

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA - ESEF

Anelise Sandri

QUALIDADE MUSCULAR E FUNCIONALIDADE DE IDOSAS ATIVAS

Porto Alegre
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA - ESEF

Anelise Sandri

QUALIDADE MUSCULAR E FUNCIONALIDADE DE IDOSAS ATIVAS

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

Orientador: Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto

Porto Alegre
2013

Anelise Sandri

Qualidade muscular e funcionalidade de idosas ativas

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

Conceito Final:

Aprovado em _____ de _____ de _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. _____ - UFRGS

Orientador – Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto - UFRGS

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos os professores que, de alguma forma, instigaram o meu interesse em pesquisar sobre o tema da “terceira idade”, interesse este, que começou em Portugal ainda, com o professor Raul A. Martins, PhD , e que teve continuidade com o meu professor/orientador Dr. Ronei S. Pinto, que não só aceitou a minha pesquisa, como enriqueceu-a com todo o seu conhecimento.

Quero realizar um agradecimento especial aos mestrandos Anderson Rech e Fernanda Reistenbach Goltz. Vocês foram essenciais para a realização desta pesquisa, acompanharam-me desde o início das coletas e me ensinaram muito também, são dois exemplos a serem seguidos pra mim! Falo isso, não só pela inteligência e capacidade de vocês, mas também por serem colegas de trabalho muito atenciosos e determinados.

Não posso deixar de agradecer, também, às pessoas com cujo apoio e incentivo sempre pude contar neste caminho da graduação, a todos os meus amigos e familiares que acompanharam de perto a minha formação, incluindo os queridos colegas que tive em Coimbra, a “Família PLI” é pra sempre!

E claro, aos meus pais, que sempre deram muito suporte e apoio aos meus estudos, principalmente a minha mãe que é minha inspiração e também a minha irmã, que ajudou quando precisei e aguentou a bagunça de artigos pelo apartamento.

A todos vocês, meu muito obrigada!

RESUMO

O envelhecimento é capaz de gerar diversas modificações na composição corporal do indivíduo. Dentre essas alterações, a diminuição da massa corporal magra possui grande importância clínica e funcional. Diversos estudos têm estabelecido associações entre massa e função muscular, nível de atividade física e capacidade funcional de idosos. A qualidade muscular (QM) pode ser verificada a partir da eco-intensidade (EI), que representa a composição da musculatura frente a infiltração de tecido não-contrátil. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi verificar se há associação entre o desempenho funcional, a massa muscular e a QM de indivíduos idosos fisicamente ativos. Para isso, 45 idosos ativos, participantes do centro de esportes, lazer e recreação do idoso (CELARI), concordaram em participar voluntariamente do estudo. Os sujeitos tinham média de idade 70.28 ± 6.2 anos, massa corporal 69.02 ± 11.5 Kg, estatura 1.55 ± 0.67 m e índice de massa corporal 27.89 ± 3.6 . Foi realizada a ecografia dos extensores do joelho direito a fim de se obter a espessura (EM) e EI do quadríceps femoral (QUA) e do reto femoral (RF). Todos os testes físicos foram realizados após os mesmos serem apresentados aos participantes em uma sessão de familiarização. Os testes funcionais de sentar e levantar em 30 segundos (SL) e velocidade usual de marcha (VLM) foram realizados com o intuito de se verificar a capacidade funcional dos indivíduos. Os valores de contração isométrica voluntária máxima (CIVM) foram obtidos no dinamômetro isocinético, sendo considerado o melhor valor a partir de 3 tentativas. Os resultados encontrados apresentam uma associação significativa ($p < 0,05$) entre: a) EIRF e VLM ($r = - 0,406$); b) EIRF e SL ($r = - 0,545$); c) EIRF e CIVM ($r = - 0,372$); d) EIRF e EMQUA ($r = - 0,441$) e) EIQUA e EMQUA ($r = - 0,572$) f) EIQUA e SL ($r = - 0,493$); g) EIQUA e CIVM ($r = - 0,409$); h) EMQUA e CIVM ($r = 0,509$). Através dos resultados obtidos nesta pesquisa, constatou-se que a QM parece ser um bom indicativo da funcionalidade do indivíduo idoso, mostrando uma correlação significativa com os testes funcionais, enquanto a EM não apresentou o mesmo resultado.

Palavras-chaves: envelhecimento, sarcopenia, dinapenia, eco-intensidade, testes funcionais.

ABSTRACT

The aging process is capable of inducing several modifications in the human body composition. Among these changes, the decrease in the lean body mass has great clinical and functional importance. Several studies have established associations between the muscle mass and function, physical activity level and functional capacity of elderly people. The muscle quality (MQ) may be verified by the echo-intensity (EI), a measure that represents the muscle composition in terms of infiltration of non-contractile tissue. Thus, the main objective of this study was to verify the association between the functional capacity, muscle mass and MQ of elderly active subjects. To achieve this objective, 45 active elderly subjects, all members of the sports center, leisure and recreation for the elderly (CELARI) group, agreed to participate voluntarily in the study. The subjects had a mean age of 70.28 ± 6.2 years, body mass 69.02 ± 11.5 Kg, height 1.55 ± 0.67 m e and body mass index 27.89 ± 3.6 . The ultrasonography of the knee extensors were performed to achieve the muscle thickness (MT) and EI of the quadriceps femoris (QF) and rectus femoris (RF) muscles. All physical tests were performed after a familiarization session. The 30 seconds sit to stand up test (30SS) and normal gait speed (NGS) test were performed in order to measure the functional capacity of the individuals. The maximal voluntary isometric contraction (MVIC) values were obtained in the isokinetic dynamometer, being considered the best value of 3 tries. The results showed significant ($p < 0.05$) association between: a) EIRF and NGS ($r = - 0,406$); b) EIRF and 30SS ($r = - 0,545$); c) EIRF and MIVC ($r = - 0,372$); d) EIRF and MTQF ($r = - 441$) e) EIQF and MTQF ($r = - 0,572$) f) EIQF and 30SS ($r = - 0,493$); g) EIF and MIVC ($r = - 0,409$); h) MTQF and MIVC ($r = 0,509$). By the results obtained in this research, we verified that MQ seems to be an important indicative of the functional capacity of the older individual, as we verified a significant association with both functional tests. Meanwhile, the MT did not present the same results.

Key words: aging; sarcopenia; dynapenia; echo-intensity; functional tests.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esperança de vida do brasileiro (2010-2060)	12
Figura 2 - Associação entre baixa e alta QM.....	13
Figura 3 - Associação entre perda de força e massa muscular relacionada à idade	15
Figura 4 - O ciclo da sarcopenia.....	22
Figura 5 - Consequências morfológicas e neurais da sarcopenia	23
Figura 6 - Modelo conceitual de como o sistema nervoso e muscular são prejudicados pela dinapenia.....	27
Figura 7 - Imagem de US do reto femoral	30
Figura 8 - Ciclo vicioso do envelhecimento	33
Figura 9 - Desenho experimental	41
Figura 10 - SL.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização dos sujeitos	49
Tabela 2 - Coeficientes de correlação entre EIRF, EIQUA, EMQUA, SL, VLM e CIVM dos participantes (n=45).....	50

LISTA DE ABREVIATURAS

- 1RM - Uma repetição máxima
- ACMS - American college of sports medicine
- AST – Área de secção transversa
- AVDs - Atividades de vida diária
- BIA - Impedância bioelétrica
- CELARI - Centro de esportes, lazer e recreação do idoso
- CF - Capacidade funcional
- CIVM - Contração isométrica voluntária máxima
- EI – Eco-intensidade
- EIRF – Eco-intensidade do reto femoral
- EIQUA – Eco-intensidade do quadríceps femoral
- EM – Espessura muscular
- EMQUA - Espessura muscular do quadríceps femoral
- EWGSOP - European working group on sarcopenia in older people
- IBGE - Instituto brasileiro de geografia e estatística
- OMS - Organização mundial da saúde
- QM - Qualidade muscular
- QV - Qualidade de vida
- RM - Ressonância magnética
- SL - Teste sentar e levantar em 30 segundos
- TCLE – Termo de consentimento livre e esclarecido
- TEM - Tensão específica muscular
- TC - Tomografia computadorizada
- US - Ultrassom
- VL - Vasto lateral
- VLM - Teste de velocidade de marcha usual

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 ENVELHECIMENTO	17
2.2 FATORES QUE INTERFEREM NA FORÇA E SUA RELAÇÃO COM O ENVELHECIMENTO	20
2.3 SARCOPENIA	23
2.4 DINAPENIA	25
2.5 QUALIDADE MUSCULAR	28
2.6 FORMAS DE MEDIDA DA QUALIDADE MUSCULAR: ECO-INTENSIDADE E TENSÃO ESPECÍFICA	29
2.7 QUALIDADE DE VIDA E NÍVEIS DE ATIVIDADE FÍSICA EM IDOSOS	32
2.8 TESTES FUNCIONAIS E TESTES DE FORÇA NA TERCEIRA IDADE	36
3 MATERIAIS E MÉTODOS	39
3.1 QUESTÃO DA PESQUISA	39
3.2 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS	39
3.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA	39
3.4 POPULAÇÃO	40
3.5 AMOSTRA	40
3.6 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	40
3.7 DESENHO EXPERIMENTAL	41
3.8 SELEÇÃO DA AMOSTRA	41
3.8.1 Primeira Visita	42
3.8.2 Segunda Visita	42
3.8.3 Terceira Visita	42
3.9 PROCEDIMENTOS E MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	43
3.10 ESPESSURA MUSCULAR DO QUADRÍCEPS FEMORAL E ECO-INTENSIDADE	43
3.11 AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE FUNCIONAL	44
3.12 AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR	45
3.13 AVALIAÇÃO DA MASSA MUSCULAR E GORDURA CORPORAL	45
3.14 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA	46
3.15 MASSA CORPORAL, ESTATURA E ÍNDICE DE MASSA CORPORAL	47
4 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	48
4.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA	48
4.2 RESULTADOS	49
4.3 DISCUSSÃO	50
5 CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	56
ANEXO - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	66

1 INTRODUÇÃO

Dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE 2002, 2010a,b) demonstraram que no ano 2000 a população brasileira era composta por 14.538.987 idosos (8,5% da população). Recentemente, dados referentes ao ano de 2010 demonstraram que esse número atingiu 23.526.184 (12,33% da população - IBGE, 2002, 2009, 2010b).

No Brasil, a expectativa de vida ao nascer em 2005 era de 71,9 anos, segundo Oliveira, Albuquerque e Senna (2006), já em 2009, foi de 73,17. Quanto à estimativa de crescimento da população idosa, entre 1970 e 2025, espera-se que alcance 223% (ou seja, 694 milhões de idosos em número absoluto), logo existirá um total de aproximadamente 1,2 bilhões de pessoas acima de 60 anos. Até 2050, a Organização Mundial da Saúde (OMS), estima dois bilhões de idosos, sendo que 80% desses estarão locados nos países em desenvolvimento (OMS, 2005).

Ainda segundo o IBGE (2013), em 2041 a expectativa de vida do brasileiro se aproximará do que é hoje a do canadense: ultrapassará pela primeira vez a marca dos 80 anos. A queda da mortalidade – o que aumenta a expectativa de vida - vem ocorrendo de maneira contínua desde o século passado no país. Em 2060, espera-se que um brasileiro esteja vivendo em média 81 anos e dois meses. Comparado a hoje, são 6,3 anos extras, conforme ilustrado na figura 1, a seguir:

Esperança de vida do brasileiro (2010-2060)

Ano	Esperança de vida	Ano	Esperança e vida
2013	74,8	2039	79,8
2014	75,1	2040	79,9
2015	75,4	2041	80
2016	75,7	2042	80,1
2017	76	2043	80,2
2018	76,3	2044	80,3
2019	76,5	2045	80,3
2020	76,7	2046	80,4
2021	77	2047	80,5
2022	77,2	2048	80,6
2023	77,4	2049	80,6
2024	77,6	2050	80,7
2025	77,8	2051	80,7
2026	78	2052	80,8
2027	78,2	2053	80,9
2028	78,3	2054	80,9
2029	78,5	2055	81
2030	78,6	2056	81
2031	78,8	2057	81,1
2032	78,9	2058	81,1
2033	79,1	2059	81,2
2034	79,2	2060	81,2
2035	79,3		

Figura 1 - Projeção do IBGE, que faz parte do estudo “Projeção da População do Brasil por sexo e idade” para o período de 2000-2060, adaptado do site: <<http://exame.abril.com.br/brasil/noticias/brasileiro-vai-viver-ate-os-81-anos-mas-so-em-2060?page=1>>. Fonte: IBGE, 2013.

Contudo, esse acelerado processo de envelhecimento, traz consigo também problemas de enfermidades complexas e onerosas, próprias das faixas etárias mais avançadas, com diferentes tipos de doenças exercendo efeitos sobre a mortalidade e a incapacidade, como: osteoporose, diabetes millitus, hipertensão, parkinson, etc. (JACOB; KIKUCHI, 2012).

Neste sentido, tem sido aceito que a qualidade muscular (QM), avaliada através da relação de força muscular com a massa magra, fornece resultados de grande relevância para detectar deteriorações das funções musculares na terceira idade (INABA *et al.*, 2010, GOODPASTER *et al.*, 2006). Na população em geral, a baixa QM tem sido associada com uma menor sobrevivência (NEWMAN *et al.*, 2006).

O estudo de Yoda *et al.* (2012), (figura 2) nos mostra em números esta associação, em uma pesquisa realizada com pacientes que fazem hemodiálise (independente da prevalência da diabetes mellitus), os autores dividiram as 272 pessoas idosas em dois grupos: com alta e baixa QM, e teve como resultado o fato de uma melhor QM ser uma preditora para uma maior sobrevivência de pacientes em tratamento de hemodiálise. Do total de 272 amostras, 90 (33,1%) morreram, entre elas, 28 de 136 (20.6%) com boa QM, e 62 de 136 (45.6%) com baixa QM, indicando, assim, uma maior mortalidade em pacientes com baixa QM.

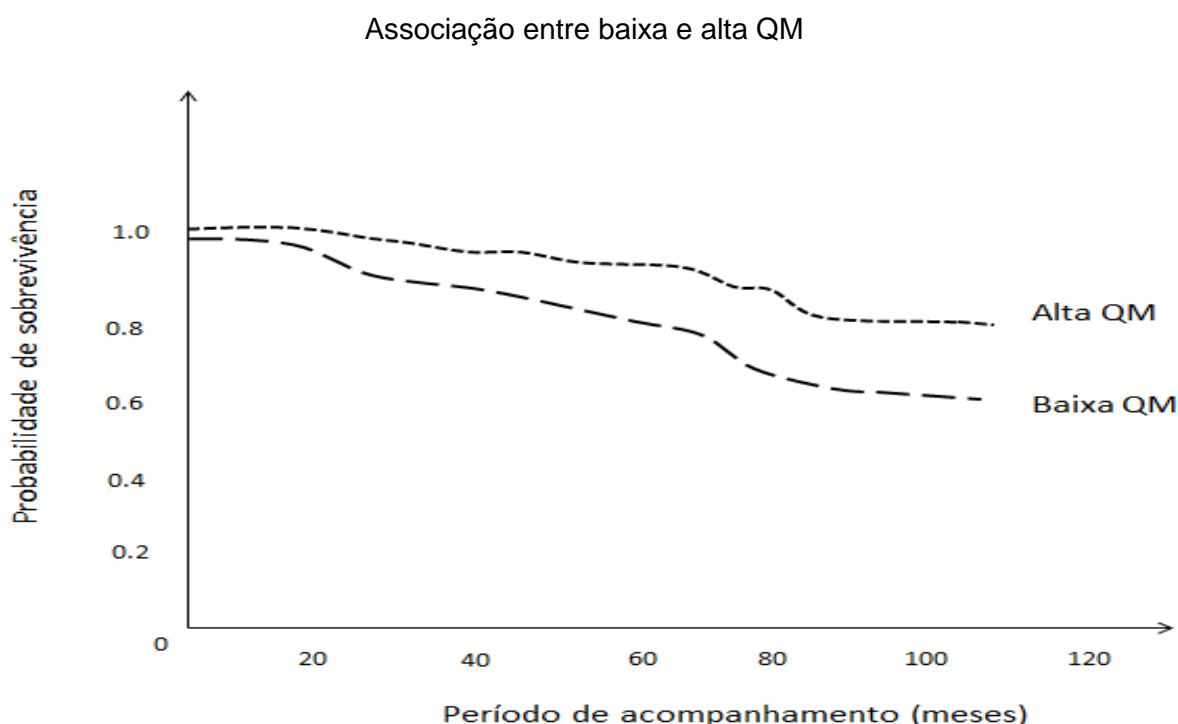


Figura 2 - Pacientes não diabéticos, em tratamento de hemodiálise, que foram divididos entre alto ($\geq 12.91\text{kg/kg}$) e baixo ($\leq 12.91\text{kg/kg}$) grupos das bases de QM ($p = 0,0108$). Fonte: Adaptado de YODA *et al.*, 2012.

