.B.; ARAÚJO, T.L. Evolução do perfil neuromotor e capacidade funcional de mulheres fisicamente ativas de acordo com a idade cronológica. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.9, n.6, p.365-76, 2003.

McDONAGH, M.J.; WHITE, M.J.; DAVIES, C.T. Different effects of ageing on the mechanical properties of human arm and leg muscle. **Gerontology**, v.30, n.1, p.49-54, 1984.

MEINEL, K. **Motricidade II**: o desenvolvimento motor do ser humano. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1984.

MISHRA, S.K.; MISRA, V. Muscle sarcopenia: na overview. **Acta Myologica**, v.22, n.2, p.43-7, 2003.

MONEMI, M.; ERIKSSON, P-O.; ERIKSSON, A.; THORNELL, L-E. Adverse changes in fibre type composition of the human masseter versus biceps brachii muscle during aging. **Journal of Neurological Science**, v.154, p. 35-48, 1998.

MONTEIRO, C.A.; CONDE, W.L.; MATSUDO, S.M.; MATSUDO, V.R. BONSEÑOR, I.M.; LOTUFO, P.A. A descriptive epidemiology of leisure-time physical activity in Brazil, 1996-1997. **Revista Panamericana de Salud Publica / Pan American Journal of Public Health**, v.4, n.4, p. 246-54, 2003.

MORLEY, J.E.; BAUMGARTNER, R.N.; ROUBENOFF, R.; MAYER, J.; NAIR, K.S. Sarcopenia. **The Journal of Laboratory and Clinical Medicine**, v.137, p231-43, 2001.

NIKOLIC, M.; MALMAR-DRAGOJEVIC, D.; BOBINAC, D.; BAJEK, S.; JERKOVIC, R.; SOIC-VRANIC, T. Age-related skeletal muscle atrophy in humans: an immunohistochemical and morphometric study. **Collegium Antropologicum**, v.25, n.2, p. 545-53, 2001.

OKUMA, S.S.; Porque e como avaliar o idoso. In: MATSUDO, S.M.M. **Avaliação do idoso: física e funcional**. Londrina: Midiograf, 2000. 125p.

ONDER, G.; PENNINX, B.W.; LAPUERTA, P.; FRIED, L.P.; OSTIR, G.V.; GURALNIK, J.M.; PAHOR, M. Change in physical performance over time in older women: the Womens's Health and Aging Study. **The journal of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v.57, n.5, p. M289-93, 2002.

PAPALLÉO NETTO, M. **Gerontologia: a velhice e o envelhecimento em visão globalizada**. São Paulo: Atheneu, 2000. 524p.

PARQmed-X. **Net.**. Disponível em [www.csep.ca/pdfs/parmedx.pdf](http://www.csep.ca/pdfs/parmedx.pdf). Acesso em 13.05.05.

PATE, R.R.; PRATT, M.; BLAIR, S.N.; HASKELL, W.L.; MACERA, C.A.; BOUCHARD, C. Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Diseases Control and the American College of Sports Medicine. **JAMA: the journal of the American Medical Association**, v. 273, p. 402-7, 1995.

PEREIRA, M.A.; FITZGERALD, S.J.; GREGG, E.W.; JOSWIAK, M.L.; RYAN, W.J.; SUMINSKI, R.R.; UTTER, A.C.; ZMUDA, J.M. A collection of physical activity questionnaires for health-related research. **Medicine & Science in Sports and Exercise**. v. 29 (Supplement), n.6, 1997.

PETRELLA, J.K.; KIM, J-S.; TUGGLE, S.C.; HALL, S.R.; BAMMAN, M.M. Age difference in knee extension power, contractile velocity, and fatigability. **Journal of Applied Physiology**, v.98, p. 211-220, 2005.

POULIN, M.J.; VANDERVOORT, A.A.; PATERSON, D.H.; KRAMER, J.F.; CUNNINGHAM, D.A. Eccentric and concentric torques of knee and elbow extension in young and older men. **Canadian Journal of Sports Science**, v.17, n.1, p.3-7, 1992.

RANTANEM, T.; GURALNIK, J.M.; SAKARI-RANTALA, R.; LEVEILLE, S.; SIMONSICK, E.M.; LING, S.; FRIED, L.P. Disability, physical activity, and muscle strength in older women: The women`s health and aging study. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.80, p. 130-5, 1999.

RASO, V.; MATSUDO, S.M.M.; MATSUDO, V.K.R. Determinação da sobrecarga de trabalho em exercícios de musculação através da percepção subjetiva de esforço de mulheres idosas: Estudo piloto. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.8, n.1, p.27-34, 2000.

ROGATTO, G.P. **Implicações antropométricas (hipertrofia) e funcionais (nível de força) do treinamento de força nos músculos flexores do cotovelo em idosos**. 1998. 83f. Monografia (Bacharelado em educação física) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1998.

SANTARÉM, J.R. Promoção da saúde do idoso: a importância da atividade física. **.Net.**, Seção artigos para profissionais. Disponível em: <<http://www.saudetotal.com/indice/proafis.htm>. Acesso em: 09 mai. 2005.

SPIRDUSO, W.W. **Physical dimension of aging**. Champaign: Human Kinetics, 1995. 432p.

VISSER, M.; DEEG, D.J.; LIPS, P. Low vitamin D and high parathyroid hormone levels as determinants of loss of muscle strength and muscle mass (sarcopenia): the longitudinal aging study. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v.88, n. 12, p. 5766-72, 2003.

VUORI, I.M. Health benefits of physical activity with special reference to interaction with diet. **Public health nutrition**, n.4, v.2B, p. 517-28, 2001.

WEINECK, J. **Biologia do Esporte**. São Paulo: Ed. Manole LTDA, 1991. 599p.

WHITE, T.P. Skeletal muscle structure and function in older mammals. In: LAMB, D.R.; GISOLF, C.V.; NADEL, E. (Org.) **Perspective in Exercise Science and Sports Medicine: Exercise in Older Adults**. Carmel: Cooper Publishing Group, 1995, 472p.

WINTER, D.A. **The biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathological**, 2<sup>a</sup> ed., University of Waterloo Press: Waterloo/CA, 1991. 143p.

ZAGO, A.S.; POLASTRI, P.F.; VILLAR, R.; SILVA, V.M.; GOOBI, S. Efeitos de um programa geral de atividade física de intensidade moderada sobre os níveis de resistência de força em pessoas da terceira idade. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, Londrina, v.5,n.3, p. 43-51, 2000.

