

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL ESCOLA DE
EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

Karen de Lima Pereira

**Efeitos das diferentes formas de manifestações de força sobre os parâmetros
neuromusculares em crianças, jovens adultos e idosos**

Porto Alegre
2019

Karen de Lima Pereira

**EFEITOS DAS DIFERENTES FORMAS DE MANIFESTAÇÕES DE FORÇA
SOBRE OS PARÂMETROS NEUROMUSCULARES EM CRIANÇAS, JOVENS
ADULTOS E IDOSOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência do Movimento Humano.

Orientador: Prof. Dr. Giovani dos Santos Cunha

Porto Alegre
2019

CIP - Catalogação na Publicação

Pereira, Karen de Lima
EFEITOS DAS DIFERENTES FORMAS DE MANIFESTAÇÕES DE
FORÇA SOBRE OS PARÂMETROS NEUROMUSCULARES EM CRIANÇAS,
JOVENS ADULTOS E IDOSOS / Karen de Lima Pereira. --
2019.
93 f.
Orientador: Giovani dos Santos Cunha.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa
de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano,
Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Força . 2. Torque. 3. Arquitetura Muscular. 4.
Envelhecimento. 5. Potência. I. Cunha, Giovani dos
Santos, orient. II. Título.

Karen de Lima Pereira

Efeitos das diferentes formas de manifestações de força sobre os parâmetros neuromusculares em crianças, jovens adultos e idosos

Conceito final:

Aprovado em dede.....

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Gabriela Tomedi Leites – Faculdade Anhanguera

Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto – (UFRGS)

Prof. Dr. Eduardo Lusa Cadore – (UFRGS)

Orientador – Prof. Dr. Giovani dos Santos Cunha – (UFRGS)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a UFRGS, ao Programa Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano e a todos os professores que contribuíram para a realização deste trabalho, através de seus ensinamentos.

Agradeço a minha família, meus pais Arami e Lourdes, a minha irmã Louise, a minha vó Telir, a meu amigo Demétrius e em especial a Clarissa Zambeli pelo apoio, incentivo e amizade.

Agradeço de forma especial ao meu orientador Prof. Giovani dos Santos Cunha pela oportunidade, amizade, confiança e principalmente por ser um exemplo de seriedade e competência.

Gostaria de agradecer minhas colegas e amigas do PPGCMH Tainara Steffens, Isabel Paz, Ana Paula Zanardi.

É importante agradecer Laboratório de Pesquisa do Exercício - LAPEX, o Setor Neuromuscular, pela infraestrutura para a realização deste trabalho, a todos os colegas que auxiliaram nas coletas e os funcionários do LAPEX pela assessoria prestada a nós e aos avaliandos, em especial ao Luciano, Alex, Marli, Ricardo (secretaria).

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES - pela bolsa de pesquisa.

Enfim, agradeço do fundo do coração a todas as pessoas citadas, bem como aquelas que por acaso eu tenha esquecido de citar.

Muito Obrigada!