A QM pode ser avaliada de diferentes formas, entre elas se encontra a tensão específica muscular (TEM), que é uma medida que expressa a força por unidade de massa muscular (TRACY *et al.*, 1999). Este método tem sido previamente usado (RIECHMAN, *et al.*, 2004) como um índice de força relativa pela massa muscular. E ainda, através de um grande avanço tecnológico recente em medidas de ultrassom (US), a QM pode ser avaliada pela eco-intensidade (EI), em que o tecido fibroso e adiposo intramuscular é estimado através de uma escala de cinza.

O envelhecimento é um fenômeno que atinge todos os seres vivos. Sendo caracterizado como um processo dinâmico, progressivo e irreversível, ligado intimamente a fatores biológicos, psíquicos e sociais (BRITO; LITVOC, 2004). As principais modificações encontradas com o aumento da idade no ser humano são: a diminuição da densidade óssea, a menor sensibilidade à insulina, diminuição na capacidade aeróbia, menor taxa metabólica basal, perda de força muscular, diminuição dos níveis de atividades físicas diárias, etc. Juntas, estas perdas resultam em uma diminuição da capacidade física (CF), que podem acarretar na redução de velocidade da marcha, da capacidade de realizar as atividades do cotidiano, da aptidão para subir escadas ou levantar-se de uma cadeira, além de outras dificuldades e incapacidades que podem culminar em uma perda acentuada de qualidade de vida (QV) (JACOB; KIKUCHI, 2012).

Levando em conta todos esses dados, estudos recentes, trazem um crescente interesse no papel da sarcopenia – condição relacionada à perda acelerada de massa muscular – em relação ao envelhecimento. Ela está associada ao declínio progressivo da função muscular (força, potência e resistência). Clark e Manini (2008) sugerem ainda, que diferentes fatores contribuem para o desenvolvimento da sarcopenia, incluindo alterações hormonais, perda de neurônios motores, nutrição inadequada e inatividade física.

Sabe-se que a força gerada por um músculo não é necessariamente proporcional à quantidade de fibra muscular presente nele. Além disso, alguns estudos propuseram que a perda de massa muscular explica apenas 10% da perda de força e da incapacidade encontrada em indivíduos idosos (CLARK; MANINI, 2006). Recentemente, Clark e Manini (2008) apontaram um novo termo para melhor caracterizar a perda de força muscular relacionada ao envelhecimento, – a dinapenia. Ver figura 3.

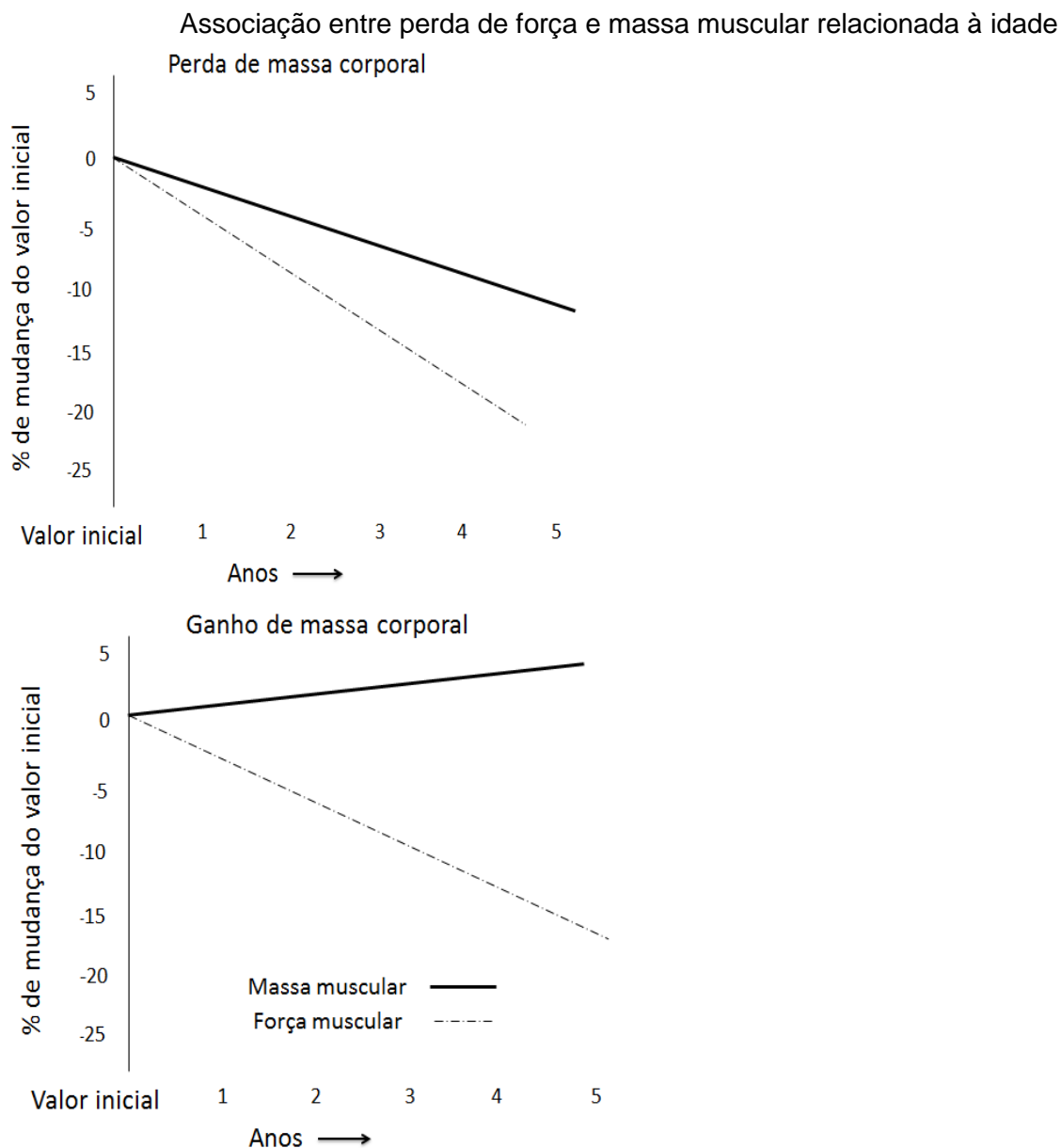


Figura 3 - Relação da perda de força muscular é fracamente associada com a perda de massa muscular. Essas figuras foram adaptadas do estudo *Health ABC* para examinar a relação entre mudanças na força do músculo extensor do joelho e da área de secção transversa (AST) do quadríceps femoral, medida por tomografia computadorizada (TC), em um estudo longitudinal de 5 anos com pessoas idosas (DELMONICO *et al.*, 2009). Esses dados representam a perda (gráfico a cima) e o ganho (gráfico a baixo) de massa corporal. Note que a força muscular é perdida mais rapidamente que a massa muscular, e que o ganho de massa muscular não previne a perda de força muscular relacionada à idade. Fonte: Adaptado de DELMONICO *et al.*, 2009.

Considerando a relevância da temática do envelhecimento na sociedade atual, bem como a importância de proporcionar aos idosos um envelhecimento saudável, em que os níveis da capacidade física estejam relacionados com a saúde e à QV da população, o objetivo desse estudo é aprofundar o conhecimento nesta

área, verificando possíveis associações entre aspectos morfológicos e desempenho funcional de idosos ativos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ENVELHECIMENTO

Entender o processo de envelhecimento começa com a definição e a distinção entre os termos senescência e senilidade. A senescência – envelhecimento fisiológico - é o processo natural de envelhecimento ou o conjunto de fenômenos associados a esse processo. É a somatória de alterações morfológicas e funcionais atribuídas aos efeitos da idade sobre o organismo. Esse conceito se opõe à senilidade – processo patológico - que é entendida como os danos à saúde associados ao tempo, porém causados por doenças ou maus hábitos de vida (JACOB; KIKUCHI, 2011).

O envelhecimento demográfico, que a partir da metade do século XX surgiu como um novo fenômeno, emergiu das sociedades desenvolvidas. Este fenômeno resulta do decréscimo das taxas de fecundidade e natalidade, do aumento crescente da expectativa de vida, bem como da diminuição das taxas de mortalidade (OLIVEIRA; ALBUQUERQUE; SENNA, 2006).

Atualmente, os especialistas no estudo do envelhecimento referem-se a três grupos de pessoas idosas: os idosos jovens, os idosos velhos e os idosos mais velhos. O termo “idosos jovens” geralmente se refere a pessoas de 65 a 74 anos, que costumam estar ativas. Os “idosos velhos” de 75 a 84 anos e os “idosos mais velhos” de 85 anos ou mais (PAPALIA; OLDS; FELDMAN, 2006). Embora esta categorização seja bastante usual, cada vez mais as pesquisas revelam que o processo de envelhecimento é uma experiência heterogênea, vivida como uma experiência individual (SCHNEIDER; IRIGARAY, 2008).

O envelhecimento populacional é um fenômeno universal que vem ocorrendo através da história da humanidade, mas que se intensificou de forma importante em datas mais recentes, em particular no século XX. A consequência natural é que as demandas na atenção à saúde sejam cada vez mais influenciadas por essa parte da população, tornando necessário o redirecionamento de recursos, a mudança de estratégias e prioridades e o deslocamento do foco no interesse da pesquisa em saúde para esse grupo em particular (JACOB; KIKUCHI, 2012).

O processo de envelhecimento ocasiona alterações consideráveis no indivíduo, no qual são destacados os aspectos físicos, psicológicos e sociais, que de

certa maneira um está relacionado com o outro, e caminham juntos conforme afirma Zanini *et al.* (2003), portanto, torna-se fundamental proporcionar ao indivíduo idoso uma vida digna, independente e integrada socialmente, sendo de extrema importância tomar consciência acerca do valor da funcionalidade do idoso, pois este aspecto permite-lhe ter uma vida ativa e independente no que diz respeito à realização e manutenção das suas tarefas de vida diárias.

Assim, dado que o desempenho motor está associado à QV, a prática regular e orientada de exercícios físicos nesta faixa etária torna-se fundamental. Para Ferreira e Souza (2005) as alterações fisiológicas e morfológicas vinculadas à fisiologia humana resultam de um somatório do processo de envelhecimento com as doenças crônicas, necessitando assim, uma mudança no ambiente, nos espaços da vida de relação, nos artefatos e utilidades domésticas ou profissionais.

As doenças crônico-degenerativas, altamente prevalentes nos idosos, levam a déficits de equilíbrio e alterações na marcha, o que predispõe à ocorrência de quedas, ocasionando graves consequências sobre o desempenho funcional e na realização de atividades da vida diária (AVDs). Não é correto atribuir-se a deterioração dessas capacidades como consequência inevitável do envelhecimento. Contudo, está claro que muito dessa deterioração pode ser atribuída a níveis reduzidos de atividade física. Isso significa que a implementação de um programa de exercícios, mesmo em idades extremas, é capaz de minimizar o declínio funcional acentuado, amenizando os efeitos das doenças, ou mesmo prevenindo-as (FARIA *et al.*, 2003).

Recentemente tem sido reconhecido que o impacto da doença crônica deve ser avaliado em termos da sua influência na QV dos sujeitos, em adição às medidas médicas mais tradicionais (PIBERNIK-OKANOVIC, 2001). Neste contexto, os instrumentos de avaliação da QV podem proporcionar novos “*insights*” relativos à natureza da doença, nomeadamente através da avaliação da forma como esta afeta o bem-estar subjetivo de uma pessoa nas diferentes áreas da sua vida. Este conhecimento compreensivo do impacto da doença crônica nos diferentes aspectos da vida do indivíduo apresenta-se como uma importante condição prévia quer para um tratamento mais eficaz, quer para a prestação de cuidados paliativos adequados (PAREDES *et al.*, 2008).

O termo doença crônica é usado para designar patologias com um ponto em comum: são persistentes e necessitam de cuidados permanentes. São exemplos

frequentemente lembrados como doenças não transmissíveis a hipertensão arterial, diabetes mellitus, doenças cardiovasculares, osteoartrose e câncer, e os idosos constituem a população mais acometida pelas doenças crônicas. A incidência de doenças como hipertensão arterial, diabetes, câncer e patologias cardiovasculares eleva-se com a idade.

O Brasil tem experimentado uma transição epidemiológica, com alterações relevantes no quadro de morbi-mortalidade. As doenças infectocontagiosas, que representavam 40% das mortes registradas no País em 1950, hoje são responsáveis por menos de 10%. O oposto ocorreu em relação às doenças cardiovasculares: em 1950, eram causa de 12% das mortes e, atualmente, representam mais de 40% (QUADRANTE, 2006). Em menos de 40 anos, o Brasil passou de um perfil de mortalidade típico de uma população jovem para um desenho caracterizado por enfermidades complexas e mais onerosas, próprias das faixas etárias mais avançadas (GORDILHO *et al.*, 2000).

Em 2003, segundo as informações da PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio), 29,9% da população brasileira reportou ser portadora de, pelo menos, uma doença crônica. O fato marcante em relação às doenças crônicas é que elas crescem de forma muito importante com o passar dos anos: entre as pessoas de 0 a 14 anos, foram reportados apenas 9,3% de doenças crônicas, mas entre os idosos este valor atinge 75,5% do grupo, sendo 69,3% entre os homens e 80,2% entre as mulheres (VERAS; PARAHYBA, 2007).

Um estudo questionou ainda se o idoso sabia ser portador de alguma dentre oito doenças crônicas. A hipertensão arterial (53,3%) foi a doença mais mencionada, seguida por problemas articulares (31,7%), cardiopatias (19,5%), diabetes (17,9%), osteoporose (14,2%), doença pulmonar crônica (12,2%), embolia/derrame (7,2%) e tumores malignos (3,3%) (QUADRANTE, 2004).

Sendo assim, se faz necessário conhecer e compreender melhor a realidade da saúde e envelhecimento da população idosa de forma a promover novas e melhores abordagens preventivas, curativas e de continuidade de cuidados. Para isso, os conhecimentos científicos atuais sobre a importância da promoção da saúde ao longo da vida, seja para prevenir ou retardar situações de doença ou dependência, são essenciais.

2.2 FATORES QUE INTERFEREM NA FORÇA E SUA RELAÇÃO COM O ENVELHECIMENTO

O envelhecimento está associado ao declínio das funções neurais e morfológicas, resultando em decréscimo da força máxima e potência muscular de membros inferiores (HAKKINEN *et al.*, 1998). Dentre os fatores neurais que são responsáveis pela redução da capacidade de produção de força podemos citar as alterações no padrão de recrutamento, na taxa de disparo e sincronização das unidades motoras (GRANACHER; ZAHNER; GOLLHOFER, 2008). Já dentre os morfológicos se encontram a diminuição da área de secção transversa (AST) e perda de fibras musculares, principalmente as do tipo II, importantes para a produção de força rápida (RICE; KEOGH, 2009).

Para De Vitta (2000), essas modificações tornam-se evidentes com o envelhecimento no sistema músculo-esquelético, com a respectiva diminuição no comprimento, elasticidade e número de fibras. Também é notável a perda de massa muscular e elasticidade dos tendões e ligamentos (tecidos conectivos) e da viscosidade dos fluidos sinoviais.

Janssen *et al.* (2000), constataram num estudo utilizando ressonância magnética (RM) e tomografia computadorizada (TC), que em 468 sujeitos com idade entre 18 a 98 anos ocorria um declínio de massa muscular iniciada por volta da 5ª década de vida. Estes pesquisadores também observaram um declínio por década de 1,9kg para homens e 1,1kg para mulheres, tendo os membros inferiores como os locais onde ocorreram incidência dos maiores decréscimos.

Já a força muscular, em geral, atinge seu pico por volta dos 30 anos de idade e é satisfatoriamente preservada até os 50 anos. Contudo, um declínio da força ocorre entre os 50 e 60 anos de idade e evolui lentamente, com um grau bem mais rápido de diminuição após os 60 anos. Durante a senescência, ocorre diminuição da força muscular em uma taxa que varia de 20 a 40% na população entre 70-80 anos. Ao considerar idosos nonagenários, esta taxa é agravada e a redução da força é maior que 50% em ambos os sexos. A diminuição da força tem sido relatada como preditora do aumento da dependência funcional em idosos (GARCIA *et al.*, 2011).

Quando a força muscular é relativizada e corrigida pela AST do músculo, homens e mulheres apresentam a mesma diminuição da força com a idade (LINDLE

et al., 1997). Rossi e Sader (2002) colocam que depois dos 30 anos ocorre uma redução na AST do músculo, com incremento do conteúdo de gordura e colágeno intramuscular. Além disso, essas alterações na musculatura (atrofia) podem ser detectadas mediante perdas gradativas e seletivas das fibras musculares esqueléticas.