ZAGO, A.S. **Relação do nível de aptidão funcional com os fatores de risco de doenças coronarianas associadas à bioquímica sanguínea e a composição corporal em mulheres ativas de 50 a 70 anos.** 2002. 88f. Dissertação (Mestrado em ciências da motricidade humana) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.



## ABSTRACT

The present study examines the effects of physical activity level and strength training on maximal muscle strength in women during the aging process. Seventy two (72) women were assigned into two groups: Young group (YG) and older group (OG), with the following characteristics (n=38 and 34; age =  $23.08 \pm 2.8$  and  $60.67 \pm 7.16$  years; stature =  $163.0 \pm 6.0$  and  $159.0 \pm 5.0$  cm; body weight =  $57.75 \pm 7.51$  and  $70.72 \pm 12.48$  kg; body fat =  $24.55 \pm 5.06$  and  $43.02 \pm 4.6$  %), respectively. All measurements were significantly different ( $p < 0,01$ ) between groups. The groups answered the Adapted Daily Activities Report (RDA), designed to discriminate the level physical activity and subjective perception of effort intensity for upper limbs (RAD1); lower limbs (RAD2); no prevalence (RAD3); and rest (RAD4). In order to analyse the training effects, the OG attended a twelve - week resistance exercise training protocol. Maximal strengths of the elbow and knee extensors and flexors were assessed (*pre* and *post*) by means of the 1-RM test. The following results were found: a) level physical activity expressed in time units (TU) for the YG and OG, respectively: RAD1 ( $79.24 \pm 24.08$  and  $135.33 \pm 14.57$ ); RAD 2 ( $30.55 \pm 18.57$  and  $10.00 \pm 6.19$ ); RAD3 ( $11.61 \pm 11.97$  and  $3.15 \pm 3.60$ ); RAD 4 ( $166.61 \pm 22.27$  e  $139.45 \pm 16.35$ ). The means difference reached statistical significance ( $p < 0,01$ ) between groups; b) subjective perception of effort intensity: the YG perceived higher levels of effort intensity for RAD1, RAD2 e RAD3 ( $p > 0.01$ ); c) effects of training on maximal strength: The OG improved 15.82

% and 18.06 % for elbow extensors and flexors; and 36.69% and 34.13 % for knee extensors and flexors ( $p < 0.01$ ). The improvements on flexion and extension were not different for the same limb ( $p > 0.05$ ). The increases in strength were different between limbs ( $p < 0.01$ ); d) relationship between physical activity level, maximal strength and strength improvements: Significant correlations were found between RAD 2 and pre-training maximal strength of the knee extensors muscles ( $r = 0.37$ ;  $p < 0.05$ ); pre-training maximal strength and its improvement on knee extensors muscles ( $r = -0.49$ ;  $p < 0.01$ ); and between RAD 2 and maximal-strength improvement on knee extensors muscles ( $r = -0.64$ ;  $p < 0.01$ ). The interpretation of these results leads to the conclusion that the lower physical activity level of lower limbs contributes to explain both, the more pronounced decline on maximal strength and the better training-dependent response in maximal strength of such limbs, compared to upper limbs during the aging process.

**Key words:** Aging, physical activity, upper and lower limbs, strength.

# APÊNDICES

## APÊNDICE 1

### TERMO DE CONSENTIMENTO ESCLARECIDO (Fase I - RAD)

Título da pesquisa: **Efeitos do envelhecimento, do nível de atividade física e do treinamento com exercícios resistidos sobre a força muscular diferenciada entre membros superiores e inferiores em mulheres.**

**Responsável/Orientador:** Prof. Dr. Sebastião Gobbi

**Orientando de Mestrado:** Leandro Ferreira

Tendo sido esclarecida:

- a) Sobre todos os objetivos do estudo e procedimentos envolvidos, visando o desenvolvimento de dissertação de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ciências da Motricidade, do Instituto de Biociências – Unesp - Rio Claro SP;
- b) Que minha participação não envolve riscos ou prejuízos de natureza física e psicológica;
- c) Que está assegurado o sigilo de minha identidade, e as informações serão utilizadas somente para fins de pesquisa;
- d) Que posso retirar-me do estudo a qualquer momento.

Concordo em participar do estudo.

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Participante/Assinatura: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE 2

### TERMO DE CONSENTIMENTO ESCLARECIDO (Fase II)

Título da pesquisa: **Efeitos do envelhecimento, do nível de atividade física e do treinamento com exercícios resistidos sobre a força muscular diferenciada entre membros superiores e inferiores em mulheres.**

Autorizo os responsáveis pelo estudo e seus colaboradores a realizarem alguns testes de exercícios progressivos até o limite sintomático (teste máximo) para determinação da força máxima e resistência de força dos músculos de membros superiores e inferiores. Estes testes facilitarão a avaliação dos níveis de força e auxiliarão na prescrição e avaliação de um programa de treinamento com exercícios resistidos.

Participarei também de um programa de treinamento de 12 semanas devidamente elaborado e adequado às minhas condições. Este programa será supervisionado por profissionais qualificados. Realizarei novamente os testes de força anteriormente mencionados ao término do programa de treinamento.

É de meu conhecimento que serei examinada por um médico antes da realização dos testes e do programa de treinamento e que gozarei de cuidados profissionais especializados e supervisão durante a progressão dos testes e do treinamento.

As perguntas sobre os procedimentos me foram respondidas satisfatoriamente. Fui também informada de que posso retirar-me do estudo a qualquer momento e que os resultados deste testes são confidenciais e não serão divulgados a ninguém, sem minha permissão. No entanto, sem identificação minha, podem ser usados para pesquisas científicas.

Nome da Voluntária:

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE 3

### RECORDATÁRIO DAS ATIVIDADES DIÁRIAS

#### OBJETIVO

Verificar os níveis de atividade física e intensidade de membros superiores e inferiores durante a execução das atividades do dia-a-dia.

#### INSTRUÇÕES:

- ◆ As atividades que podem ser realizadas diariamente estão listadas e numeradas.
- ◆ Este recordatário possui um quadro dividido nas horas do dia em intervalos de 15 minutos e três níveis de intensidade para cada intervalo.
- ◆ Nesse quadro você deve assinalar com um “X” o número correspondente à atividade que predominou naquele intervalo de tempo e outro “X” para a intensidade percebida (difícil, médio ou fácil).