RESUMO

A força muscular é definida como a habilidade de um músculo em exercer força máxima, já a potência muscular é caracterizada pelo produto da força produzida e de sua velocidade, capacidades fundamentais no desenvolvimento de diferentes atividades diárias, laborais ou recepcionais no decorrer da vida. A produção de força depende de vários fatores, entre eles as relações força-comprimento, força-velocidade, fatores neurais e arquitetura muscular. A força muscular aumenta da infância a idade adulta e alcança seus valores máximos por volta dos 30 anos, a qual se mantém relativamente estável até à quinta década, idade a partir da qual inicia o seu declínio. A força muscular está relacionada ao desempenho das tarefas da vida diária, bem como, ao desempenho esportivo, destacando-se como um parâmetro sensível para detectar mudanças agudas e crônicas na função neuromuscular. Neste sentido, o estudo tem por objetivo avaliar as diferentes formas de manifestação de força, em diferentes estágios da vida, e verificar os possíveis mecanismos associados, considerando variáveis neurais, morfológicas e antropométricas. A amostra foi composta de 66 sujeitos com idades entre 8 e 70 anos alocados em seis grupos, sendo estes (1) crianças, (2) adultos jovens e (3) idosos de ambos os sexos. Foram mesuradas variáveis antropométricas e de composição corporal (DXA), neuromusculares (salto com contra movimento, pico de torque isométrico, pico de torque concêntrico) e de arquitetura muscular (ângulo de penação, comprimento do fascículo, volume muscular e espessura muscular, teste de 1 repetição máxima). Para as coletas dos dados avaliados, foram utilizados instrumentos do Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança (ESEFID) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), todas as coletas serão realizadas neste mesmo local. Em resumo os principais achados do estudo homens apresentam significativamente maiores valores de força e potência muscular expressos na forma absoluta, entretanto, quando esses valores foram normalizados por homens e mulheres não eram diferentes entre si e apresentavam valores significativamente maiores do que crianças e idosos. Entre meninos e meninas não foram estabelecidas diferenças significativas para as

diferentes formas de manifestação da força e potência. Os homens e os idosos apresentam significativamente maiores valores de TPT absoluta em comparação aos demais grupos, contudo, quando esses valores foram normalizados pela massa muscular de membro inferior o efeito do sexo foi removido para os adultos, onde homens e mulheres apresentaram significativamente maiores valores de TPT relativa do que crianças e idosos. A massa magra, Σ EMQ, EI-QF e CMO são as principais variáveis explicativas da variância (29% e 95%) da força (CIVM e 1RM) e da potência muscular (CMJ). A massa magra e Σ EMQ são as principais variáveis explicativas da TPT (11% - 72%) em suas diferentes formas de expressão. O AP, o CF e a EM não demonstraram ser variáveis explicativas da variância da força e da potência muscular em crianças, adultos e idosos de ambos os sexos. Por fim, após a normalização por MMMI não foi observado o efeito do sexo para as diferentes formas de manifestação da força e da potência muscular entre os grupos (meninos *vs.* meninas, homens *vs.* mulheres e idosos *vs.* idosas), demonstrando que a normalização apresenta um papel importante na compreensão do comportamento dessas variáveis ao longo do ciclo vital.

Palavras-Chave: Força, torque, arquitetura muscular, envelhecimento.

ABSTRACT

Muscle strength is defined as the ability of a muscle to exert maximum force, while muscle power is characterized by the product of the produced force and its speed, fundamental capacities in the development of different, work or recreational daily activities throughout life. Strength production depends on several factors, including strength-length, strength-speed, neural factors, and muscle architecture. Muscle strength increases from childhood to adulthood and reaches its maximum values around 30 years old, which remains relatively stable until the fifth decade, the age from which begins its decline. Muscle strength is related to the performance of daily life tasks, as well as to sports performance, standing out as a sensitive parameter to detect acute and chronic changes in neuromuscular function. The study aims to evaluate the different forms of force manifestation at different stages of life, and to verify the possible associated mechanisms, considering neural, morphological and anthropometric variables. The sample consisted of 66 individuals aged between 8 and 70 years old allocated in six groups, these are (1) children, (2) young adults and (3) elderly of both genders. Anthropometric and body composition (DXA), neuromuscular (countermovement jump, isometric torque peak, concentric torque peak) and muscle architecture (penetration angle, fascicle length, muscle volume and muscle thickness, 1 repetition maximum test) variables were measured. For the collection of the evaluated data, were used instruments of the Exercise Research Laboratory (LAPEX) of the School of Physical Education, Physiotherapy and Dance (ESEFID) of the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), all collections will be performed at this same location. In summary the main findings of the study, men had significantly higher values of muscle strength and power expressed in absolute form; however, when these values were normalized by men and women, they were not different from each other and had significantly higher values than children and the elderly. Between boys and girls no significant differences were established for the different forms of manifestation of strength and power. Men and the