Em adição à perda da força muscular, um decréscimo na capacidade dos músculos em exercerem força rapidamente (desenvolvimento da potência), especialmente em movimentos explosivos, e também na velocidade de relaxamento ocorre com a idade (HAKKINEN *et al.*, 1997). A potência muscular envolve uma combinação de força muscular e velocidade e é um componente comum de muitas AVDs. Nos idosos, há uma perda maior da potência muscular do que da força, e ainda segundo um estudo de Bassey *et al.* (1992) com homens (88,5 mais ou menos 6 anos) e mulheres (86,5 mais ou menos 6 anos) idosos, verificou-se que a potência dos extensores do joelho foi significativamente correlacionado com a velocidade e a potência de subir escadas e com a velocidade de caminhada. As correlações entre potência e CF foram maiores nas mulheres do que nos homens.

Com o envelhecimento, ocorre também o acúmulo de gordura e perda substancial de massa muscular (GOING; WILLIAMS; LOHMAN, 1995). Comparações entre adultos jovens e idosos médios sugerem decréscimo na massa livre de gordura de 15 a 30% por volta dos 80 anos, e a velocidade e o grau de perda variam amplamente, dependendo de influências genéticas e do estilo de vida (GOING; WILLIAMS; LOHMAN, 1995).

Numa pesquisa realizada por Bemben *et al.* (1995), em homens com idades compreendidas entre os 20 e os 79 anos, observou-se que com o envelhecimento existe um aumento gradual da massa gorda total, assim como um incremento da massa gorda subcutânea, especialmente no abdômen. Inúmeras investigações reconhecem os efeitos diretos do exercício na composição corporal e, indiretos nas comorbilidades, associados nomeadamente, à adiposidade perivisceral e à sarcopenia (SARDINHA, 1999).

Diferentes estudos, evidenciam que o declínio da força, principalmente nos grandes grupos musculares, pode estar relacionado a diversas desordens. A perda dos índices de força, nos membros inferiores, parece estar associada a desordens ao nível da marcha (THOMPSON, 1994, WESTHOFF; STEMMERIK; BOSHUIZEN 2000, SCHLICHT *et al.*, 2001; BOTELHO, 2002), das quedas (LIPSITZ, 1994,

SPIRDUSO, 1995, SCHLICHT; CAMAIONE; OWEN, 2001), do equilíbrio (SCHLICHT *et al.*, 2001, SPIRDUSO, 1995), do desempenho de tarefas como sentar e levantar de uma cadeira (WESTHOFF; STEMMERIK; BOSHUIZEN, 2000, SCHLICHT *et al.*, 2001) e de fraturas (THOMPSON, 1994; BOTELHO, 2002).

Numa pesquisa realizada por Janssen *et al.* (2002); com 4504 indivíduos de idades iguais, ou superiores a 60 anos, tendo por objetivo verificar se a sarcopenia se relaciona com a incapacidade e fragilidade funcional e à incapacidade física em adultos idosos; concluiu-se que a redução da massa esquelética é uma característica comum, significativamente associada com o enfraquecimento e a incapacidade funcional, principalmente em mulheres idosas. Contudo, a atividade física, independentemente da idade, aumenta a força e a potência muscular além de prevenir perda óssea, diminuir o índice de quedas e melhorar a função articular (MCCARTER, 2006), conforme exemplifica a figura 4:

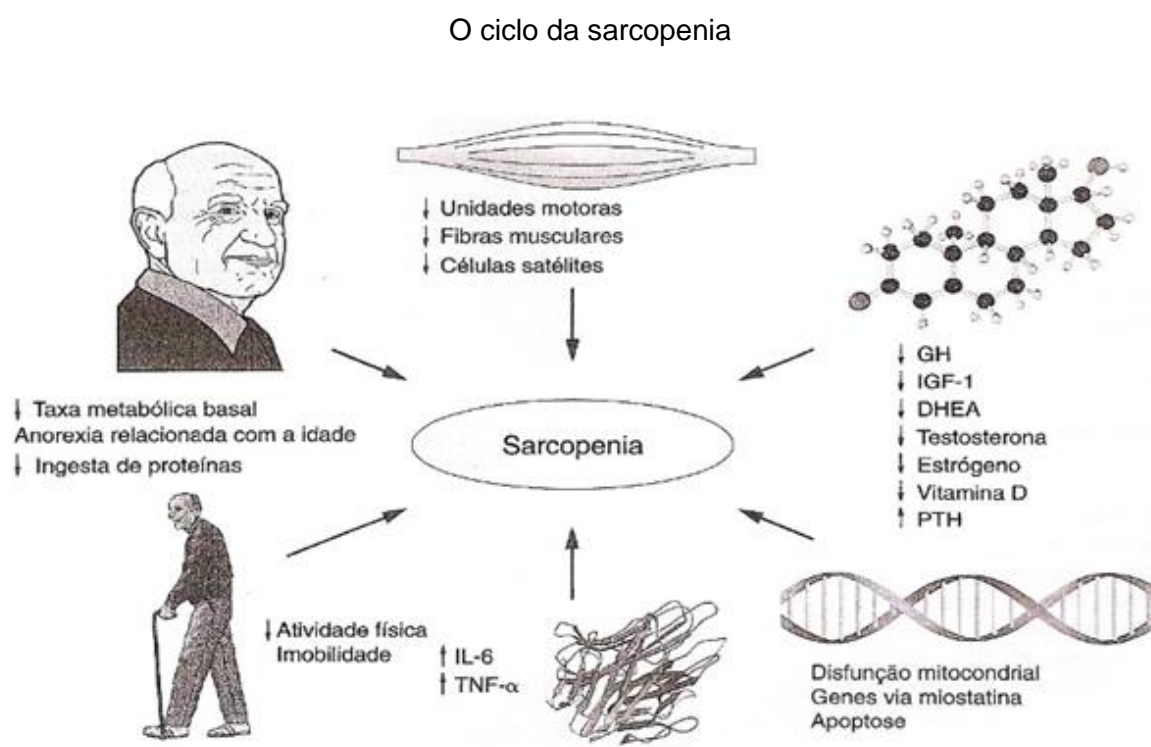


Figura 4 - Dentre os principais fatores de risco da sarcopenia estão a falta de atividade física, a baixa ingestão calórica e proteica, assim como modificações hormonais e alterações nos níveis de citocina que ocorrem a partir do envelhecimento. Alterações no tecido muscular, como perda de neurônios motores alfa e no recrutamento de células musculares e apoptose são mecanismos que influenciam também. Fatores genéticos podem ter papel importante na explicação das diferenças entre força e desempenho muscular entre grupos de indivíduos. Fonte: FREITAS; PY, 2011.

2.3 SARCOPENIA

No final da década de 80, Irwin Rosenberg sugeriu que a perda da massa corporal magra seria potencialmente a alteração mais significativa a afetar a CF dos indivíduos idosos. Tal condição mereceria receber maior atenção, ao passo que não parecia haver outro aspecto relacionado ao envelhecimento que poderia afetar tão dramaticamente a mobilidade, o consumo de nutrientes e energia, a independência, entre outros fatores (ROSENBERG, 1989).

A proposta de dar a esse fenômeno um título serviu para fortalecer o conceito de perda de músculo esquelético em relação à terceira idade, independentemente do processo de doença, como uma entidade, e para estimular interesses clínicos e científicos na área. O termo levou o nome de "*sarcopenia*", derivado do grego "*sarx*", com significado de carne, e "*penia*", perda. Desde então, o termo é utilizado para denominar a perda de função e massa muscular (ROSENBERG, 1997), conforme nos mostra a figura 5:

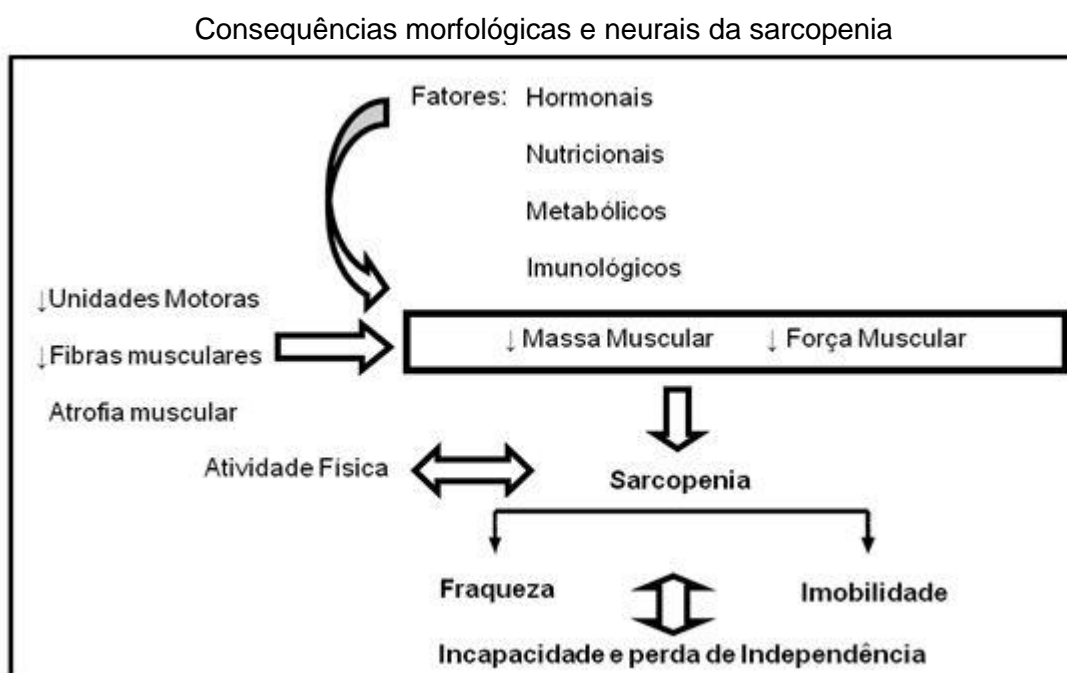


Figura 5 - O diagrama resume que a diminuição da massa e força musculares, que levam ao surgimento da sarcopenia e posterior incapacidade física, é influenciada por quatro fatores principais (hormonais, nutricionais, metabólicos e imunológicos), associados à redução das unidades motoras, das fibras musculares (atrofia muscular), mais o baixo nível de atividade física. Fonte: Traduzido de DOHERTY, 2003.

Porém, algumas dúvidas foram surgindo a respeito deste conceito e, tentando reduzir essas incertezas, a Sociedade Europeia de Medicina Geriátrica decidiu criar, em 2009, um Grupo de Estudos em Sarcopenia, o European Working Group on Sarcopenia in Older People, conhecido pela sigla EWGSOP, com a função de estabelecer definições e critérios diagnósticos com o objetivo de facilitar a identificação da síndrome na prática clínica e padronizar critérios para serem utilizados nas pesquisas. O EWGSOP recomenda a utilização da presença de baixa massa muscular em conjunto com baixa função muscular (força ou CF) para o diagnóstico de sarcopenia.

Os motivos da adoção de dois critérios são: a força muscular não depende unicamente da massa muscular, e a relação entre a força e a massa muscular não parece ser linear. Ainda, definir sarcopenia somente em termos de massa muscular é muito limitado e pode não ter relevância clínica suficiente (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010).

A divisão do diagnóstico da sarcopenia em estágios refletindo a gravidade da situação é uma estratégia que pode auxiliar a conduta clínica. O EWGSOP sugere a divisão em três estágios, são eles: "pré-sarcopenia", caracterizado por baixa massa muscular sem impacto na força muscular ou na CF; "sarcopenia", definido pela baixa massa muscular em conjunto com baixa força muscular ou baixa CF; e "sarcopenia grave" sendo o último estágio, no qual os três critérios da definição são observados (baixa massa muscular, baixa força muscular e baixa CF) (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010).

Dependendo da definição utilizada, a prevalência em indivíduos entre 60 e 70 anos de idade varia de 5 a 13%. Já entre os idosos com idade superior a 80 anos, a prevalência pode variar de 11 a 50%. Mesmo utilizando-se uma estimativa conservadora de prevalência de sarcopenia, essa condição acomete atualmente cerca de 50 milhões de pessoas no mundo e, segundo pesquisas realizadas, afetará mais de 200 milhões nos próximos 40 anos. O avançar da idade é acompanhado também por uma redução da taxa metabólica de repouso, do nível de atividade física e, conseqüentemente, do gasto total de energia. Dessa forma, os padrões de perda de massa muscular podem ser mascarados pelo aumento contínuo de massa corporal.

Em função disso, em 2002, Janssen *et al.* desenvolveram um novo método para mensuração da sarcopenia relativa utilizando uma estratégia para a correção

da massa gorda, de modo a não influenciar no resultado do cálculo. O índice de músculo esquelético foi definido com a fórmula: massa muscular esquelética (estimada por meio da análise de biopedância) dividida pela massa corporal vezes 100, o que irá resultar na porcentagem de massa muscular sobre a massa corporal do indivíduo.

A sarcopenia estabelece seus sintomas principalmente em indivíduos fisicamente inativos, mas também é vista em sujeitos que permanecem fisicamente ativos ao longo de suas vidas, resultando em perda da massa muscular de, aproximadamente, 1 a 2% por ano a partir dos 50 anos de idade. Homens e mulheres idosos com menor prática de atividade física têm menor massa muscular e maior prevalência de limitações funcionais (JANSSEN *et al.*, 2002). Porém, a prática regular de exercícios desde a juventude lentifica a perda muscular do idoso, demonstrando a importância da manutenção de um estilo de vida ativo no retardo do declínio funcional decorrente da senescência.

A intervenção mais eficaz para a diminuição da perda muscular parece ser os exercícios de resistência. Diversos autores verificaram que o treinamento de força pode minimizar ou retardar o processo de sarcopenia, obtendo significativas respostas neuromusculares (hipertrofia muscular e força muscular), resultando no aumento da capacidade contrátil dos músculos esqueléticos (HANSON *et al.*, 2009, PICOLI; FIGUEIREDO; PATRIZZI, 2011).

Em suma, a sarcopenia é definida como uma síndrome caracterizada pela perda progressiva e generalizada da massa muscular esquelética e da força, com risco de prejuízos como disfunções físicas, baixa QV e, eventualmente, a morte.

2.4 DINAPENIA

O termo *dinapenia* (dyna=força; penia=perda) foi proposto por (CLARK; MANINI, 2008) para definir a perda específica da força muscular relacionada ao envelhecimento, dissociando assim, a perda de força da perda de massa muscular. Sabe-se que a perda de massa muscular explica apenas 10% da perda de força e da incapacidade encontrada em indivíduos idosos. Embora haja boas evidências de que esse conceito tem significância clínica (CLARK; MANINI, 2010), ainda não são encontrados muitos estudos a respeito do tema.

Dados do estudo do Instituto de Saúde, Envelhecimento e Composição Corporal, têm indicado que a diminuição da força muscular é significativamente mais rápida do que a concomitante perda de massa muscular, e que a mudança na área muscular do quadríceps explica apenas 6% a 8% das variáveis do sujeito na mudança da força do músculo extensor do joelho (DELMONICO *et al.*, 2009).

A massa muscular é perdida com uma taxa de 64 a 70% por ano em mulheres na faixa de 75 anos, e de 80 a 98% por ano em homens da mesma faixa etária (MITCHELL W. K. *et al.*, 2012). Já a força é mais rapidamente perdida, como apresentado em estudos que verificaram que aos 75 anos a força é perdida a uma taxa de 3 a 4 % por ano em homens e de 2,5 a 3% por ano em mulheres (MITCHELL *et al.*, 2012). Estudos que avaliaram as mudanças na massa e na força na mesma amostra relataram uma perda de força 2-5 vezes mais rápida que a perda de massa (MITCHELL *et al.*, 2012).

Dados recentes longitudinais sugerem que outros fatores fisiológicos – independente do tamanho da fibra/tecido – desempenham um importante papel no que irá desenvolver a fraqueza muscular (DELMONICO *et al.*, 2009). Além disso, manter ou ganhar massa muscular não previne o decréscimo da força muscular com o passar da idade (DELMONICO *et al.*, 2009). Desse modo, esses resultados indicam que a perda de força muscular em adultos mais velhos está fracamente associada com a perda de massa corporal magra (CLARK; MANINI, 2006, KAWAKAMI *et al.*, 2001).

Em vez disso, os resultados experimentais de desuso indicaram que mudanças na função neural contribuem com a fraqueza do músculo e para a disfunção motora (CLARK; MANINI, 2006, TAYLOR *et al.*, 2011). Sendo assim, os causadores da dinapenia podem ser subdivididos em dois grandes grupos: 1) fatores neurológicos e 2) fatores intrínsecos do músculo esquelético. Isso se dá em função desses dois fatores controlarem a produção de força muscular (CLARK *et al.*, 2008).