Por exemplo:

No período das 9:00 às 9:15 você estava Tomando Banho.

Ao consultar a lista você verá que Tomando Banho é número **1**. Portanto assinale como no exemplo abaixo:

9:00 – 9:15	<sup>1</sup> X	2	3	4
-------------	-------------------	---	---	---

- ◆ Assinale apenas um número e para cada intervalo de 15 minutos.
- ◆ Observe que você preencherá o recordatário por 3 dias
- ◆ Caso você realize alguma atividade que não conste na lista, por favor anote qual atividade você realizou no verso da folha.

Código do participante: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

**“Avaliador”**

**“Tel”**

<b>1 - Predomínio de Braço</b>		
<b>Trabalhos Domésticos</b>	<b>Atividades de auto cuidado</b>	<b>Trabalhos Manuais (Artísticos)</b>
1 - Limpando o pó	1 - Comendo	1 - Desenhando
1 - Cozinhando	1 - Tomando banho	1 - Pintando
1 - Lavando o carro	1 - Se barbeando	1 - Costurando
1 - Lavando a calçada	1 - Se penteando	1 - Estampando
1 – Lavando/ passando roupa	1 - Vestindo-se	1 - Bordado / Tricô / Croché
1 - Podando árvores	1 - Se lavando	<b>Lazer</b>
1 - Alimentar animais	<b>Trabalhos Manuais</b>	1 - Jogar Vídeo Game
1 - Arrumar à cama	1 - Carregando malas/caixas	1 – Jogos de Tabuleiro
1 – Jardinagem	1 - Operando máquinas	1- Jogar Sinuca/ Bilhar
<b>Profissões</b>	1 - Cortando lenha	1 - Pescar
1 - Motorista	1 - Escrevendo ou digitando	<b>Praticando Esportes:</b>
1 - Trabalhos em laboratórios	1 - Reparando uma grade/cerca	1 – Canoagem
1 – Sapateiro	1 - Escavando manualmente	1 - Tênis de Mesa
1 - Carpinteiro		1 – Iatismo
1 – Mecânico		1 - Golf
1 - Eletricista		1 - Arco e flecha
1 – Pintor		1 – Musculação: Atividade de braço
1 - Balconista		
<b>2 - Predomínio de Perna</b>		
2 - Ciclismo	2 - Caminhar	2 - Pular Corda
2 - Dançar	2 - Futebol	2 - Subir escadas
2 - Correr	2 - Patins / Skate	2 - Office-boy
2 – Aula de <i>Step</i>		2 – Musculação: Atividade de perna
<b>3 - Sem predomínio definido</b>		
3 - Voleibol	3 - Tênis	3 - Artes marciais
3 - Badmington	3 - Nadar	3 - Squash
3 - Remo	3 - Basquetebol	3 - Yoga
3 - Tai Chi	3 - Hidroginástica	3 – Musculação: Atividade de braço e perna
3- Ginástica Localizada	3 - Handebol	
<b>4 – Em repouso sem movimentação</b>		
4 - Lendo	4 – Assistindo aula	4 – Sentado, sem movimentação de braços
4 – Deitado e Dormindo	4 – Deitado, sem dormir	4- Sentado/Ajoelhado (rezando)























## APÊNDICE 4

### RESULTADOS INDIVIDUAIS DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS E GORDURA CORPORAL (GC) DO GRUPO JOVEM (GJ)

Jovens	Idade (anos)	Peso (Kg)	Estat.(m)	IMC	% GC
J1	23	54,8	1,57	22,23	21,3
J2	27	50,3	1,63	18,93	23,7
J3	21	62,3	1,67	22,34	26
J4	28	58,6	1,6	22,89	29
J5	23	47	1,65	17,26	29,1
J6	23	60	1,66	21,77	24,9
J7	21	44,8	1,58	17,95	21,3
J8	25	60,5	1,64	22,49	27,9
J9	26	82,8	1,56	34,02	40,8
J10	21	68,7	1,57	27,87	34,2
J11	26	54,7	1,61	21,10	25,1
J12	24	56,3	1,71	19,25	17,4
J13	26	43,7	1,63	16,45	20,8
J14	20	54	1,54	22,77	24,7
J15	21	60,4	1,66	21,92	20,8
J16	26	62,1	1,73	20,75	24,1
J17	21	59,2	1,79	18,48	15,9
J18	27	59,6	1,7	20,62	24,4
J19	26	66,4	1,72	22,44	24,4
J20	21	58,9	1,66	21,37	25
J21	24	52,8	1,62	20,12	20
J22	20	67,4	1,72	22,78	28,9
J23	20	56,7	1,62	21,60	22,3
J24	21	53,5	1,69	18,73	18,4
J25	24	55,2	1,55	22,98	27,1
J26	21	50,5	1,6	19,73	21
J27	21	52,3	1,54	22,05	21,6
J28	21	56,6	1,57	22,96	28,6
J29	20	52,9	1,55	22,02	16,2
J30	20	48	1,59	18,99	21,7
J31	20	58,9	1,71	20,14	20,5
J32	25	67,1	1,75	21,91	22,2
J33	20	53,2	1,56	21,86	26,8
J34	21	71,8	1,62	27,36	31,3
J35	29	55,9	1,57	22,68	31,7
J36	25	60,2	1,7	20,83	20,4
J37	21	52	1,6	20,31	24,8
J38	28	58,6	1,62	22,33	28,7

<b>Média</b>	23,08	57,60	1,63	21,64	24,55
<b>Desvio Padrão</b>	2,79	7,63	0,07	3,07	5,07

Estat. = Estatura

IMC = Índice de Massa Corporal (Kg/m<sup>2</sup>)

## APÊNDICE 5

### RESULTADOS INDIVIDUAIS DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS E GORDURA CORPORAL (GC) DO GRUPO DA TERCEIRA IDADE (GTI)