elderly have significantly higher absolute RTD values compared to the other groups; however, when these values were normalized lower limb muscle mass, the sex effect was removed for adults, where men and women had significantly higher relative RTD values than children and the elderly. Free fat mass, Σ MTQ, EI-QF and BMC are the main explanatory variables of variance (29% and 95%) of strength (MVC and 1RM) and muscle power (CMJ). Free fat mass and Σ MTQ are the main explanatory variables of RTD (11% - 72%) in their different forms of expression. The PA, the FL and the MT did not show to be explanatory variables of the variance of the force and the muscular power in children, adults and elderly of both genders. Finally, after FFMLM normalization, the gender effect on the different forms of muscle strength and power manifestation was not observed between the groups (boys vs. girls, men vs. women and elderly men vs. elderly women), demonstrating that normalization plays an important role in understanding the behavior of these variables throughout the life cycle.

Keywords: Strength, torque, muscle architecture, aging.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.2 OBJETIVOS.....	15
1.2.1 Objetivo geral.....	15
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
1.3 Hipótese.....	15
2.0 REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1 Formas de Manifestação da Força.....	16
2.1.1 Arquitetura Muscular	19
2.2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA FORÇA	24
2.2.1 Taxa de Produção de Força	24
2.2.2 Arquitetura Muscular	26
2.2.3 Teste de 1 repetição máxima (1RM)	28
2.2.4 Composição Corporal.....	30
2.2.5 Saltos contramovimento CMJ	30
2.3 CICLO VITAL	32
2.3.1 Evolução da Maturidade em Crianças e Adolescentes.....	32
2.3.2 Envelhecimento Muscular.....	33
2.4 SEXO.....	37
3 MATERIAIS E MÉTODOS	38
3.1 Caracterização do Estudo	38
3.2 População e Amostra.....	38
3.2.1 Critérios de Inclusão.....	39

3.2.2 Critérios de Exclusão.....	39
3.2.4 Aspectos Éticos	39
3.2.5 Riscos e Benefícios	39
3.2.6 Estratégia de Recrutamento.....	40
4 VARIÁVEIS	40
4.1 VARIÁVEIS DEPENDENTES	40
4.2 VARIÁVEIS INDEPENDENTES.....	41
4.3 VARIÁVEIS DE CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	41
4.4 INSTRUMENTOS DE MEDIDA E PROTOCOLO DE TESTES.....	41
4.4.1 QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO DE ATIVIDADE FÍSICA (PAR-Q).....	42
4.4.2 QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA (IPAQ).....	42
4.4.3 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA	42
4.4.4 MENSURAÇÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E DA PRESSÃO ARTERIAL ..	Erro!
Indicador não definido.	
4.4.5 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	43
4.4.6 AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS NEUROMUSCULARES	43
4.4.6.1 ESPESSURA MUSCULAR.....	43
4.4.6.2 ECO INTENSIDADE	44
4.4.6.3 COMPRIMENTO DO FASCÍCULO E ÂNGULO DE PENAÇÃO.....	44
4.4.6.4 ÁREA DE SECÇÃO TRANSVERSA.....	45
4.4.6.5 TESTE DE UMA REPETIÇÃO MÁXIMA (Teste de 1-RM).....	45
4.4.6.6 CONTRAÇÃO ISOMÉTRICA VOLUNTÁRIA MÁXIMA E PICO DE TORQUE CONCÊNTRICO E EXCÊNTRICO.....	46
4.4.6.7 SALTO COM CONTRA MOVIMENTO (CMJ).....	47
5 TRATAMENTO ESTATÍSTICO	48
6 RESULTADOS	48
7 DISCUSSÃO.....	58
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
9 PERSPECTIVAS FUTURAS	64

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
APÊNDICES	85
ANEXOS	93

1 INTRODUÇÃO

A força muscular é definida como a habilidade de um músculo em exercer força máxima, já a potência muscular é caracterizada pelo produto da força produzida e de sua velocidade (KRAEMER; NEWTON, 2000).