Ver figura 6:

Modelo conceitual de como o sistema nervoso e muscular são prejudicados pela dinapenia

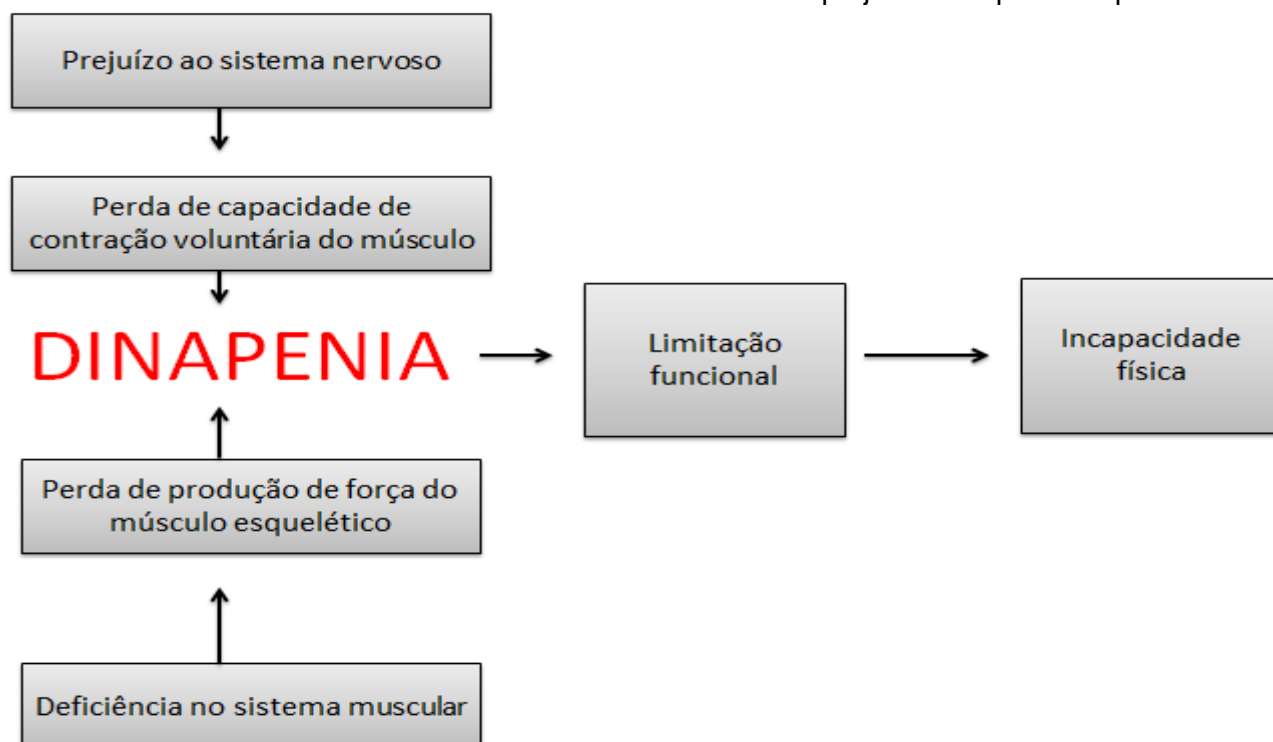


Figura 6 - Este modelo conceitual nos mostra que prejuízos nos sistemas muscular e nervoso podem contribuir para a dinapenia e, conseqüentemente, para a perda de funcionalidade. Esta relação nos mostra que deficiências no sistema muscular levam à perda de produção de força do músculo esquelético, bem como um prejuízo ao sistema nervoso leva à perda de capacidade de ativação voluntária do músculo. Como consequência, temos uma limitação funcional e incapacidade físicas. Fonte: CLARK; MANINI, 2012.

É plausível ainda, que a capacidade do sistema muscular de produzir força ótima/adequada seja prejudicada em indivíduos dinapênicos, sendo que essa diminuição na capacidade geradora de força intrínseca do músculo, causada por mudanças potenciais no processo de acoplamento excitação–contração, forneça um modelo conceitual para determinar como os danos aos sistema muscular e nervoso podem contribuir para a dinapenia e, subconseqüentemente, levar a limitações funcionais, o que, portanto, coloca os idosos em risco de desenvolver deficiência física (CLARK; TAYLOR, 2011).

2.5 QUALIDADE MUSCULAR

O processo de envelhecimento está associado a declínios da QM e CF. A QM, pode ser conhecida como TEM, que é uma medida que expressa a força por unidade de massa muscular e vem sendo extensamente estudada em idosos (TRACY *et al.*, 1999). Tem sido avaliada com aparelhos de alto custo, através de métodos não invasivos, no qual a massa muscular e/ou o volume são mensurados pela TC (que pode ser feita de 6 em 6 meses) (TRACY *et al.*, 1999), através da imagem de RM (IVEY *et al.*, 2000). Mais recentemente, o ultrassom (US) (através da EI), surgiu como uma alternativa de menos custo, um método facilmente acessível e seguro de avaliação da QM (KORHONEN *et al.*, 2009), dividindo-se a capacidade de produção de força de um grupo muscular por sua espessura (RADAELLI *et al.*, 2011).

A QM estabelece uma estimativa da contribuição de fatores neuromusculares associados com as mudanças no desenvolvimento da força, desde uma melhora na força sem a mudança na massa muscular, o que sugere adaptações neurais do treinamento de força (KORHONEN *et al.*, 2009). Além disso, a QM é associada com a diminuição da CF nos indivíduos idosos o que é, possivelmente, associado com reduções na função neuromuscular dessa população (CARMELI *et al.*, 2000), e até mesmo com a taxa de mortalidade em algumas doenças (IVEY *et al.*, 2000, CLARK E MANINI; YODA *et al.*, 2012).

Sendo assim, visto que a QM providencia uma estimativa da participação dos fatores neurais e morfológicos na produção de força do indivíduo (TRACY *et al.*, 1999), tal variável chamou atenção de diversos pesquisadores atuantes na área do envelhecimento e QV. A QM, principalmente atrelada a fatores neurais, poderia ser um dos principais fatores desencadeadores da queda de força relativa à idade (CLARK; MANINI, 2012).

O treinamento de força é uma potente intervenção para neutralizar a sarcopenia e a dinapenia (DOHERTY, 2003). Um estudo em mulheres idosas, avaliou de 10 a 12 semanas, de 2 a 3 sessões por semana e tiveram resultados positivos em relação ao ganho de força (BOTTARO *et al.*, 2007). Esse incremento da força são consequências de adaptações neurais, como o aumento nas unidades de recrutamento (KNIGHT; KAMEN, 2001) e uma maior taxa de disparo das

unidades motoras (KNIGHT; KAMEN, 2004), bem como um aumento na massa muscular e sua espessura (NOGUEIRA *et al.*, 2009).

Porém, em mulheres idosas, a taxa de indução de hipertrofia pelo treinamento de força tem sido menor de (5-10%) do que a taxa de aumento na força, contando assim como um resultado de adaptações neurais (35-50%), o que reforça o papel das adaptações neurais e suas influências na QM¹. A positiva relação entre massa muscular e/ou força muscular em relação à performance física tem sido sugerida na terceira idade (PEREIRA *et al.*, 2012).

Portanto, o incremento na QM de um sujeito sugere alterações benéficas no desempenho de testes funcionais, que, por sua vez, representam padrões de movimentos dos membros inferiores comuns nas AVDs de idosos, e o conjunto dessas alterações parece se constituir em uma estratégia de melhorar a QV na terceira idade.

2.6 FORMAS DE MEDIDA DA QUALIDADE MUSCULAR: ECO-INTENSIDADE E TENSÃO ESPECÍFICA

Há diferentes formas de mensuração do nosso tecido muscular esquelético, direta ou indiretamente, em diferentes níveis: neuromuscular (avaliação isocinética, eletromiografias, etc.), metabólica (consumo de oxigênio, lactacidemia, etc.), ou morfológica (biópsia muscular, técnicas de imagem, etc.).²

No que se refere à avaliação morfológica, a avaliação por imagem tem-se mostrado ser uma eficiente e reprodutível ferramenta, podendo ser realizada a partir de determinadas técnicas, como a RM, a TC e o US. Dentre tais técnicas, o US tornou-se uma importante ferramenta na análise muscular, devido ao rápido avanço tecnológico associado a vantagens inatas da técnica.³ Dentre essas vantagens, pode-se destacar: a) segurança do sujeito avaliado, já que o mesmo não fica exposto à radiação não ionizada; b) baixo custo em relação à TC e RM; c) reduzida

¹ PINTO, R. S. *et al.* **A utilização da ultrassonografia na avaliação da morfologia muscular.** Artigo de revisão – UFRGS. Não publicado.

² PINTO, R. S. *et al.* **A utilização da ultrassonografia na avaliação da morfologia muscular.** Artigo de revisão – UFRGS. Não publicado.

³ PINTO, R. S. *et al.* **A utilização da ultrassonografia na avaliação da morfologia muscular.** Artigo de revisão – UFRGS. Não publicado.

limitação técnica; d) capacidade de obtenção de imagens em tempo real, permitindo análises em movimento (KHOURY *et al.*, 2007).

A espessura muscular (EM), que constitui-se na medida da distância entre as interfaces do tecido subcutâneo e muscular, tem sido frequentemente utilizada com o intuito de quantificar as respostas agudas, bem como as adaptações crônicas na morfologia muscular decorrentes de diferentes protocolos de treinamento, sobretudo de força (NOGUEIRA *et al.*, 2012), sendo a sua medida também utilizada para a avaliação da TEM (RADAELLI *et al.*, 2011), para estimativas do volume muscular (ESFORMES *et al.*, 2002) e AST (AHTIAINEN *et al.*, 2010). Embora a utilização do US tenha apresentado uma evolução tecnológica, as técnicas de imagem RM e TC ainda se constituem como padrão-ouro para medidas de área do volume muscular.

Medidas de EM podem ainda ser utilizadas para determinar a TEM, a qual se refere à capacidade de produção de força por unidade muscular. Entretanto ela é mais apropriadamente determinada quando a AST fisiológica muscular é utilizada, pois outras medidas podem não considerar a importância da geometria muscular (O'BRIEN *et al.*, 2004). Porém, sabe-se que a TEM pode ser estimada por US, dividindo-se a capacidade de produção de força de um grupo muscular por sua espessura (RADAELLI *et al.*, 2011). Na figura 7, temos um exemplo de imagem de US do músculo reto femoral:

Imagem de US do reto femoral

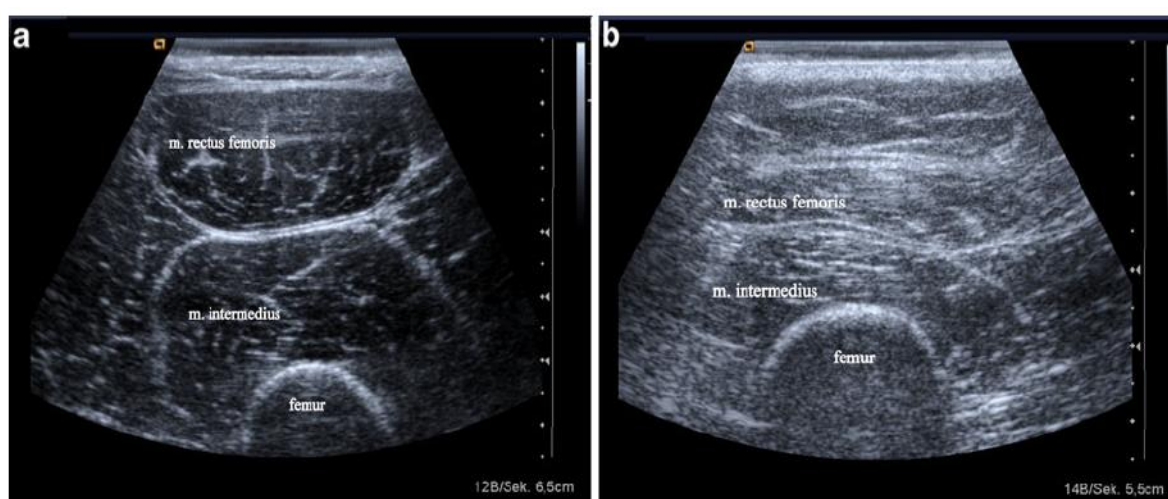


Figura 7 - Corte de RM da coxa de um adulto de 21 anos, fisicamente ativo (à esquerda) e idoso de 63 anos, sedentário (à direita). A massa muscular (cinza) está diminuída no idoso; a gordura (branco) subcutânea e intramuscular está aumentada. Fonte: Adaptado de STRASSER *et al.*, 2013.

A EI, parece constituir-se atualmente de uma das ferramentas mais promissoras deste método para a detecção e exploração: de alterações provocadas pelo exercício físico (dano muscular), alterações musculares induzidas por determinadas doenças (AIDS, diabetes mellitus, cirrose hepática) e diferentes condições (jovens, idosos, atletas), embora os mecanismos que a embasem não sejam ainda completamente conhecidos.

A pesquisa de Fukumoto (2012) foi a primeira a investigar se a QM, medida através da EI, tinha relação com a força muscular (independentemente da idade e da EM) do quadríceps direito. Como resultado, obtiveram uma correlação significativa (negativa) entre a EI e a força do músculo, sendo que esta correlação não foi influenciada pela idade ou pela EM dos sujeitos idosos. Outro estudo que teve o mesmo objetivo, foi o de Watanabe *et al.* (2013), que com uma amostra de 184 idosos sedentários, com média de idade entre 65 e 91 anos de idade, também encontraram uma correlação entre EIRF e CIVM ($r = - 0.333$).

A mensuração da EI de uma imagem é realizada a partir de um histograma de cinza, em que o valor de zero é atribuído à cor preta e o valor de 255 à cor branca (branco para um eco forte, preto para um muito fraco e cinza para as intensidades intermediárias), em que um valor maior indica uma qualidade inferior, resultante de uma impedância acústica mais elevada, devido a alterações na composição muscular como um todo (BEMBEN; MURPHY, 2001).

A EI serve como uma medida da QM, pois faz inferência à composição dos diferentes componentes encontrados na musculatura. Diversas populações apresentam alterações qualitativas na composição muscular, demonstrando elevada deposição de tecidos não-contráteis nestas regiões (Arts *et al.*, 2010). Essas alterações vêm sendo observadas indiretamente pela “*muscular attenuation*” por meio de TC.

Sabe-se que a força do músculo esquelético é influenciada pela massa muscular, composição e arquitetura, a AST de um músculo, parâmetro para a massa muscular, está relacionada com a força muscular (FUKUNAGA *et al.*, 2001). Portanto, a arquitetura muscular, descrita pelo ângulo de penação, fornece informações sobre a força muscular. Quanto maior for o ângulo de penação, mais material contráctil pode ser encontrado dentro de um certo volume e, assim, aumentar a capacidade do músculo para produzir força (KAWAKAMI *et al.*, 1993).

Assim, com o desenvolvimento de *softwares* que permitem quantificar a intensidade das cores das imagens, um novo interesse tem sido direcionado à comparação de imagens musculares de diferentes populações obtidas por US. Nessa perspectiva, Arts *et al.* (2010) determinaram valores de EI muscular de indivíduos saudáveis de diversas faixas etárias. Interessantemente, os autores reportam incrementos da EI com o envelhecimento, o que está de acordo com os resultados obtidos por TC (VISSER *et al.*, 2002), dando indícios de que incrementos da EI muscular representam deposição de tecidos não-contráteis.

Dessa maneira, a QM avaliada por US é um método em crescente desenvolvimento, que permitirá o diagnóstico prévio de condições neuromusculares patológicas, bem como possibilitará a avaliação da eficiência de intervenções destinadas ao incremento da QM de diversas populações.

2.7 QUALIDADE DE VIDA E NÍVEIS DE ATIVIDADE FÍSICA EM IDOSOS

Todo o processo de envelhecimento encontra-se associado a um conjunto de alterações imutáveis e evolutivas, porém distintas de indivíduo para indivíduo. É um fator de interferência direta, na redução das capacidades básicas dos idosos, relativamente à manutenção e realização das AVDs e, conseqüentemente, na QV e saúde dos mesmos (PADILHA, 2008).

O prolongamento da vida não é, necessariamente, sinônimo de boas condições de saúde. A incapacidade funcional exerce grande efeito negativo no bem-estar individual, gerando mais necessidade de assistência à saúde e cuidados por longos períodos. Por isso torna-se necessário criar estratégias que levem ao prolongamento da vida saudável ou livre de incapacidade, o chamado envelhecimento bem-sucedido (JACOB; KIKUCHI, 2012).