<b>Voluntárias</b>	<b>Idade (anos)</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Estat.(m)</b>	<b>IMC</b>	<b>% GC</b>
TI1	76	68	1,65	24,71	41,2
TI2	52	82,3	1,61	31,75	42,7
TI3	76	53,3	1,58	21,35	39,2
TI4	69	59,3	1,61	22,88	38
TI5	58	98,1	1,59	38,76	45,7
TI6	76	77	1,6	29,85	49,3
TI7	60	75	1,62	28,58	45,3
TI8	72	67,6	1,59	26,61	44,3
TI9	54	57	1,61	21,99	41,1
TI10	55	82	1,62	31,25	42,6
TI11	50	83,9	1,56	34,48	44,2
TI12	57	63	1,68	22,32	35,7
TI13	62	62,5	1,6	24,41	38,7
TI14	54	95	1,7	32,87	48,1
TI15	59	87,3	1,55	36,01	47,3
TI16	58	52	1,49	23,42	36,2
TI17	55	71	1,59	28,08	42,8
TI18	68	64,3	1,56	26,35	40,5
TI19	59	83,7	1,56	34,35	46,8
TI20	58	63	1,57	25,56	49,3
TI21	53	76,1	1,64	28,19	40,3
TI22	51	53,1	1,54	22,39	42,6
TI23	58	45,5	1,63	17,13	34,2
TI24	54	66	1,64	24,39	36,5
TI25	63	56	1,53	23,92	39,1
TI26	64	81,3	1,59	32,16	49,5
TI27	65	63,6	1,56	25,90	48,1
TI28	60	53,9	1,53	23,03	32,1
TI29	61	71,9	1,56	29,54	45,4
TI30	62	73,8	1,58	29,56	42,8
TI31	58	76,8	1,59	30,38	52,3
TI32	66	76,6	1,64	28,38	41,6
TI33	54	71	1,72	24,00	41,8
TI34	66	62,3	1,47	28,83	41,5
<b>Média</b>	60,68	69,80	1,59	27,45	42,55
<b>Desvio Padrão</b>	7,16	12,65	0,05	4,77	4,75

Estat. = Estatura

IMC = Índice de Massa Corporal (Kg/m<sup>2</sup>)

**APÊNDICE 6**  
**RESULTADOS INDIVIDUAIS DO RECORDATÁRIO DAS ATIVIDADES DIÁRIAS (RAD) DO**  
**GRUPO JOVEM (GJ)**

<b>Jovens</b>	<b>RAD 1</b>	<b>RAD 2</b>	<b>RAD 3</b>	<b>RAD 4</b>	<b>ISI</b>
J1	92	23	17	156	4,00
J2	98	8	0	182	12,25
J3	56	11	2	219	5,09
J4	103	3	13	169	34,33
J5	57	50	16	165	1,14
J6	78	46	20	144	1,70
J7	133	10	4	141	13,30
J8	90	30	0	168	3,00
J9	62	33	18	175	1,88
J10	60	15	2	211	4,00
J11	122	31	0	135	3,94
J12	75	39	35	139	1,92
J13	103	32	5	148	3,22
J14	83	26	0	179	3,19
J15	101	13	7	167	7,77
J16	120	18	4	146	6,67
J17	103	28	0	157	3,68
J18	79	15	4	190	5,27
J19	75	6	38	169	12,50
J20	63	13	28	184	4,85
J21	75	20	10	183	3,75
J22	56	78	0	154	0,72
J23	65	25	14	184	2,60
J24	103	37	17	131	2,78
J25	55	16	34	183	3,44
J26	82	8	1	197	10,25
J27	39	34	23	192	1,15
J28	51	26	38	173	1,96
J29	68	33	0	187	2,06
J30	45	49	26	168	0,92
J31	38	62	11	177	0,61
J32	85	51	13	139	1,67
J33	87	35	0	166	2,49
J34	71	56	21	140	1,27
J35	93	45	0	150	2,07
J36	73	72	4	139	1,01
J37	121	16	16	135	7,56
J38	51	48	0	189	1,06

<b>Média</b>	79,24	30,55	11,61	166,61	4,73
<b>Desvio Padrão</b>	24,08	18,57	11,97	22,27	5,97

RAD 1 = Atividades com predomínio de membro superior.

RAD 2 = Atividades com predomínio de membro inferior.

RAD 3 = Atividades sem predomínio definido.

RAD 4 = Em repouso, sem movimentação.

## APÊNDICE 7

### RESULTADOS INDIVIDUAIS DO RECORDATÁRIO DAS ATIVIDADES DIÁRIAS (RAD) DO GRUPO DA TERCEIRA IDADE (GTI)

Terceira Idade	RAD 1	RAD 2	RAD 3	RAD 4	ISI
TI1	145	12	6	125	12,08
TI2	136	8	0	144	17,00
TI3	115	7	0	166	16,43
TI4	120	6	0	162	20,00
TI5	140	8	4	136	17,50
TI6	126	4	0	158	31,50
TI7	110	18	0	160	6,11
TI8	133	16	4	135	8,31
TI9	128	4	0	156	32,00
TI10	144	6	4	134	24,00
TI11	141	20	4	123	7,05
TI12	121	20	8	139	6,05
TI13	180	24	1	76	7,50
TI14	91	5	14	178	18,20
TI15	135	8	0	145	16,88
TI16	134	12	4	138	11,17
TI17	133	10	0	145	13,30
TI18	128	6	4	150	21,33
TI19	145	4	2	137	36,25
TI20	139	6	4	139	23,17
TI21	140	20	4	124	7,00
TI22	140	2	4	142	70,00
TI23	168	6	8	106	28,00
TI24	119	10	4	155	11,90
TI25	139	16	8	125	8,69
TI26	145	4	0	139	36,25
TI27	152	21	0	115	7,24
TI28	158	4	0	126	39,50
TI29	156	15	12	105	10,40
TI30	138	20	4	126	6,90
TI31	133	18	0	137	7,39
TI32	144	2	0	142	72,00
TI33	135	8	4	141	16,88
TI34	135	4	0	149	33,75
<b>Média</b>	135,33	10,00	3,15	139,45	20,64
<b>Desvio Padrão</b>	14,57	6,19	3,60	16,35	16,23

RAD 1 = Atividades com predomínio de membro superior.

RAD 2 = Atividades com predomínio de membro inferior.

RAD 3 = Atividades sem predomínio definido.

RAD 4 = Em repouso, sem movimentação.