A capacidade de desenvolver força muscular é um componente fundamental no desenvolvimento de diferentes atividades diárias, laborais ou recreacionais no decorrer da vida (BRILL *et al.*, 2000; HUGHES *et al.*, 2001). A produção de força depende de vários fatores, entre eles as relações força-comprimento, força-velocidade, fatores neurais, hormonais, arquitetura muscular e tipo de fibra (BUCHANAN, 1995).

O músculo esquelético é constituído por tecidos conectivos, fibras musculares e as junções músculo-tendíneas. A disposição destes componentes, caracterizam o tecido muscular e otimiza a sua função, que pode ser resumida em três tipos de ações musculares, quais sejam: isométrica, concêntrica e excêntrica. A diferença entre essas ações habilita o músculo a atuar em diferentes circunstâncias.

O crescimento significa o conjunto de fatores que, unidos, possibilitando o indivíduo evoluir desde a concepção, passando pela maturidade até a morte, segundo Gallahue e Ozmun (2001). No decorrer desse processo, ocorre um aumento na capacidade do indivíduo na realização de funções cada vez mais complexas, acompanhadas do avanço nas estruturas corporais e biológicas. Isso possibilita que, durante as duas primeiras décadas de vida, a principal atividade do organismo humano seja crescer e se desenvolver.

A força muscular máxima é alcançada por volta dos 30 anos, a qual se mantém relativamente estável até à quinta década, idade a partir da qual inicia o seu declínio (LARSSON *et al.*, 1979; ROGERS *et al.*, 1993). Vários estudos têm se proposto em descrever sobre a diminuição da função muscular com o envelhecimento, sendo consensual que este decréscimo se torna mais evidente a partir dos 60 anos (DOHERTY TJ *et al.*, 1993), além de ser mais acentuado nas mulheres (ROOK *et al.*, 1992).

A compreensão da função muscular parte do conhecimento da organização estrutural do músculo a partir do nível anatômico, seguindo até o nível microscópico da ação muscular.

A força muscular está relacionada à maioria dos desempenhos das tarefas da vida diária, bem como do desempenho esportivo, destacando-se como um parâmetro sensível

para detectar mudanças agudas e crônicas na função neuromuscular e potencialmente governado por diferentes mecanismos fisiológicos.

A força máxima é uma das variáveis mais utilizada em estudos que envolvem a análise da capacidade de produção de força. No entanto, outras variáveis, como a potência e a taxa de produção de força (TPF), são parâmetros que também podem ser utilizados para acessar a capacidade de produção de força e abordar diferentes aspectos igualmente relevantes na geração do movimento, sendo de grande importância nas investigações dos mecanismos de adaptação muscular ao crescimento e ao envelhecimento.

A clareza dessas estruturas, que formam uma unidade indivisível, requer pesquisas para um correto entendimento dos fenômenos do movimento, maturação e envelhecimento humano.

Neste sentido, o objetivo do estudo é avaliar as diferentes formas de manifestação de força em diferentes estágios da vida e verificar os possíveis mecanismos associados, para compreender os fatores que influenciam o comportamento de diferentes manifestações da força e suas relações com o tamanho corporal, maturação biológica, idade cronológica, arquitetura muscular, em ambos os sexos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar as diferentes formas de manifestação de força ao longo do processo de envelhecimento e verificar os possíveis mecanismos associados, considerando variáveis neurais, morfológicas e antropométricas.

1.2.2 Objetivos específicos

_ Quantificar e interpretar as respostas da taxa de produção de força (TPF) obtida durante contrações isométricas voluntárias máximas.

_ Verificar se o comportamento de diferentes manifestações da força (ISO, CON) é diferente entre os grupos alocados de acordo com idade e sexo.

_ Verificar quais são as variáveis explicativas da força (ISO, CON) em diferentes grupos etários.

1.3 Hipótese

Existem diferentes efeitos nas formas de manifestação da força, considerando variáveis neurais, morfológicas, antropométricas e possíveis mecanismos associados, ao longo do processo de envelhecimento, independente do sexo.