À medida que mais pessoas alcançam essa “idade avançada”, o envelhecimento bem-sucedido passa a englobar muito mais que a simples prevenção ou adiamento da doença. Muitos gerontologistas consideram que o envelhecimento bem-sucedido inclui quatro componentes: saúde física, espiritualidade, saúde emocional e educacional e satisfação social (MCACARDLE; KATCH; KATCH, 1998).

Para Chodzko-zajko (1999), a QV é dependente da saúde física, do bem-estar psicológico e da satisfação social e espiritual. Assim é importante conhecer o

processo de envelhecimento de forma a compreender e a determinar estratégias que diminuam os malefícios trazidos pela senescência, de tal modo que seja possível assegurar uma vida autônoma e de qualidade no final do ciclo de vida.

De fato, a perda de CF e, conseqüentemente, da independência física é uma das maiores preocupações em relação ao envelhecimento (ATCHLEY, 1988). A incapacidade funcional é comumente definida como a restrição da capacidade do indivíduo de desempenhar as AVDs. (JETTE, 1996, LAMB, 1996). Refere-se também a limitações específicas no desempenho de papéis socialmente definidos e de tarefas dentro de um ambiente sociocultural e físico particular. Estão incluídas as atividades básicas e instrumentais de vida diária, os papéis no trabalho, nas atividades não ocupacionais, nos recreativos ou de lazer (RABELO; CARDOSO, 2007).

Para Hunter *et al.* (2004), o decréscimo da função muscular, com a conseqüente diminuição da funcionalidade, pode tornar-se um ciclo vicioso, visto que a diminuição da função muscular induz a uma baixa no nível de atividade física, que, por sua vez, causa um decréscimo ainda maior na função muscular, com conseqüências diretas na QV do idoso, conforme esquematiza a figura 8:



Figura 8 - Este esquema nos mostra que com a falta de exercícios físicos ocorre um descondicionamento, que segundo os autores leva à fragilidade do sistema músculo esquelético e também influenciam fatores psicológicos, através da ansiedade e depressão. Fonte: NÓBREGA *et al.*, 1999.

Uma medida importante a tomar seria, para além dos aspectos relacionados com a saúde, o desenvolvimento de competências que permitam ao idoso realizar as suas tarefas diárias básicas independentemente da ajuda de terceiros (KATZ *et al.*, 1983 *apud* CARVALHO, 1999). De acordo com (ROGERS *et al.*, 1989, *apud* NORMAN, 1995), para um indivíduo ser considerado independente, deve ser capaz de tomar banho, vestir-se, deslocar-se da cama ou da cadeira, andar, comer e ir ao banheiro sem necessitar de ajuda. A perda de algumas destas funções conduz, em maior ou menor grau, à dependência, à falta de autonomia funcional.

Então, importa saber qual é o papel da atividade física na melhoria da QV do idoso, não ignorando as características e necessidades específicas, respeitando as suas diferenças físicas e psíquicas, mas em igualdade de oportunidades sociais e económicas, garantindo-lhes condições dignas de vida e do exercício da cidadania (MOTA, 1999).

A positiva relação entre massa muscular e/ou força muscular com a performance física tem sido fortemente ligada ao envelhecimento (PEREIRA *et al.*, 2012), porém, a força muscular é uma melhor preditora de performance física do que a massa muscular (LATHAM *et al.*, 2004). Deste modo, o treinamento de força pode resultar numa maior força e conseqüentemente melhor QM. Essas mudanças podem afetar nos resultados funcionais, como a velocidade da marcha e capacidade de sentar e levantar (HUNTER; McCARTHY; BAMMAN, 1997).

Apesar de numerosos estudos das adaptações neuromusculares e adaptações funcionais, induzidos pelo treinamento de força na terceira idade, os efeitos desses tipos de exercícios em relação à QM e também com a performance muscular permanecem pouco investigadas. De qualquer maneira, muitos autores, sem estudos prévios, tem associado os efeitos do treinamento de força na QM durante as primeiras fases do treinamento (menos de 8 semanas de duração).⁴

Para Mazzeo *et al.* (1998), a atividade física regular (exercícios aeróbios e de força) auxilia na obtenção gradual de respostas favoráveis que contribuem para um envelhecimento mais saudável. Referem, ainda, que a participação em programas de atividades física é uma forma de intervenção eficaz na redução/prevenção de inúmeros declínios funcionais relacionados com o avançar da idade.

⁴ PINTO, R. S. *et al.* **A utilização da ultrassonografia na avaliação da morfologia muscular.** Artigo de revisão – UFRGS. Não publicado.

Em geral, tanto estudos longitudinais, quanto os transversais indicam que quase todos os indivíduos mais ativos ou condicionados têm percentuais de mortalidade que são 20 a 50% mais baixos do que os percentuais entre aquelas pessoas menos ativas ou condicionadas. Essa relação permanece válida mesmo depois de terem sido levados em consideração fatores genéticos e outros fatores de estilo de vida.

Em relação ao processo sarcopênico e suas consequências, relacionados ao processo de envelhecimento, o treinamento resistido tem demonstrado ser uma intervenção segura e eficaz para melhoria da força muscular e desempenho funcional em idosos (ASSUMPÇÃO; SOUZA; URTADO 2008, HAKKINEN *et al.*, 2012), além de apresentar melhorias na composição corporal, tanto para aumentos na massa muscular como na diminuição da massa gorda (ASSUMPÇÃO, 2008; HAKKINEN *et al.*, 2001).

Esse tipo de exercício pode, portanto, atenuar o quadro de incapacidade funcional e a baixa capacidade física de pessoas dessa faixa etária, haja vista que uma baixa massa muscular e conseqüentemente perda da força tem uma forte relação entre essas variáveis. De fato, estudos transversais demonstraram efeitos positivos do treinamento resistido sobre a CF de idosos e jovens. Ades *et al.* (1996), com 24 idosos saudáveis com mais de 65 anos, relataram que após um programa de treinamento de força aumentou-se a resistência na caminhada submáxima em 9 minutos representando um aumento de 38%. Observaram uma relação significativa entre a alteração na força da perna e a mudança na resistência da caminhada.

Buzzachera *et al.* (2008), com o objetivo de investigar os efeitos de um programa de treinamento de força com pesos livres sobre os componentes da aptidão funcional em mulheres idosas, avaliou 14 idosas (65,5 mais ou menos 3,9 anos), as quais foram submetidas ao treinamento por um período de 12 semanas. O estudo apresentou aumento significativo na força muscular, na resistência de força muscular dos membros superiores, na força de preensão manual e na aptidão cardiorrespiratória.

Enfim, a manutenção da força ao longo de toda a vida é ligada a uma probabilidade menor de ocorrer limitações funcionais. Exemplificando, em um estudo de cinco anos realizado no *Cooper Institute for Aerobics Research*, homens e mulheres com muita força tiveram menor prevalência de limitações funcionais do que em indivíduos com pouca força. Esses resultados falam em favor das atuais normas

do *American college of sports medicine* (ACSM), que incentivam todos os adultos a melhorar tanto o condicionamento aeróbio como o muscular.

2.8 TESTES FUNCIONAIS E TESTES DE FORÇA NA TERCEIRA IDADE

O desenvolvimento de ferramentas para avaliar a função física, bem como o planejamento de estratégias de intervenção eficazes, requerem uma compreensão dos estágios progressivos de mudança que levam à fragilidade. Modelos médicos tradicionais que descrevem a progressão da deficiência, tais como os propostos por Nagi (1991) e o da OMS (BERG; CASSELLS, 1990), sugerem que a deficiência é precedida por doenças ou condições crônicas. Os passos progressivos, como descrito por Nagi, indicam que a doença geralmente leva ao comprometimento, que avança à limitação funcional, e ela, finalmente, à incapacidade.

A indicação que se tem é de que o declínio físico, seja por doença ou desuso, é modificável através de uma avaliação adequada e/ou de uma intervenção através da atividade física. Estudos, em que a incidência de doenças crônicas foi avaliada através da divisão de um grupo de idosos: os ativos e o grupo de controle, os indivíduos que se exercitaram demonstraram níveis significativamente mais altos de força, resistência e da função motora em comparação com indivíduos não ativos.

Seja qual for a causa da deficiência física, proporcionar avaliações adequadas pode ajudar a identificar os déficits específicos em parâmetros físicos que precisam de mais atenção. A capacidade de avaliar o desempenho físico em idosos pode aumentar a qualidade de *feedback's* fornecidos aos indivíduos, ajudar as pessoas que desenvolvem os programas de testes a planejar programas de intervenção mais eficazes, proporcionando melhores medidas de resultados para avaliar tanto a melhoria individual e à eficácia do programa, quanto a melhorar a compreensão dos declínios relacionados à idade.

A limitação funcional pode ser acessada através do autorrelatório, o relatório de procuração ou através de testes baseados no desempenho físico. Um grande número de medidas de desempenho físico, quer testes individuais ou baterias de testes, foram desenvolvidos, e muitos deles avaliam diferentes aspectos da limitação funcional. Alguns exemplos de testes de desempenho comumente utilizados são: A ferramenta de avaliação de desempenho e mobilidade orientada, velocidade de

caminhada, medida de independência funcional, o teste *8 foot up and go* e o teste de 1RM, que é capaz de mensurar a força dinâmica máxima (RIKLI; JONES, 1999).

A bateria de testes de Rikli e Jones engloba muitos desses testes funcionais citados, e foi desenvolvida tendo por base o entendimento de que a aptidão física funcional consiste na CF e habilidade para realizar AVD's, de forma segura e autônoma, sem revelar fadiga (RIKLI; JONES, 1999, 2000). Através dessa bateria, podemos medir a força e resistência muscular, flexibilidade, mobilidade física (agilidade, velocidade e equilíbrio dinâmico) e a capacidade aeróbia.

A aplicação dos testes dessa bateria é rápida e de fácil administração, requerem o mínimo de equipamento, tempo e espaço. Para além de ser reconhecida pelo seu rigor científico, elevada fiabilidade e validade. Está bem estabelecido que o processo de envelhecimento em humanos está associado com a perda de massa e força muscular (DOHERTY 2003), e o declínio relacionado à idade da massa muscular tem sido documentado por meio de medições de massa magra com dupla emissão de raios-X (DXA) e AST do músculo quantificados por métodos de imagem como a TC de raios X e RM.

No estudo de Volpato *et al.* (2012) pessoas diabéticas tiveram uma avaliação de velocidade da marcha mais baixa e, apesar de terem tido uma área maior no músculo da panturrilha, tiveram menos força muscular, menor potência e QM que as pessoas não diabéticas. Outros dados da mesma pesquisa apontaram a densidade muscular, força e potência muscular, bem como a QM tiveram uma diferença na velocidade da marcha entre pessoas com e sem diabetes, com valores que iam de 25 e 15% no teste de caminhada de 4 e 400 metros respectivamente, sugerindo que a performance dos músculos esqueléticos dos membros inferiores é prejudicada, e acaba sendo um importante contribuidor da limitação da mobilidade em pacientes idosos com diabetes tipo 2. Análises transversais e longitudinais do estudo do *Health Aging and Body Composition* demonstrou que idosos diabéticos têm menos força muscular e QM comparados com os não diabéticos (PARK *et al.*, 2006).

Em um estudo desenvolvido por Ilkiv⁵, constatou-se, para o teste de força e resistência muscular do membro superior (flexão do antebraço no sexo feminino), para todos os escalões etários, um desempenho superior aos valores de referência da bateria de Rikli e Jones (1999). Somente no grupo dos homens de 70 a 74 anos,

⁵ ILKIV **Avaliação da aptidão física de idosos no centro de convivência da melhor idade do município de monte alto**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de França. 2005. Não publicada.

se verificou um desempenho superior às médias propostas por Rikli e Jones (1999; 2001). Outros estudiosos que, de igual modo estudaram esta problemática, evidenciaram a possibilidade de ganhos significativos de força muscular, tanto dos membros superiores, como dos membros inferiores (CARVALHO; TEIXEIRA, 2002).

A força muscular também por ser avaliada através de um aparelho denominado dinamômetro isocinético, através do teste de contração isométrica voluntária máxima (CIVM). As principais características desses equipamentos são os dispositivos neles contidos direcionados ao controle da velocidade de rotação da articulação e da variação da força exercida externamente contra o segmento envolvido no movimento.

Em suma, a função física pobre pode ser avaliada com uma ampla variedade de instrumentos. Não há melhor maneira única para realizar uma avaliação e não há um único instrumento que é o ideal. Nesta pesquisa, foram analisados três importantes componentes ligados ao envelhecimento, que sofrem alterações com o passar da idade: a capacidade funcional, a força muscular produzida pelo quadríceps e através das medidas da massa muscular e gordura corporal.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 QUESTÃO DA PESQUISA

Há associação entre o desempenho funcional, a massa muscular e a QM de indivíduos idosos fisicamente ativos?

3.2 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS

Variáveis independentes

A amostra do projeto foi representada pelos indivíduos idosos ativos do CELARI (Centro de Esportes, Lazer e Recreação de Idosos) – ESEF/UFRGS.

Variáveis dependentes

- EM e eco-intensidade do quadríceps (EIQUA)
- CIVM
- Teste de sentar e levantar em 30 segundos (SL)
- Teste de velocidade da marcha usual (VLM)

3.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Esta pesquisa possui um delineamento transversal, com amostra selecionada voluntariamente. Todos os indivíduos eram pertencentes ao CELARI – ESEF/UFRGS.

3.4 POPULAÇÃO

Este estudo foi realizado com idosas do CELARI – da ESEF/UFRGS, com indivíduos do sexo feminino, ativas, com idade igual ou superior a 65 anos.

3.5 AMOSTRA

As idosas foram contatadas pessoalmente na ESEF, através da visita a cada turma pertencente ao Projeto, e por meio de um contato telefônico (quando necessário). A partir daí, foram realizados os seguintes passos: Apresentação e esclarecimentos a respeito do projeto; seleção dos sujeitos a partir da idade; foram incluídas idosas com idade a partir de 65 anos (n = 45).

3.6 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Após o primeiro contato, foram excluídas as idosas que apresentaram:

- Incapacidade de cooperar nos testes utilizados no protocolo do estudo;
- Necessidade de qualquer auxílio para locomoção;
- Déficit cognitivo que os impossibilitem de fornecer respostas, tais como sequelas neurológicas ou demências senis;
- Doença renal em hemodiálise ou diálise peritoneal;
- Doença pulmonar obstrutiva crônica;
- Doenças ortopédicas e/ou reumatológicas nas mãos;
- Doenças cardiorrespiratórias graves;
- Marcapasso cardíaco permanente;
- Presença de sintomas dolorosos ou edema nos membros inferiores;
- Doença hepática com ascite;
- Obesidade mórbida (Índice de Massa Corporal > 34 kg/m², calculado a partir da massa corporal e estatura informadas).

3.7 DESENHO EXPERIMENTAL

A ordem dos protocolos e intervenções aplicadas no estudo transversal e longitudinal está resumida na figura 9.

Desenho experimental

Seleção	Primeira Visita	Segunda Visita	Terceira Visita
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Apresentação do projeto; ✓ Esclarecimento a respeito do projeto; ✓ Foram incluídos apenas idosos com idade a partir de 65 anos. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Familiarização com os testes de força e capacidade funcional; ✓ Seleção pelos critérios de exclusão; ✓ Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Avaliação da EM e aquisição das imagens para EI por ultrassonografia; ✓ CIVM; ✓ Realização dos testes funcionais. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aferidas as medidas de massa muscular e de gordura corporal por impedância bioelétrica, e as medidas antropométricas.

Figura 1 - Ordem de todos os protocolo e intervenções realizados durante a pesquisa. Fonte: Autora.

3.8 SELEÇÃO DA AMOSTRA

Foi realizada a apresentação do Projeto, junto a todas as turmas em atividade no CELARI, e também esclarecimentos a respeito dele. Perguntou-se a idade e apenas foram incluídas idosas com idade a partir de 65 anos.

3.8.1 Primeira Visita

A pesquisa foi explicada brevemente, e foram entregues 2 vias do termo de consentimento para serem assinadas pela participante ou pelo acompanhante (no caso de analfabetos): 1 via ficava com a participante e a outra via assinada deveria ser recolhida. Depois, foi realizado o Miniexame do estado mental (critério de exclusão no estudo) e excluído idosas com escore < 24 (para aquelas com escolaridade > 9 anos) ou < 17 (para escolaridade ≤ 9 anos). E então, foi aplicada a ficha de anamnese e atentou-se para os critérios de exclusão (apenas idosas com 65 anos ou mais).

Os pacientes foram efetivamente selecionados somente quando se adequaram aos critérios de inclusão e assinaram um termo de interesse de participação como amostra do projeto.