## APÊNDICE 8

### RESULTADOS INDIVIDUAIS DA INTENSIDADE SUBJETIVA PERCEBIDA DO RECORDATÁRIO DE ATIVIDADES DIÁRIAS (RAD) NO GRUPO JOVEM (GJ)

	RAD1			RAD2			RAD 3			SOMA		
	D	M	F	D	M	F	D	M	F	1	2	3
J1	0	4	45	0	23	24	0	0	0	49	47	0
J2	1	6	85	1	3	19	0	3	14	92	23	17
J3	21	19	58	0	3	5	0	0	0	98	8	0
J4	0	0	56	0	4	7	0	2	0	56	11	2
J5	5	10	88	3	0	0	6	1	6	103	3	13
J6	0	3	54	0	7	43	0	0	19	57	50	19
J7	0	0	78	0	0	46	0	15	5	78	46	20
J8	0	1	132	1	3	6	0	4	0	133	10	4
J9	0	19	71	0	0	30	0	0	0	90	30	0
J10	0	8	54	0	1	32	1	5	12	62	33	18
J11	0	0	60	0	0	15	0	2	0	60	15	2
J12	0	0	122	0	0	31	0	0	0	122	31	0
J13	0	0	103	0	6	27	2	2	1	103	33	5
J14	0	0	83	0	6	20	0	0	0	83	26	0
J15	0	3	98	2	3	8	1	6	0	101	13	7
J16	0	0	103	0	0	28	0	0	0	103	28	0
J17	0	0	79	0	7	8	0	0	4	79	15	4
J18	0	0	75	0	0	6	0	6	32	75	6	38
J19	0	6	69	3	30	6	6	25	4	75	39	35
J20	0	15	48	2	10	1	8	20	0	63	13	28
J21	0	0	75	0	4	16	1	0	9	75	20	10
J22	0	0	56	0	0	78	0	0	0	56	78	0
J23	0	0	65	0	4	21	0	6	8	65	25	14
J24	0	0	103	3	3	31	0	0	17	103	37	17
J25	0	0	55	4	0	12	22	11	1	55	16	34
J26	0	0	61	2	7	39	0	7	0	61	48	7
J27	0	0	82	0	8	0	0	0	1	82	8	1
J28	0	0	39	0	0	34	6	0	17	39	34	23
J29	0	13	38	0	5	21	0	11	27	51	26	38
J30	0	0	98	0	0	11	0	0	0	98	11	0
J31	1	22	45	0	20	13	0	0	0	68	33	0
J32	0	24	21	0	35	14	0	20	6	45	49	26
J33	0	0	38	0	0	62	0	6	5	38	62	11
J34	0	3	82	0	25	26	0	7	6	85	51	13
J35	0	6	81	0	11	24	0	0	0	87	35	0
J36	0	3	68	0	2	54	2	6	13	71	56	21
J37	0	16	77	1	10	34	0	0	0	93	45	0
J38	0	4	69	0	0	72	0	4	0	73	72	4
J39	0	0	121	0	12	4	0	6	10	121	16	16

<b>Soma</b>	28	185	2835	22	252	928	55	175	217	3048	1202	447
<b>%</b>	0,92	6,07	93,01	1,83	21	77,20	12,30	39,15	48,55			
	0,72	4,74	72,69	0,56	6,46	23,79	1,41	4,49	5,56	<b>MÉDIA</b>		
	3,43	7,06	24,97	1,10	8,77	19,20	3,94	6,28	8,00	<b>DESVIO PADRÃO</b>		

\* **D** = Difícil; **M** = Médio; **F** = Fácil

**APÊNDICE 9**  
**RESULTADOS INDIVIDUAIS DA INTENSIDADE SUBJETIVA PERCEBIDA DO**  
**RECORDATÁRIO DE ATIVIDADES DIÁRIAS (RAD) NO GRUPO DA TERCEIRA**  
**IDADE (GTI).**

	RAD 1			RAD 2			RAD 3			SOMA		
	D	M	F	D	M	F	D	M	F	1	2	3
TI1	0	25	120	0	6	6	0	4	2	145	12	6
TI2	0	6	130	0	4	4	0	0	0	136	8	0
TI3	0	0	115	0	4	3	0	0	0	115	7	0
TI4	0	0	120	0	0	6	0	0	0	120	6	0
TI5	0	0	140	0	2	6	0	4	0	140	8	4
TI6	0	4	122	0	0	4	0	0	0	126	4	0
TI7	0	2	108	0	8	10	0	0	0	110	18	0
TI8	0	4	129	0	2	14	0	4	0	133	16	4
TI9	0	10	118	0	0	4	0	0	0	128	4	0
TI10	0	8	136	0	0	6	0	4	0	144	6	4
TI11	0	8	133	0	8	12	0	4	0	141	20	4
TI12	0	0	121	0	8	12	0	8	0	121	20	8
TI13	0	14	102	0	21	3	0	1	0	166	24	1
TI14	0	0	91	0	0	5	2	8	4	91	5	14
TI15	0	6	129	0	2	6	0	0	0	135	8	0
TI16	0	4	130	0	4	8	0	4	0	134	12	4
TI17	0	0	133	0	4	6	0	0	0	133	10	0
TI18	0	8	120	0	2	4	0	4	0	128	6	4
TI19	0	6	139	0	0	4	0	0	2	145	4	2
TI20	0	8	131	0	0	6	0	4	0	139	6	4
TI21	0	0	140	0	4	16	0	4	0	140	20	4
TI22	0	8	132	0	0	2	0	4	0	140	2	4
TI23	0	4	164	0	0	6	0	4	4	168	6	8
TI24	0	0	119	0	0	10	0	4	0	119	10	4
TI25	0	8	131	0	2	14	0	8	0	139	16	8
TI26	0	8	137	0	0	4	0	0	0	145	4	0
TI27	0	0	152	0	8	13	0	0	0	152	21	0
TI28	0	19	40	0	4	0	0	0	0	139	4	0
TI29	0	2	154	0	4	11	2	8	2	156	15	12
TI30	0	12	126	0	4	16	0	4	0	138	20	4
TI31	0	0	133	0	6	12	0	0	0	133	18	0
TI32	0	4	140	0	0	2	0	0	0	144	2	0
TI33	0	6	129	0	0	8	0	4	0	135	8	4
TI34	0	15	120	0	0	4	0	0	0	135	4	0

<b>Soma</b>	0	279	4284	0	143	247	4	89	14	4582	390	107
<b>%</b>	0	6,5	93,50	0,00	36,67	63,33	3,74	83,18	13,08			

0	5,85	126	0	3,14	7,26	0,12	2,62	0,41	<b>MÉDIA</b>
0	5,84	20,68	0	4,19	4,30	0,48	2,74	1,08	<b>DESVIO PADRÃO</b>

\* **D = Difícil; M = Médio; F= Fácil**

## APÊNDICE 10

### RESULTADOS INDIVIDUAIS DOS TESTES DE FORÇA MÁXIMA DINÂMICA (KG) DOS MÚSCULOS EXTENSORES E FLEXORES DO COTOVELO E PORCENTAGEM DE GANHO NO GRUPO DA TERCEIRA IDADE (GTI)

Terceira Idade	EXTENSORES			FLEXORES		
	Pré	Pós	Ganho (%)	Pré	Pós	Ganho (%)
TI1	31	36	16,13	17	20	17,65
TI2	30	33	10,00	19	22	15,79
TI3	23	27	17,39	7	11	57,14
TI4	28	28	0,00	15	14	-6,67
TI5	35	39	11,43	17	18	5,88
TI6	31	35	12,90	15	18	20,00
TI7	28	31	10,71	13	17	30,77
TI8	31	34	9,68	15	18	20,00
TI9	30	32	6,67	13	15	15,38
TI10	28	32	14,29	13	16	23,08
TI11	30	35	16,67	17	19	11,76
TI12	33	35	6,06	17	22	29,41
TI13	20	33	65,00	13	20	53,85
TI14	30	35	16,67	18	22	22,22
TI15	23	27	17,39	12	14	16,67
TI16	36	41	13,89	13	15	15,38
TI17	33	38	15,15	13	16	23,08
TI18	28	35	25,00	14	16	14,29
TI19	20	24	20,00	11	11	0,00
TI20	38	43	13,16	15	18	20,00
TI21	38	40	5,26	17	18	5,88
TI22	38	40	5,26	21	24	14,29
TI23	21	27	28,57	11	14	27,27
TI24	21	25	19,05	11	13	18,18
TI25	33	37	12,12	15	19	26,67
TI26	23	27	17,39	13	15	15,38
TI27	26	29	11,54	11	11	0,00
TI28	28	33	17,86	15	18	20,00
TI29	33	38	15,15	15	18	20,00
TI30	38	40	5,26	15	15	0,00
TI31	28	31	10,71	17	19	11,76
TI32	24	33	37,50	15	17	13,33
TI33	23	26	13,04	14	16	14,29
TI34	19	23	21,05	14	17	21,43
<b>MÉDIA</b>	28,80	33,00	15,82	14,44	16,94	18,06
<b>DESVIO PADRÃO</b>	5,67	5,31	11,24	2,71	3,17	12,81

## APÊNDICE 11

RESULTADOS INDIVIDUAIS DOS TESTES DE FORÇA MÁXIMA DINÂMICA (KG)  
DOS MÚSCULOS EXTENSORES E FLEXORES DO JOELHO E PORCENTAGEM  
DE GANHO NO GRUPO DA TERCEIRA IDADE (GTI)

Terceira Idade	EXTENSORES			FLEXORES		
	Pré	Pós	Ganho (%)	Pré	Pós	Ganho (%)
TI1	35	43	22,86	-	-	-
TI2	45	55	22,22	19	25	31,58
TI3	13	18	38,46	-	-	-
TI4	24	30	25,00	6	8	33,33
TI5	32	40	25,00	-	-	-
TI6	20	32	60,00	-	-	-
TI7	32	37	15,63	12	18	50,00
TI8	33	40	21,21	17	21	23,53
TI9	16	30	87,50	7	10	42,86
TI10	32	40	25,00	18	24	33,33
TI11	27	37	37,04	18	26	44,44
TI12	50	56	12,00	14	20	42,86
TI13	16	37	131,25	12	19	58,33
TI14	28	43	53,57	20	21	5,00
TI15	18	25	38,89	10	13	30,00
TI16	28	36	28,57	18	23	27,78
TI17	25	32	28,00	9	12	33,33
TI18	28	40	42,86	18	23	27,78
TI19	21	29	38,10	-	-	-
TI20	25	37	48,00	7	9	28,57
TI21	26	31	19,23	10	13	30,00
TI22	26	46	76,92	12	23	91,67
TI23	15	21	40,00	7	9	28,57
TI24	12	17	41,67	6	9	50,00
TI25	25	35	40,00	15	18	20,00
TI26	25	30	20,00	13	17	30,77
TI27	22	25	13,64	12	15	25,00
TI28	27	37	37,04	15	17	13,33
TI29	27	33	22,22	15	19	26,67
TI30	26	29	11,54	16	17	6,25
TI31	22	26	18,18	10	15	50,00
TI32	15	32	113,33	-	-	-
TI33	18	23	27,78	8	11	37,50
TI34	16	24	50,00	12	16	33,33
MÉDIA	25,00	33,71	39,20	12,71	16,82	34,13
DESVIO PADRÃO	8,33	9,05	27,33	4,30	5,36	16,80



# **ANEXOS**

**ANEXO 1**  
**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
Instituto de Biociências de Rio Claro  
**COMITÊ DE ETICA EM PESQUISA**

---

---

Rio Claro, 11 de novembro de 2003.

Ofício CEP 96/2003

Prezado (a) senhor (a):

Informo que em reunião realizada em **11.11.2003**, o Comitê de Etica em Pesquisado Instituto de Biociências, UNESP, Campus de Rio Claro (CEP-IB-UNESP), aprovou o projeto de pesquisa intitulado *“Efeitos do envelhecimento, no nível de atividade física e do treinamento com exercícios resistidos sobre a força muscular máxima diferenciada entre membros superiores e inferiores em mulheres”*, sob sua responsabilidade, protocolo 004998, datado de 12/09/2003.

Sendo o que se apresenta para o momento, reitero meus protestos de consideração e coloco-me à disposição para eventuais esclarecimentos.

Atenciosamente,

Profa. Dra. Rosa Maria Feiteiro Cavalari  
Coordenadora do Comitê

(Via original e assinada encontra-se junto aos arquivos da pesquisa)

Ilmo(a). Sr(a).