Após, eram realizadas as familiarizações dos seguintes testes: SL e VLM e por último, eram combinadas e anotadas na ficha de anamnese, as datas dos próximos encontros. Era feito também uma recomendação, para que os sujeitos viessem com roupas adequadas para as avaliações: camiseta e bermuda.

3.8.2 Segunda Visita

No segundo encontro, eram realizados, nesta ordem, o teste da avaliação da EM (por isso a necessidade de estarem vestindo uma bermuda) e das imagens para EI através da ultrassonografia. Logo depois era realizado o teste SL, após um breve aquecimento de 5 minutos. E então, os sujeitos dirigiam-se até o dinamômetro isocinético para a realização do CIVM, em que foi testada a perna direita, com direito a três tentativas, sendo que somente a melhor dentre elas foi aproveitada para o estudo. Para finalizar o segundo dia, era realizado o VLM.

3.8.3 Terceira Visita

As idosas chegavam em jejum no período da manhã e assim que fossem aferidas as medidas de massa muscular e de gordura corporal por impedância bioelétrica, eram aferidas as medidas antropométricas.

3.9 PROCEDIMENTOS E MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Os instrumentos utilizados para a obtenção dos dados foram alguns testes de desempenho funcional da Bateria de *Testes de Rikli & Jones* (1999), avaliação da massa corporal por ultrassonografia (EM), em que foram medidas a QM, fórmula que expressa a força por unidade de massa muscular (Tracy *et al.* 1999), e a EI muscular, avaliada também por ultrassonografia. Todas as avaliações foram realizadas pelo mesmo avaliador.

3.10 ESPESSURA MUSCULAR DO QUADRÍCEPS FEMORAL E ECO-INTENSIDADE

O teste da avaliação da EMQUA e da EI, exame realizado no US, iniciava com os sujeitos deitados com os membros inferiores e superiores estendidos e relaxados, tendo sido feitas aquisições de imagens dos músculos vasto lateral (VL), vasto medial (VM), reto femoral (RF) e vasto intermédio (VI) com um US, sendo o ponto de medição do VL, VI e RF referente a 50% da distância entre o epicôndilo lateral do fêmur ao trocanter maior do fêmur, enquanto que o VM foi mensurado a 30% da distância entre o epicôndilo lateral do fêmur ao trocanter maior do fêmur (KORHONENET *et al.*, 2009). Após a determinação dos pontos, foi utilizado um gel à base de água, que promove um contato acústico sem a necessidade de causar pressão sobre a pele, e um transdutor com frequência de amostragem de 7,5 MHz, que foi posicionado de forma perpendicular ao músculo sobre o ponto a ser avaliado. A EM foi definida como distância entre o tecido adiposo subcutâneo e a aponeurose óssea superior, identificados na imagem.

Para a avaliação da EI foi utilizado o RF e o quadríceps femoral e foi mensurada por meio da escala de cinza calculada pelo próprio *software* (preto = 0; branco = 255). Uma área de interesse, compreendendo a maior área muscular possível, foi selecionada em cada porção muscular. Uma média dos valores de três imagens foi utilizada. A EIQUA foi definida como a média da EI das quatro porções do quadríceps femoral. Já a EIRF compreendeu a EI apenas do músculo reto femoral. O mesmo avaliador executou as análises de EM e da EI.

3.11 AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE FUNCIONAL

A CF foi avaliada por meio do VLM e do SL.

O SL (figura 10), iniciava com o sujeito sentado com os pés apoiados no solo e com os braços cruzados sobre o tórax, em uma cadeira de 43 cm de altura. Após o comando verbal para iniciar o teste, o cronômetro era ativado e o sujeito deveria levantar-se completamente e sentar novamente, encostando as costas na cadeira, o maior número de vezes em 30 segundos. Passado o tempo, era anotado o número de repetições que o sujeito conseguiu realizar corretamente.

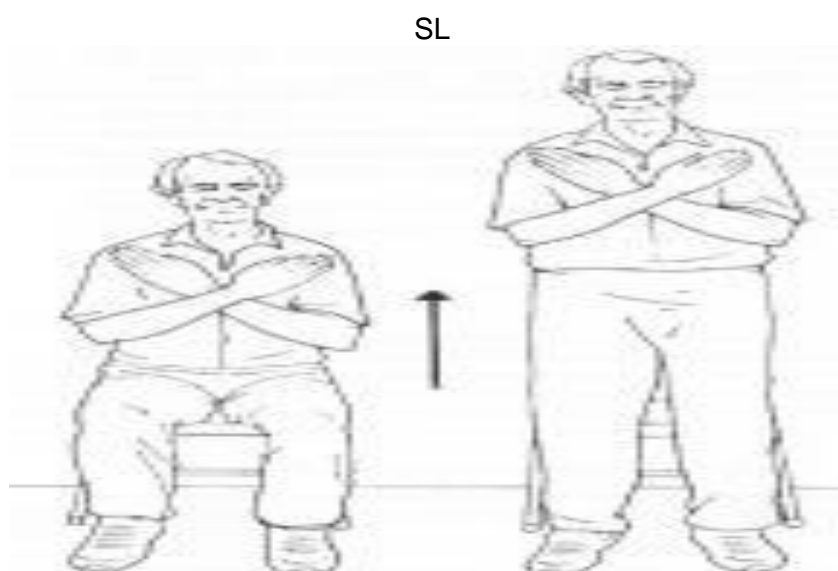


Figura 2 - Imagens referentes à sequência de movimentos do teste de sentar e levantar em 30 segundos (SL). Fonte: Adaptado de RIKLI; JONES, 1999.

O VLM era realizado num espaço externo ao laboratório, com a marcação no chão de um ponto inicial, outro após 2m, 8m, 10m e um ponto final. O sujeito se colocava posicionado com os dois pés atrás da linha de início, e lá era explicado que ele deveria caminhar com velocidade habitual, para evitar viés de aceleração e desaceleração, após receber o comando verbal, até o ponto final. Após fornecer o comando verbal para o início do teste, era acionado o cronômetro no momento que o indivíduo cruzava a marcação dos 2m. O cronômetro era pausado no momento em que o indivíduo cruzava a marcação dos 8m e então, era anotado o tempo na ficha

do participante. Foi utilizada a média de duas tentativas para o cálculo da velocidade, em m/s (CESARI *et al.*, 2005). Foram utilizados os pontos de corte propostos pelo consenso do EWGSOP, sendo considerada redução da CF quando a velocidade da marcha usual for menor que 1 m/s (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010).

3.12 AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR

O teste no dinamômetro isocinético (CIVM de extensores de joelho), foi realizado através de três contrações isométricas voluntárias máximas de extensão do joelho, de cinco segundos em um dinamômetro isocinético Cybex Norm (EUA), o qual foi calibrado de acordo com as instruções do fabricante. O ângulo articular de extensão de joelho, segundo as instruções, foi de 120° e de quadril de 85° (assumindo 180° como joelho e quadril completamente estendidos) e 1,5 minutos de intervalo dado entre cada CIVM. Apenas o membro inferior direito foi testado e todos os sujeitos eram instruídos a executarem a contração “tão rápido e forte quanto possível” (SAHALY *et al.*, 2001).

3.13 AVALIAÇÃO DA MASSA MUSCULAR E GORDURA CORPORAL

A impedância bioelétrica (BIA) foi empregada para estimar a quantidade de massa muscular e de gordura corporal, empregando o pressuposto de que, devido à massa livre de gordura ser composta por água, proteínas, e eletrólitos, a condutividade é maior em massa livre de gordura que em gordura (SOWERS *et al.*, 2005). Para a realização do exame, foram adotadas as recomendações do protocolo proposto pela *European Society for Clinical Nutrition and Metabolism* (KYLE *et al.*, 2004):

- Verificar se não há nenhuma lesão na pele onde ficará o eletrodo;
- Limpar a pele com álcool;
- Posicionar os eletrodos sempre do mesmo lado do corpo, com o mínimo de 5 cm de distância entre os eletrodos;
- Posicionar o indivíduo deitado, com os braços separados do tronco por 30° e pernas afastadas em 45°;

- Em caso de obesidade, use material isolante de eletricidade (toalha, por exemplo) entre o braço e o tronco, e entre as coxas;
- Quando próteses ou implantes, medir do lado oposto.
- Ligar o aparelho, inserir as informações solicitadas e proceder com o teste.
- Repetir o teste 3 vezes e utilizar o valor da mediana.

Já a massa corporal magra foi calculada a partir das equações específicas para gênero propostas por Sun *et al.* (2003), nas quais a estatura é expressa em cm; a resistência em ohms e a massa corporal em kg:

Homens: $MCM = 10,68 + 0,65 \times \text{estatura}^2 / \text{resistência} + 0,26 \times \text{massa corporal} + 0,02 \times \text{resistência}$

Mulheres: $MCM = 9,53 + 0,69 \times \text{estatura}^2 / \text{resistência} + 0,17 \times \text{massa corporal} + 0,02 \times \text{resistência}$

A gordura corporal foi determinada como resultado da subtração da massa corporal magra a partir da massa corporal total. O cálculo do percentual de gordura corporal foi calculado relativo à massa corporal total, o qual foi classificado segundo os percentis do ACSM (2009). A massa muscular esquelética foi calculada através da equação proposta por Janssen *et al.* (2000).

3.14 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

Foram aferidas as medidas de massa corporal e estatura, a partir das quais foi calculado o Índice de Massa Corporal (IMC), para caracterização da amostra. Para a aferição das medidas, os indivíduos estavam descalços e vestindo roupas leves.

3.15 MASSA CORPORAL, ESTATURA E ÍNDICE DE MASSA CORPORAL

A massa corporal foi aferida em balança digital portátil, calibrada, com capacidade de até 150kg e precisão de 100g. A balança estava colocada sobre uma superfície rígida e plana, e o sujeito foi pesado em pé no centro da balança, ereto e olhando para frente.

A estatura foi aferida com o auxílio do estadiômetro de haste móvel, com capacidade de 2m e precisão de 1mm, afixado em uma parede lisa, sem rodapé. O indivíduo foi medido em pé, posição ereta, com o peso igualmente distribuído entre os pés, os pés unidos e os calcanhares tocando a parede, e os braços estendidos ao longo do corpo. A medida foi aferida com o indivíduo em apnéia respiratória.

O IMC foi calculado dividindo-se a massa corporal, em quilogramas (kg), pela estatura, em metros elevada ao quadrado (m^2), sendo expresso em kg/m^2 . Os idosos foram classificados de acordo com as categorias propostas por Lipschitz (1994): valores menores que 22,0 para baixo peso, entre 22,0 e 27,0 para eutrofia, e acima de 27 para obesidade (LIPSCHITZ, 1994).

4 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

O presente projeto de pesquisa foi submetido à aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA). As pessoas foram informadas sobre o que iria ser feito, sendo que nenhum teste teve característica invasiva, foram informadas sobre os objetivos, recebendo um documento em que constam todos os testes que seriam realizados e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), caso houvesse interesse de participar como amostra voluntária do projeto. O número do projeto cadastrado e aprovado no comitê de ética da UFCSPA é 999/12.

4.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada com o auxílio do *software* SPSS 18.0 e o nível de significância aceito foi de 5%. Os dados foram inicialmente avaliados quanto ao pressuposto da normalidade, e a partir destes resultados foram realizados os testes paramétricos ou não paramétricos conforme a variável em questão. Os resultados foram apresentados com estatística descritiva. As variáveis quantitativas foram descritas por média e desvio padrão, no caso de distribuição simétrica, ou mediana e amplitude interquartílica, no caso de distribuição assimétrica. As variáveis categóricas foram descritas por frequências absolutas e relativas.

A associação entre as variáveis quantitativas foram avaliadas pelo teste da correlação linear de *Pearson*, no caso de distribuição simétrica, ou de *Spearman*, no caso de distribuição assimétrica. Adotou-se um nível de significância de $\alpha=0,05$.

4.2 RESULTADOS

Tabela 1 - Caracterização dos sujeitos.

Tabela 1 Caracterização da amostra, medidas de ultrassom e performance física dos indivíduos.

	Média ± SD	Mínimo e máximo
Caracterização		
Idade (anos)	70.28 ± 6.2	60-83
Peso Corporal (kg)	69.02 ± 11.5	51.1-102.9
Estatutura (m)	1.55 ± 0.67	1.4-1.67
Índice de Massa Corporal (kg/m ²)	27.89 ± 3.6	21.4-35.6
%Gordura Corporal	39.34 ± 4,9	27.1-51.8
%Massa Muscular	15.4 ± 2.4	11.1-24.2
Medidas do Ultrassom		
Eco-Intensidade do Reto Femoral	89.1 ± 18.04	49-128.8
Eco-intensidade do Quadríceps	79.2 ± 13.5	52.6-100.9
Espessura Muscular do Quadríceps (mm)	70.4 ± 10.8	49.5-91.4
Performance Física		
Contração Isométrica Voluntária Máxima (N.m)	108.09 ± 28.7	61-163
Sentar e Levantar em 30 segundos (nº de repetições)	12.9 ± 2.3	8-19
Velocidade de Marcha Usual (m/s)	1.3 ± 0.2	0.6-1.9

Fonte: Autora.

Os coeficientes de correlação para as variáveis EIRF, EIQUA, EMQUA, SL, VLM e CIVM encontram-se na tabela 2. Foram encontrados valores significativos apenas para as seguintes correlações: a) EIRF e VLM ($r = - 0,406$); b) EIRF e SL ($r = - 0,545$); c) EIRF e CIVM ($r = - 0,372$); d) EIRF e EIQUA ($r = 0,826$) e) EIRF e EMQUA ($r = - 441$) f) EIQUA e EMQUA ($r = - 0,572$) g) EIQUA e SL ($r = - 0,493$); h) EIQUA e CIVM ($r = - 0,409$); i) EMQUA e CIVM ($r = 0,509$).

Tabela 2 - Coeficientes de correlação entre EIRF, EIQUA, EMQUA, SL, VLM e CIVM dos participantes (n=45)

	EIRF	EIQUA	EMQUA	SL	VLM	CIVM
EIRF	-	0,826**	-0,441**	-0,545**	-0,406**	-0,372*
EIQUA		-	-0,572**	-0,493**	-0,270	-0,409**
EMQUA			-	0,136	0,153	0,509**
SL				-	0,498**	0,247
VLM					-	0,247
CIVM						-

EIRF eco intensidade do reto femoral, EIQUA eco intensidade do quadríceps, EMQUA espessura muscular, SL teste sentar e levantar, VLM teste de velocidade da marcha, CIVM contração voluntária máxima. Diferença estatística: *P<0,05; ** P<0,01.

4.3 DISCUSSÃO

Este estudo teve por objetivo verificar se existe associação entre os valores de EI, EM e testes funcionais - SL e VLM -, juntamente com o CIVM. Os resultados encontrados demonstram que a EI está correlacionada com o desempenho nos testes funcionais realizados, bem como com a capacidade de produção de força em indivíduos idosos fisicamente ativos.

É sabido que o envelhecimento está fortemente associado ao declínio das funções neurais e morfológicas, ocasionando o decréscimo da força máxima e potência muscular, principalmente de membros inferiores (HAKKINEN *et al.*, 1998). Do ponto de vista funcional, a capacidade de produção de força explosiva (das fibras musculares do tipo II), possui um forte impacto nas AVD's, como sentar e levantar de uma cadeira, lentidão da velocidade da marcha ou subir escadas (MACALUSO; DE VITO, 2004).

A CF na terceira idade tem sido avaliada através de testes, como o de sentar e levantar e o de velocidade da marcha (BOTTARO *et al.*, 2007), e os resultados desses testes parecem ser dependentes da capacidade de gerar força do músculo quadríceps, o que pode comprometer sua independência física (CASEROTTI *et al.*, 2001). Porém, em nossa pesquisa, o teste de força CIVM não obteve uma correlação significativa com os testes funcionais de SL e VM. Entretanto, são muitos

os trabalhos encontrados na literatura atual que tenham verificado alterações em testes funcionais e testes de força, devido a um processo de treinamento de força. É o caso do estudo de Pinto *et al.* (2013), em que encontraram um aumento da QM de 14,8%, concomitantemente a um aumento do desempenho nos seguintes testes funcionais: SL e o *8 foot up and go* (24 e 22 %, respectivamente).

O prejuízo da função muscular e o subsequente comprometimento da função motora, associados ao processo de envelhecimento, afetam diretamente a QV dos idosos, diminuindo suas habilidades em tarefas simples e tornando difícil a realização de atividades cotidianas (LACOURT *et al.*, 2006). Desse modo, também favorecem o surgimento de afecções psicoemocionais, como baixa na autoestima e depressão (DAVINI; NUNES, 2003).