Prof. Dr. SEBASTIÃO GOBBI

DD. Docente do Departamento de Educação Física – IB

UNESP - CRC

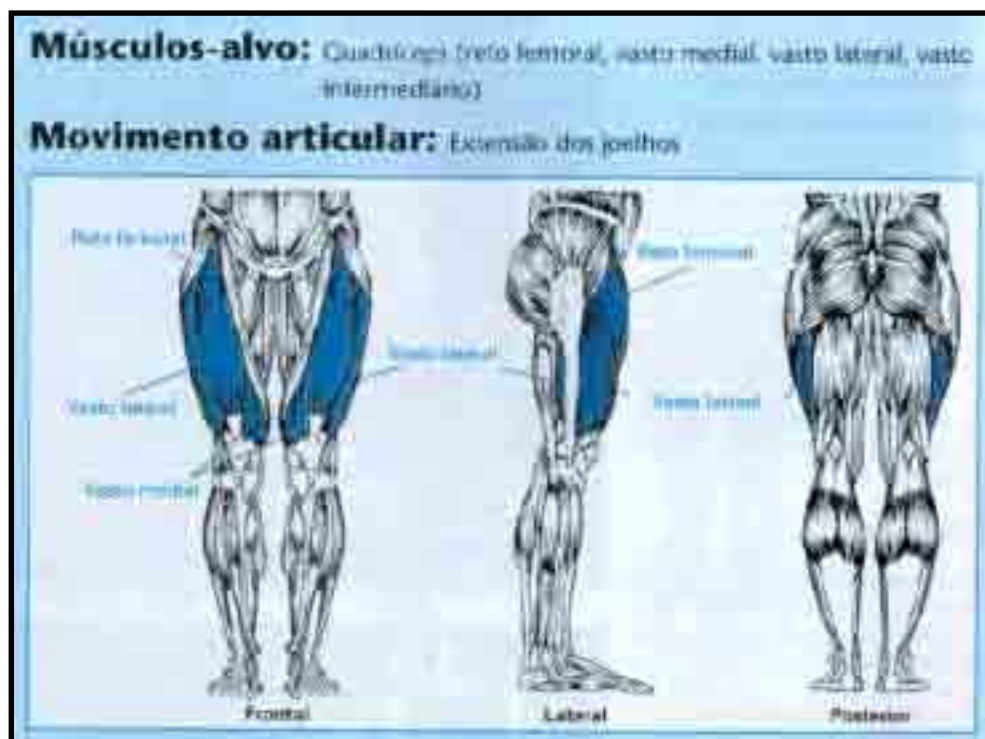
## ANEXO 2

Escala de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) proposta por RASO et al. (2000)

- 
- 
- 0 EXTREMAMENTE LEVE
  - 1
  - 2 MUITO LEVE
  - 3
  - 4 LEVE
  - 5
  - 6 UM POUCO PESADO
  - 7
  - 8 PESADO
  - 9 MUITO PESADO
  - 10 EXTREMAMENTE PESADO
- 
-

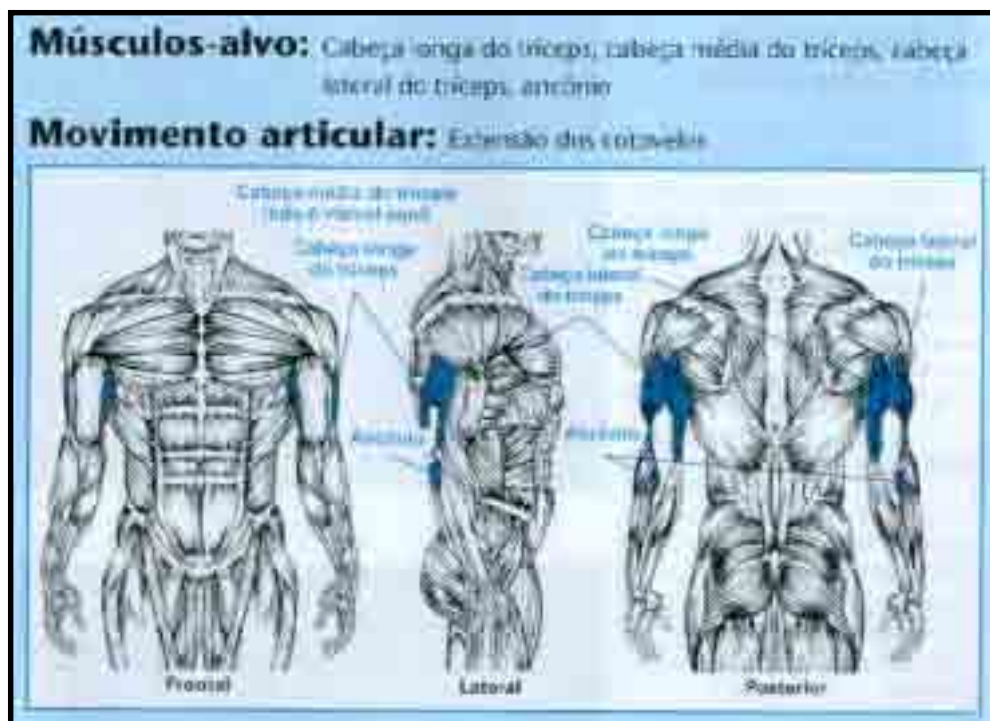
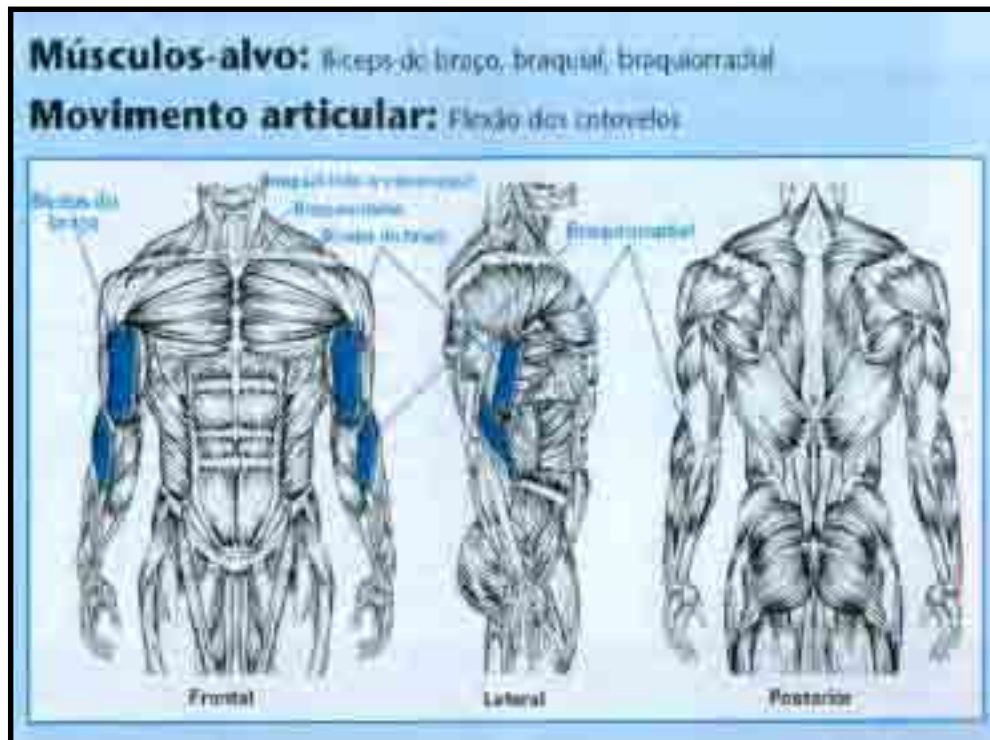
### ANEXO 3