Todas essas modificações encontradas com o avançar da idade são condições que ocorrem em razão da sarcopenia e da dinapenia, ocasionadas por uma variedade de fatores, como decréscimo do número de fibras musculares, atrofia das fibras musculares, diminuição do número de unidades motoras, sedentarismo, etc (CLARK; MANINI, 2012). Porém, testes que avaliaram a força dos músculos extensores do joelho e de preensão manual, foram fortemente associados com a mortalidade, sugerindo que a sarcopenia pode ser um fator secundário comparado com os efeitos da dinapenia (NEWMAN *et al.*, 2006).

A razão para essa dissociação traz também a reflexão sobre os vários mecanismos que sustentam a fraqueza muscular, que vão muito além da perda de massa muscular devido ao número reduzido de fibras e proteínas miofibrilares (CLARK; MANINI, 2008). As deficiências na ativação neural, por exemplo, poderiam explicar uma importante parte da fraqueza muscular, bem como potenciais alterações em outras propriedades musculares que podem reduzir a qualidade contrátil, ocasionando uma redução na capacidade de produção de força voluntária por unidade do tamanho muscular (CLARK; MANINI, 2008).

Essas afirmações vêm ao encontro dos resultados encontrados nesta pesquisa, já que as correlações envolvendo EI (seja do reto femoral ou do quadríceps como um todo), que mediu a QM dos indivíduos idosos, mostraram significância em relação ao teste de força CIVM e com o teste funcional de SL. Sendo que a EIRF ainda apresenta correlação significativa com o teste de VLM. Watanabe *et al.* (2013), em um estudo realizado com indivíduos idosos sedentários, também encontraram correlação entre EM e CIVM ($r = 0.411$) e EIRF e CIVM ($r = -$

0.333). No entanto, os autores não fizeram nenhum tipo de associação com o desempenho funcional e possíveis consequências dessa associação na QV de indivíduos idosos.

Além disso, novos dados de doenças subclínicas notaram uma diminuição ou ausência de associação entre a função física e massa muscular esquelética (VISSER *et al.*, 2000). Esses estudos contraditórios deram início a uma nova trajetória para a compreensão do papel da sarcopenia em relação às perdas da capacidade física. Ao longo da última década, estudos longitudinais têm apresentado resultados no sentido de dissociar a quantidade de massa muscular da incidência de deficiências físicas e incapacidades funcionais. As evidências atuais de estudos longitudinais sugerem que a sarcopenia pode não ser o principal fator associado à perda de funcionalidade e degradação da saúde em idosos (NEWMAN *et al.*, 2006; CESARI, *et al.*, 2009).

Em nossos resultados, também não encontramos relação entre a massa muscular e a função física dos sujeitos idosos ativos, já que a EMQUA não apresentou correlação significativa com nenhum teste funcional aplicado. Em compensação, o teste de força CIVM foi positivamente correlacionado com a EMQUA. Dessa forma, a quantidade de músculo pode ser determinante da produção de força máxima, como avaliado pela CIVM, sem necessariamente refletir uma influência significativa na funcionalidade do indivíduo.

No estudo de Strasser *et al.* (2013), os autores afirmaram que a espessura muscular do músculo quadríceps foi positivamente associada com a capacidade de produção de força da população jovem e idosa. Além disso, as medidas da espessura de todos os músculos mostraram significância e altas correlações em relação ao teste de CIVM com o músculo quadríceps. Portanto, segundo os autores, a EM, especialmente dos músculos VI e VM, pode ser uma ferramenta adequada para o diagnóstico e curso da sarcopenia em pacientes que não possuem danos neuromusculares. Apesar disso, os autores não verificaram a funcionalidade dos indivíduos avaliados.

Em nosso estudo os dados de EIRF, bem como a EIQUA, que mediram a QM, foram negativamente correlacionados com a EMQUA. Sugerindo que em indivíduos idosos ativos a qualidade e a quantidade de musculatura se relacionam. Associação essa encontrada também na pesquisa realizada por Fukumoto (2012), em que teve como objetivo do estudo investigar se a QM de idosos, medida através

da EI, estava associada com a força muscular, independentemente da espessura do músculo. Assim como em nossa pesquisa, o músculo investigado foi o quadríceps e o resultado encontrado foi uma correlação negativa de - 0,33 entre EM e EI dessa musculatura.

Nosso maior achado, foram as correlações encontradas entre a avaliação da QM, obtida pela EI, com os teste funcionais. Os resultados aqui apresentados demonstram haver uma associação mais consistente, com os testes funcionais, da EI do que a EM (tamanho do músculo), que obteve resultados significantes apenas com o CIVM. Ou seja, este estudo e estudos anteriores mostram que o tamanho do músculo (quantidade muscular) e a qualidade do músculo contribuem de forma diferente para o desempenho de força e da funcionalidade da população idosa.

De parte dos autores desse projeto, não foram encontrados outros trabalhos na literatura que correlacionem a EI com o desempenho funcional de indivíduos idosos. Em contrapartida, são muitos os trabalhos que correlacionam a EI com testes de força, CIVM, preensão palmar e 1RM. Como exemplo, temos o estudo realizado por Welle *et al.*, (1996), que estudaram o efeito do treinamento de força em relação à QM (3-RM/ AST) em indivíduos jovens e idosos. Sendo que a população idosa apresentou um aumento de 32% na QM de extensores do joelho.

Analisando as correlações entre os testes funcionais de SL e VLM com o teste de força de CIVM, não encontramos uma associação significativa entre as variáveis. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que o CIVM depende em grande parte da capacidade de força isométrica máxima do músculo, sendo que a literatura nos trás que o tipo de força que mais está relacionada (negativamente) com atividades funcionais dos idosos, é a força potente. No entanto, nesse projeto não foram avaliadas medidas de potência muscular.

É sabido que a alteração no volume das fibras musculares parece ser seletiva, afetando principalmente as fibras de contração rápida (IIa e IIx) dos membros inferiores (NARICI; MAFFULLI, 2010). E com o envelhecimento, são elas que apresentam uma redução mais significativa em relação a sua espessura (STURNIEKS; ST GEORGE; LORD, 2008). O trabalho de Bottaro *et al.* (2007) trás exemplos dessa associação. Nesse trabalho, os autores treinaram homens com média de idade de 60 anos com os dois tipos de treinamento de força: treinamento de força tradicional e o treinamento de potência (com uma carga de treino de 60% de 1RM), os resultados encontrados foram o aumento da força nos dois tipos de

treinamento, porém, os indivíduos que realizaram o treino de potência muscular tiveram uma melhora mais significativa no desempenho de capacidades funcionais, quando comparado com o grupo de treinamento de força tradicional.

Portanto, para o nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo a correlacionar o desempenho em testes funcionais com a EI do músculo quadríceps de indivíduos idosos ativos. Os resultados encontrados são promissores, no entanto, ainda existe a necessidade de mais estudos em diferentes populações, como: idosos do sexo masculino, idosos sedentários e idosos em situações de grave incapacidade física.

Este estudo ainda apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. Levando em conta que todas as participantes eram fisicamente ativas, talvez fosse interessante ter neste trabalho uma amostra com idosos sedentários também, para assim, ver se suas correlações iriam encontrar respostas diferentes com os testes realizados. Neste mesmo sentido, o fato de não termos encontrado valores significativos entre os testes de CIVM com os funcionais, se deva ao fato de termos aplicado um teste de força isométrica, sendo que, um teste dependente da força dinâmica, talvez pudesse encontrar resultados mais consistentes para explicar a funcionalidade dos idosos.

5 CONCLUSÃO

Esse trabalho verificou que a QM avaliada pela EI do músculo quadríceps foi relacionada à força muscular, independentemente da EM, e também ao desempenho em testes funcionais. Propomos, que a ultrassonografia é um método adequado para a avaliação da qualidade do músculo, e que está associada com a força muscular de indivíduos idosos. Nossos dados sugerem que a QM é preditora da força no músculo esquelético e da CF de idosos, enquanto que a quantidade muscular, isto é, o tamanho do músculo, não demonstrou o mesmo comportamento.

REFERÊNCIAS

- ADES, A.P. Cardiac rehabilitation in older coronary patients. **J Am Geriatr Soc.**, n. 47, p. 98-105, 1999.
- AHTIAINEN, J. P. Panoramic ultrasonography is a valid method to measure changes in skeletal muscle cross-sectional area. **Eur J Appl Physiol**, n. 108, p. 273–279, 2010.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. 7. ed. Baltimore: Lippincott Williams e Wilkins, 2006.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 8th ed. New York: Lippincott Williams e Wilkins, 2009.
- ARTS, I. M. *et al.* Normal values for quantitative muscle ultrasonography in adults. **Muscle Nerve**, v. 41, n.1, p. 32-41, 2010.
- ASSUMPÇÃO, C. O.; SOUZA, T. M. F.; URTADO, C. B. Treinamento resistido frente ao envelhecimento: uma alternativa viável e eficaz. **Anuário Prod Acad Docente**, v. 2, n. 3, p. 451-476, 2008.
- ATCHLEY, W. R. Developmental quantitative genetics: Age-specific response to selection. *In*: WORLD CONGRESS OF GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998. **Proceedings**. p. 505-512.
- BASSEY, E. J. *et al.* Leg extensor power and functional performance in very old, men and women. **Clan. Sci**, v. 82, p. 321–327, 1992.
- BEMBEN, M. G. *et al.* Age-related patterns in body composition for men aged 20-79 yr. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, n. 27, p. 264-269, 1995.
- BEMBEN, M. G.; MURPHY, R. E. Age related neural adaptation following short term resistance training in women. **Journal Sports Medicine Physical Fitness**, n. 41, p. 291–299, 2001.
- BENEDETTI, T. R. B.; MAZO, G. Z.; BARROS, M. V. Aplicação do Questionário Internacional de Atividade Física para avaliação do nível de atividades físicas de mulheres idosas: validade concorrente e reprodutibilidade teste/reteste. **Rev. Bras. Ciên. e Mov.**, v. 12, n. 1, p. 25-33, 2004.
- BERG, R. L., CASSELLS, J. S. **The secondfifty years**: promoting health and preventing disability. Washington, DC: National Academy, 1990.
- BOTELHO, R. **Efeitos da pratica da actividade fisica sobre a Aptidão física de Adultos idosos**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Desporto) - Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física, Universidade do Porto, Porto, 2002.

BOTTARO, M. *et al.* Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older man. **Eur Appl Physiol.**, n. 99, p. 257-264, 2007.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: PNAD 2013**. Brasília, 2013.

BRITO, F.C.; LITVOC, C. J. **Conceitos básicos**. *In*: ENVELHECIMENTO: prevenção e promoção de saúde. São Paulo: Atheneu, 2004. p.1-16.

BUZZACHERA, C. F. *et al.* Relação entre aptidão cardiorrespiratória, parâmetros fisiológicos e perceptuais durante caminhada em ritmo auto-selecionado por mulheres adultas sedentárias. Ver. **Bras. de Ativ. Fís. e Saúde**, 2008.

CARMELI, E. *et al.* Muscle strength and mass of lower extremities in relation to functional abilities in elderly adults. **Gerontology**, n. 46, p. 249–257, 2000.

CARVALHO, J. **Aspectos metodológicos no trabalho com idosos**. *In*: ACTAS do seminário qualidade de vida no idoso: o papel da actividade física. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade do Porto, 1999. p. 95-104.

CARVALHO, M. J. **Efeito da actividade física na força muscular em idosos**. Tese (Doutorado em Ciências do Desporto) - Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física, Universidade do Porto, 2002.

CESARI, M. *et al.* Prognostic value of usual gait speed in wellfunctioning older people-results from the Health, Aging and Body Composition Study. **J. Am. Geriatr. Soc.**, n. 53, p. 1675–1680, 2005.

CHODZKO-ZAJKO, W. **Improving quality of life in old age**. The role of physical activity. *In*: ACTAS do seminário qualidade de vida no idoso: o papel da actividade física. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade do Porto, 1999. p. 105-117.

CLARK, B.C. *et al.* Adaptations in human neuromuscular function following prolonged unweighting: II. Neurological properties and motor imagery efficacy. **J Appl Physiol.**, n. 101, p. 264–272, 2006.

CLARK, B.C; MANINI, T.M. Dynapenia and Aging: An Update. *Journal of Gerontology: MEDICAL SCIENCES*, Cite journal as: **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. 2012 January;67A(1):28–40, 2012.

CLARK, B. C.; MANINI, T. M. Sarcopenia \neq dynapenia. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**; n. 63, p. 829–834, 2008.

CLARK B. C.; MANINI T. M. Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care.**, n. 13, p. 271-276, 2010.

CLARK, B.C.; MANINI, T.M. What is dynapenia?. **AM J Clin Nutr** 28 (2012) 495–503, 2012.

CLARK, B. C.; TAYLOR J. C. Age-related changes in motor cortical properties and voluntary activation of skeletal muscle. **Current Aging Sci**, v. 4, n. 3, p. 192–199, 2011.

CRUZ-JENTOFT, A. J. *et al.* European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. **Age Ageing**, v. 39, p. 412– 423, 2010.

DAVINI, R.; NUNES, C. V. Alterações no sistema neuromuscular decorrentes do envelhecimento e o papel do exercício físico na manutenção da força muscular em indivíduos idosos. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. v. 7, n. 3, p. 201- 207, 2003.

DE VITTA, A. **Atividade física e bem-estar na velhice**. In: FREIRE, A. L. N.; FREIRE, S. A. (Org.), *E por falar em boa velhice*. Campinas: Papirus, 2000. p. 25-38.

DELMONICO, M. J. *et al.* Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. **Am J Clin Nutr**; n. 90, p. 1579–1585, 2009.

DOHERTY, T. J. Invited review: aging and sarcopenia. **J Appl Physiol**, v. 95, p. 1717–1727, 2003.

FARIA, J. C. *et al.* Importância do treinamento de força na reabilitação da função muscular, equilíbrio e mobilidade de Idosos. **Acta Fisiatr.**, v. 10, p. 133-137, 2003.

FERREIRA, M. S.; SOUZA, A. C. A. S. **Mobilidade e acessibilidade na terceira idade: premissas para conceituação de produtos para idosos**. In: II. ENEDS, 2., Rio de Janeiro, 2005.

FREITAS, E.V. de; PY, L. **Tratado de Geriatria e gerontologia**. Terceira edição, Editora Guanabara Koogan LTDA., Rio de Janeiro, 2011.

FUKUMOTO, Y. Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons, **Eur J Appl Physiol.**, n. 112, p. 1519–1525, 2012.

FUKUNAGA, T.; MÍYATANI, M.; TACHI, M. KOUZAKI, M.; KAWAKAMI, Y.; KANAHISA, H. Muscle volume is a major determinant of joint torque in humans. **Acta Physiol Scand** 2001;172:249-255.

GOING, S.; WILLIAMS, D.; LOHMAN, T. Aging and body composition: biological changes and methodological issues. In: Hollozy JO (ed.) **Exer. Sport Sci. Reviews**. Baltimore: Williams & Wilkins; p. 411- 449. v.23, 1995.

GOODPASTER B. H. *et al.* The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, n. 61A, p. 1059–1064, 2006.

GOING, S.; WILLIAMS, D.; LOHMAN, T. Aging and body composition: biological changes and methodological issues. In: Hollozy JO (ed.) **Exer. Sport Sci. Reviews**. Baltimore: Williams & Wilkins; p. 411- 449. v.23, 1995.

GOODPASTER B. H. *et al.* The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, n. 61A, p. 1059–1064, 2006.

GORDILHO, A. *et al.* **Desafios a serem enfrentados no terceiro milênio pelo setor saúde nas políticas de cuidado integral ao idoso**. Rio de Janeiro: Universidade Aberta da Terceira da Idade/Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 2000.

GRANACHER U.; ZAHNER, L.; GOLLHOFER, A. Strength, power, and postural control in seniors: postural control in seniors: considerations for functional adaptations and for fall prevention. **Eur J Sport Eur J Sport Sci**, n. 8, p. 325-340, 2008.

HAKKINEN, K. A. *et al.* Acute hormone responses to heavy resistance lower and upper extremity exercise in young versus old man. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, n. 77, p. 312-319, 1998.

HAKKINEN, K. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. **J Appl Physiol**, v. 91, n. 2, p. 569-580, Aug 2001.

HANSON, E. D. *et al.* Effects of strength training on physical function: influence of power, strength, and body composition. **J. Strength Cond. Res.**, v.23, n.9, p.2627-37, 2009.

HUNTER, G.R. *et al.* Fat distribution, physical activity, and cardiovascular risk factors **Med Sci Sports Exerc**, n. 29, p. 326-369, 1997.

HUNTER, G. R.; McCARTHY, J. P.; BAMMAN, M. M. Effects of resistance training on older adults. **Sports Med.**, n. 34, p. 329–348, 2004.

INABA M. *et al.* Poor muscle quality rather than reduced lean body mass is responsible for the lower serum creatinine level in hemodialysis patients with diabetes mellitus. **Clin Nephrol**, v. 74, n. 4, 266–272, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA – IBGE. **Esperança de vida ao nascer**. 2010a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censo2010/>>. Acesso em: 20 set. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA – IBGE. [Notícias] 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1767&id_pagina=>>. Acesso em: 17 de set. de 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Perfil dos idosos e responsáveis pelos domicílios no Brasil em 2000**. Rio de Janeiro, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA – IBGE. **Projeção da População do Brasil por sexo e idade: 2000-2060**. 2013. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Projecao da Populacao/Projecao da Populacao 2013/nota metodologica_2013.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Projecao_da_Populacao/Projecao_da_Populacao_2013/nota_metodologica_2013.pdf)>. Acesso em: 8 out. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA – IBGE. **Sinopse do Censo Demográfico de 2010**. 2010b. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao>>. Acesso em: 14 de set. de 2013.

IVEY, F. M. *et al.* Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci.**, n. 55, p. M641–M648, 2000.

JACOB, W.F.; KIKUCHI, E.L. **Geriatría e gerontología básicas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

JANSSEN, I. *et al.* Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. **J. Appl. Physiol.**, v. 89, p. 465–71, 2000.

JANSSEN I.; HEYMSFIELD, S. B.; ROSS, R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. **J Am Geriatr Soc.**, n. 50, p. 889–896, 2002.

JETTE, A. M. **Disability trends and transitions**. *In*: BINSTOCK, R. H.; GEORGE, L. K. Handbook of aging and the social science. San Diego: Academic Press, 1996. p. 94-116.

KAMEN, G; KNIGHT, C. A. Training-related adaptations in motor unit discharge rate in young and older adults. **Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.**, n. 59, p. 1334-1338, 2004.

KAWAKAMI, Y. *et al.* Changes in muscle size, architecture, and neural activation after 20 days of bed rest with and without resistance exercise. **Eur J Appl Physiol.**, n. 84, p. 7–12, 2001.

KNIGHT, C.A.; KAMEN, G. Adaptations in muscular activation of the knee extensor muscles with strength training in young and older adults. **J Electromyogr Kinesiol.** 2001;11:405-412.

KORHONEN, M. T. *et al.* Biomechanical and skeletal muscle determinants of maximum running speed with aging. **Med Sci Sports Exerc.**, n. 41, p. 844–856, 2009.

KUBO, K. *et al.* Effects of isometric training on the elasticity of human tendon structures in vivo. **J Appl Physiol**, n. 91, p. 26–32, 2001.

KYLE, U. G., *et al.* Bioelectrical impedance analysis - part II: utilization in clinical practice. **Clin Nutr**, v. 23, n. 6, p. 1430-1453, 2004.

LAMB, V. L. A cross-national study of quality of life factors associated with patterns of elderly disablement. **Social Science and Medicine**, v. 42, n. 3, p. 363-377, 1996.

LATHAM, N. K.; BENNETT, D. A.; STRETTON, C. M.; ANDERSON, C. S. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci** 59:48–61, 2004.

LINDLE, R. S. *et al.* Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20- 93 yr. **J Appl Physiol**, v. 83, p. 1581-1587, 1997.

LIPSCHITZ, D. A. Screening for nutritional status in the elderly. **Primary Care**, v. 21, n. 1, p. 55-67, 1994.

MACALUSO, A.; DE VITO, G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. **Eur J of Appl Physiol**, v. 91, n. 4, p. 450-472, 2004.

MAZZEO, R.; CAVANAGH, P.; EVANS, W.; FIATARONE, M.; HAGBERG, J.; McAULEY, E.; STARTZELL, J. Exercise and physical activity for older adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 30(6): 1-25, 1998.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 4. ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1998.

MITCHELL, K.W.; WILLIAMS, J.; ATHERTON, P.; LARVIN, M.; LUND, J. and NARICI, M. **Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review**. July 2012. Volume 3. Article 260, Ali Mobasheri, The University of Nottingham, UK, 2012. DOI: 10.3389/fphys.2012.00260.

MOTA, J. **Promoção de actividade física nos idosos: uma perspectiva global**. In: ACTAS do seminário qualidade de vida no idoso: o papel da actividade física. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade do Porto, 1999. p. 65-69.

NAGI S. Z. **Disability concepts revised: implications for prevention**. In: DISABILITY in America: Toward a national agenda for prevention. Washington (DC): National Academy, 1991.

NARICI, M. V.; MAFFULLI, N. Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance. **British Medical Bulletin**, v. 95, p.139–159, 2010.

NEWMAN, A. B. *et al.* Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci.**, n. 61, p. 72–77, 2006.

NÓBREGA, A. C. L. *et al.* Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: atividade física e saúde no idoso. **Rev. Bras. de Med. do Esp.**, v. 5, n. 6, p. 207-211, nov./dez. 1999.

NOGUEIRA, W. *et al.* Effects os power training on muscle thickness of older man. **Int. J. Sports Med.**, n. 30, p. 200-204, 2009.

NORMAN, K. **Exercise programming for older adults**. Champaign, Illinois, Human Kinetics, 1995.

OLIVEIRA, J. de C.; ALBUQUERQUE, F. R.; SENNA, J. R. **Breves notas sobre a mortalidade no Brasil no período 2000 – 2005**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Global Forum for Health Research: The10/90 Report on Health Research**. Genebra, 2000.

PADILHA, N. M. A. G. M. **Atividade física e saúde na terceira idade: Estudo da influência da prática de hidroginástica na aptidão física funcional de idosos autônomos e independentes**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Desporto) - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2008.

PAPALIA, D. E.; OLDS, S. W.; FELDMAN, R. D. **Desenvolvimento humano**. Tradução de Daniel Bueno. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

PARK, S.W.; GOODPASTER, B.H.; STROTMEYER, E.S., *et al.* Decreased muscle strength and quality in older adults with type 2 diabetes: the health, aging and body composition study. **Diabetes care** 2007;30:1507-1512.

PEREIRA, A. *et al.* Effects of high- speed power training on functional capacity and muscle performance in older women. **Exp Gerontol.**, n. 47, p. 250–255, 2012.

PIBERNIK-OKANOVIC, M. Psychometric properties of the World Health Organization Quality of Life Questionnaire (WHOQOL-100) in diabetic patients in Croatia. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 51, p. 133-143, 2001.

PÍCOLI, T. S.; FIGUEIREDO, L. L; PATRIZZI, L. J. Sarcopenia e envelhecimento. **Fisioter. Mov.**, v. 24, n. 3, p. 455-62, 2011.

PINTO, R. S. *et al.* **Short-term strength training improves muscle quality and functional capacity of elderly women.** 2013. Disponível em: <<http://www.bioportfolio.com/resources/pmarticle/475689/Short-term-strength-training-improves-muscle-quality-and-functional-capacity-of-elderly.html>>. Acesso em: 2013. DOI 10.1007/s11357-013-9567-2.

QUADRANTE, A. C. R. **Doenças crônicas e envelhecimento.** 2004. Disponível em: <<http://www.portaldoenvelhecimento.org.br/acervo/artieop/Geral/artigo250.htm>>. Acesso em: 15 set 2013.

RABELO, D. F.; CARDOSO, C.M. Auto-eficácia, doenças crônicas e incapacidade funcional na velhice. **Psico-USF**, v. 12, n. 1, p. 75-81, jan./jun. 2007.

RADAELLI, R. *et al.* Espessura e qualidade musculares medidas a partir de ultrassonografia: influência de diferentes locais de mensuração. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.**, v. 13, n. 2, p. 87-93, 2011.

RICE, J.; KEOGH, J. Power Training: Can it Improve Functional Performance in Older Adults? a Systematic Review. **International Journal of Exercise Science**, Houston, v. 2, n. 2, p. 131-151, 2009.

RIECHMAN, S.E.; BALASSEKARAN, G.; ROTH, S.M., FERREL, R.E. Association of interleukin-15 protein and interleukin-15 receptor genetic variation with resistance exercise training responses. **J Appl Physiol** 2004;97:2214-2219.

RIKLI, R.; JONES, J. Development and validation of a function fitness test for community-residing older adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, 7: 129-161, 1999.

RIKLI R.; JONES, J. Reliability, validity, and methodological issues in assessing physical activity in older adults. **Research Quarterly for Exercise & Sport**, v. 71, n. 2 suplemento, p. 89-96, 2000.

ROSENBERG, I. H. Summary comments: epidemiological and methodological problems in determining nutritional status of older persons. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 50, p. 1231–1233, 1989.

ROSSI, E.; SADER, C. S. **Envelhecimento do sistema osteoarticular.** In: TRATADO de Geriatria e Gerontologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2002. p. 508-514.

SAHALY, R. *et al.* Maximal voluntary force and rate of force development in humans: Importance of instruction. **Eur J Appl Physiol**, v. 85, n. 3-4, p. 345-350, 2001.

SARDINHA, L. B. **A avaliação da composição corporal na pessoa idosa: pertinência, problemas e soluções.** In: ENVELHECER melhor com a actividade física: actas do simpósio 99. Lisboa: FMH, Lisboa, 1999. p. 143-160.

SCHLICHT, J.; CAMAIONE, D. N.; OWEN, S. T. Effect of intense strength training on standing balance, walking speed, and sit-to-stand performance in older adults. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, n. 56, p. M281-M286, 2001.

SCHNEIDER, R. H.; IRIGARAY, T. Q. O envelhecimento na atualidade: aspectos cronológicos, biológicos, psicológicos e sociais. **Estud. Psicol.**, Campinas, v. 1565, 2008.

SOARES, J.; CARVALHO, J. **Integridade e funcionalidade muscular no idoso**. In: ACTAS do seminário qualidade de vida no idoso: o papel da actividade física. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade do Porto, 1999. p. 70-73.

SOWERS, M. R. Sarcopenia is related to physical functioning and leg strength in middle-aged women. **J. Gerontol.**, v. 60, n. 4, p. 486–490, 2005.

SPIRDUSO, W. **Physical Dimensions of Aging**, Human Kinetics, Champaign, Illinois, 1995.

STRASSER, E. M. *et al.* Association between ultrasound measurements of muscle thickness, pennation angle, echogenicity and skeletal muscle strength in the elderly. **American Aging Association**, 2013,

STURNIEKS, D. L.; ST GEORGE, R.; LORD, S. R. Balance disorders in the elderly. **Neurophysiol Clin.**, v. 38, n. 6, p. 467-478, 2008.

SUN, S. S. *et al.* Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 77, p.331–340, 2003.

THOMPSON, L. V. Effects of age and training on skeletal muscle physiology and performance. **Physical Therapy**, v. 74, p. 71-81, 1994.

TRACY, B. L. *et al.* Muscle Quality. II. Effects Of Strength Training in 65- to 75-yr-old Men and Women. **Eur J of Appl Physiol**, v. 86, n. 1, p. 195–201, 1999.

VERAS, R. P.; PARAHYBA, M. I. **O anacronismo dos modelos assistenciais para os idosos na área da saúde: desafios para o setor privado**. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 23, n. 10, p. 2479-2489, out. 2007.

VISSER, M. *et al.* Body fat and skeletal muscle mass in relation to physical disability in very old men and women of the Framingham heart study. **J Gerontol: Medical Sci**, n. 53A, p. M214-M221, 1998.

VISSER, M.; KRITCHEVSKY, S.B.; GOODPASTER, B.H., *et al.* Leg muscle mass and composition in relation to lower extremity performance in men and women aged 70 to 79: the health, aging and body composition study. **J Am Geriatr Soc** 2002;50:897-904.

VISSER, M. *et al.* Reexamining the sarcopenia hypothesis. Muscle mass versus muscle strength. Health, Aging, and Body Composition Study Research Group. **Ann N Y Acad Sci**, n. 904, p. 456–461, 2000.

VOLPATO, S. *et al.* Role of muscle mass and quality muscle in the association between diabetes and gait speed. **Diabetes Care**, n. 35, p. 1672-1679, 2012.

WATANABLE, Y. *et al.* Echo intensity obtained from ultrasonography images reflecting muscle strength in elderly men. **Clinical Interventions in Aging**, n. 8, 993–998, 2013.

WELLE, S.; TOTTERMAN, S.; THORNTON, C. Effect of age on muscle hypertrophy induced by resistance training. **J Gerontol Med Sci.**, n. 51A: M270–M275, 1996.

WESTHOFF, M. H.; STEMMERIK, L.; BOSHUIZEN, H. C. Effects of a low-intensity strengthtraining program on knee-extensor strength and functional ability of frail older people. **Journal of Aging and Physical Activity**, n. 8, p. 325-342, 2000.

YODA, M. *et al.* Poor muscle quality as a predictor of high mortality independent of diabetes in hemodialysis patients. **Biomedicine e Pharmacotherapy**, n. 66, p. 266–270, 2012.

ZANINI, A. *et al.* **Aspectos do envelhecimento:** físico, psicológico e social. Disponível em: <http://www.programapostural.com.br/t_aspectos.htm>. Acesso em: 23 set. 2013.

ANEXO - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

PESQUISA: “QUALIDADE MUSCULAR E FUNCIONALIDADE DE IDOSAS ATIVAS”

1. O que está sendo pesquisado?

Durante o envelhecimento, ocorrem alterações no corpo, com aumento da quantidade de gordura e diminuição da massa muscular. A perda de massa muscular, com a diminuição da força e da capacidade de fazer diversas atividades é chamada de sarcopenia. Existem diferentes fatores que podem contribuir para o desenvolvimento da sarcopenia, entre os quais estão a alimentação inadequada e a falta de atividade física. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa é investigar a presença de sarcopenia, e a sua relação com a alimentação e a atividade física em idosos da cidade de Porto Alegre.

2. Como será a minha participação na pesquisa?

Para a pesquisa, serão realizados os seguintes procedimentos: teste de velocidade da caminhada, no qual será medido o tempo que você leva para caminhar a distância de 6 metros na velocidade em que se sentir confortável; teste de sentar e levantar, no qual você deverá se sentar e levantar o maior número de vezes que conseguir durante 30 segundos; medida de força das mãos, para a qual você deverá apertar com a mão um instrumento com a maior força que conseguir; medida de força das pernas, para a qual você estará sentado com o corpo preso à uma cadeira e deverá movimentar a perna com a maior força que conseguir; exame de impedância bioelétrica, que utiliza um aparelho para medir a quantidade de massa muscular e de gordura corporal; exames de ultrassom muscular e abdominal, que serão usados para a obtenção de imagens dos músculos e da gordura abaixo da pele; registro alimentar, no qual você deverá anotar tudo o que comer e beber durante três dias; questionários para os quais você responderá perguntas sobre as atividades que realiza no seu dia-a-dia, sobre sentimentos e qualidade de vida; e medidas de peso e altura.

Todos os métodos utilizados são não invasivos, não apresentando prejuízo ou complicação para os voluntários. Os resultados obtidos serão analisados pelos pesquisadores e utilizados somente para fins acadêmicos, sem que os dados individuais sejam mencionados. Ao final do estudo, você receberá um relatório contendo seus resultados individuais.

É reservado a você o direito de decidir sobre a participação ou não na pesquisa, não havendo nenhum prejuízo caso opte por não participar. Caso aceite a participação na pesquisa, deverá assinar este termo.

Você terá liberdade de interromper a sua participação no projeto em qualquer momento ou de pedir maiores esclarecimentos caso tenha alguma dúvida. Também poderá retirar o seu consentimento a qualquer hora, sem prejuízo algum. Não haverá nenhum tipo de custo nem pagamento para a participação neste estudo.

Eu _____,
fui informado de forma clara sobre os objetivos desta pesquisa. Sei que em qualquer momento poderei pedir novas informações e modificar minha decisão se assim o desejar. A pesquisadora Fernanda Reistenbach Goltz certificou-me de que todos os dados desta pesquisa referentes à minha participação na mesma serão

confidenciais e que terei liberdade de retirar meu consentimento de participação na pesquisa em qualquer momento.

Caso tiver novas perguntas sobre este estudo, posso chamar a pesquisadora Fernanda Reistenbach Goltz no telefone (51) 9343-7317, ou se penso que fui prejudicado pela minha participação, posso chamar o pesquisador responsável Luis Henrique Telles da Rosa pelo telefone (51) 3303-8782 e/ou Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Rua Sarmiento Leite, 245 - CEP 90050-170 - Porto Alegre, RS - telefone: (51) 3303-8804.

Declaro que recebi cópia do presente Termo de Consentimento.

Nome do Participante: _____ Assinatura:

_____ Nome do Pesquisador: _____

Assinatura: _____

Porto Alegre, _____ de _____ de 201__.

Este termo foi lido para _____ (nome do participante) em ___/___/_____ (data) pelo _____ (nome do pesquisador) enquanto eu estava presente.

Nome da Testemunha: _____ Assinatura:

_____ Porto Alegre, _____ de _____ de 201__.