GRUPOS MUSCULARES TREINADOS EM CADA UM DOS EXERCÍCIOS DO PROTOCOLO DE TREINAMENTO (AABERG, 2001)



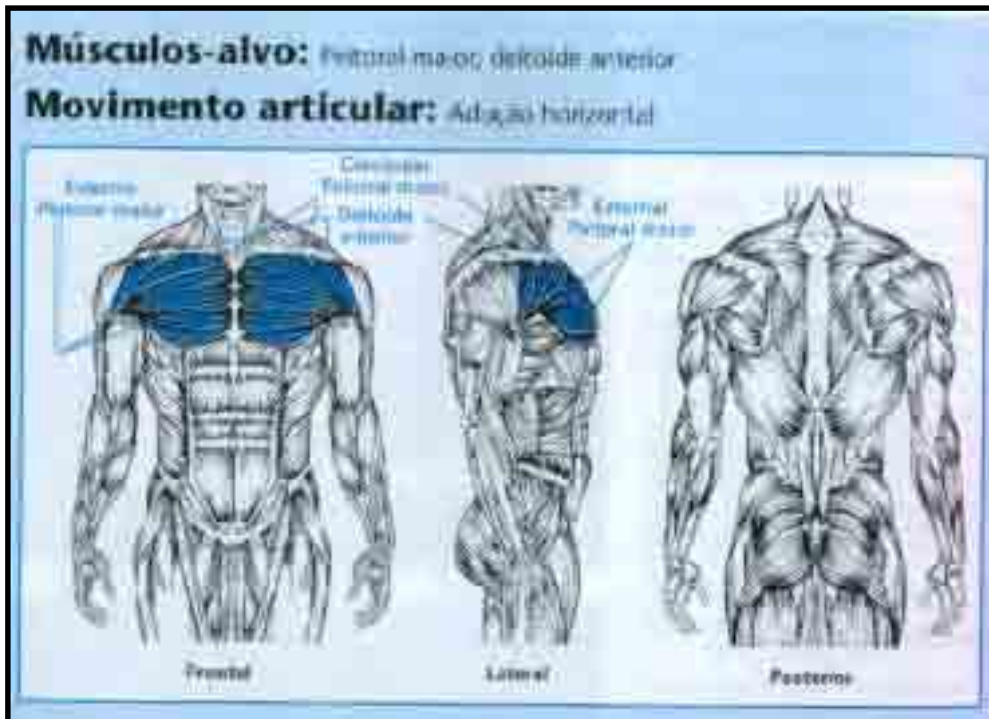
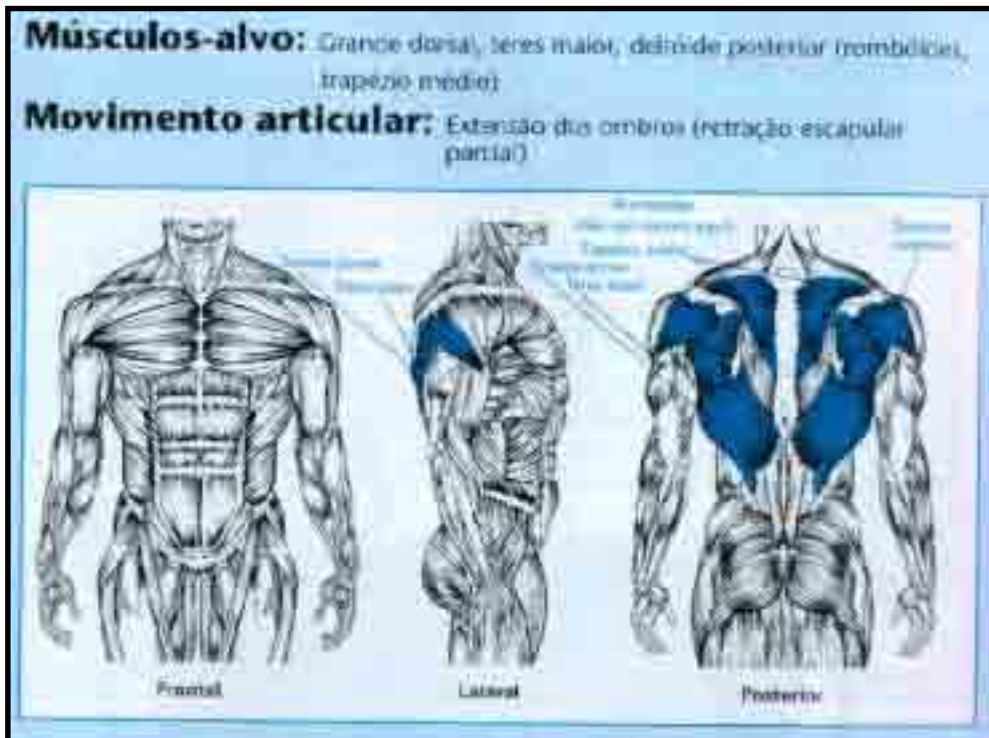
### Continuação do ANEXO 3

GRUPOS MUSCULARES TREINADOS EM CADA UM DOS EXERCÍCIOS DO PROTOCOLO DE TREINAMENTO (AABERG, 2001)



### Continuação do ANEXO 3

GRUPOS MUSCULARES TREINADOS EM CADA UM DOS EXERCÍCIOS DO PROTOCOLO DE TREINAMENTO (AABERG, 2001)





### Continuação do ANEXO 3

GRUPOS MUSCULARES TREINADOS EM CADA UM DOS EXERCÍCIOS DO PROTOCOLO DE TREINAMENTO (AABERG, 2001)