2.0 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Formas de Manifestação da Força

A força muscular é definida como a habilidade de um músculo ou grupamento muscular em exercer força máxima, e a potência muscular pode ser caracterizada pelo produto da força produzida e de sua velocidade (KRAEMER; NEWTON, 2000). Ambas, força muscular e potência muscular, são variáveis que tendem a apresentar declínio com a inatividade, o processo de envelhecimento e estão estreitamente associadas com a saúde e qualidade de vida (PUTHOFF; NIELSEN, 2007).

Níveis mínimos de força e potência são importantes para a realização de ações diárias, pois podem facilitar a execução de movimentos habituais como também movimentos específicos.

A capacidade de desenvolver força muscular (FM) é um componente fundamental no desenvolvimento de diferentes atividades diárias, atividades laborais ou recreacionais no decorrer da vida (BRILL *et al.*, 2000; HUGHES *et al.*, 2001). A FM pode manifestar-se de forma máxima, em altas velocidades ou com maiores durações (KNUTTGEN; KRAEMER, 1987; KOMI, 2006). Força máxima é a quantidade máxima de força que um músculo ou grupo muscular pode gerar em um padrão específico de movimento em determinada velocidade específica (KNUTTGEN; KRAEMER, 1987). A força em altas velocidades, também conhecida como potência muscular, é conceituada como a taxa de realização de trabalho, ou a relação da força pela unidade de tempo (FLECK; KRAEMER, 2006). Quando a força é realizada por períodos mais prolongados, de 15 a 50 repetições, a mesma é definida como endurance muscular ou força resistente (KOMI, 2006).

A habilidade de produção de força do músculo durante uma contração é uma das propriedades mecânicas mais estudadas, pois é essencial a manutenção da postura e para a realização dos movimentos (PROSKE; MORGAM, 1999). A capacidade de produção de força depende de vários fatores, entre eles, as relações força-comprimento, força-velocidade, fatores neurais, hormonais, arquitetura muscular e tipo de fibra (BUCHANAN, 1995).

Curva de força-comprimento demonstra que existe um comprimento ótimo no qual a fibra muscular produz sua força máxima. A quantidade total de força produzida depende da extensão da sobreposição entre os filamentos de miosina e actina nos

sarcômeros: o comprimento ótimo para a produção máxima de força é aquele em que os músculos estão a trabalhar máxima sobreposição entre os filamentos (RAMSEY; STREET, 1940; GORDON *et al.*, 1966).

Abaixo do comprimento ótimo, menos tensão desenvolve-se durante a ativação porque com um encurtamento excessivo há uma sobreposição dos filamentos de actina, fazendo com que esses interfiram entre si quanto à capacidade de entrar em contato com as pontes transversas de miosina. O menor contato das pontes transversas com as partes ativas da miosina resulta num menos potencial de desenvolver tensão (FLECK; KRAEMER, 2017; BRITO; HERZOG, 2016)

Em comprimentos maiores do que o ótimo há cada vez menos sobreposição entre os filamentos de actina e de miosina, que resultará em um menor potencial para contato das pontes transversas com as partes ativas de actina. Assim, se o comprimento do sarcômero é maior do que o ótimo (acima de 110% do comprimento de repouso), menos força pode ser produzida (FLECK; KRAEMER, 2017).

A curva de força-comprimento indica que algum estiramento do músculo anteriormente ao início de uma ação aumentará a quantidade de força produzida. Um excesso de estiramento, no entanto, diminuirá o total de força produzida (FLECK; KRAEMER, 2017).

A capacidade de um músculo produzir força, para além de influenciada pelo seu estado de comprimento, está também dependente da velocidade de encurtamento das suas fibras musculares. Esta relação, conhecida como força-velocidade, descreve a variação da quantidade de força produzida em função da taxa instantânea de alteração de comprimento muscular (HILL, 1938; FENN; MARSH 1935; FLECK; KRAEMER, 2017).

A velocidade máxima de encurtamento ocorre quando nenhuma carga está sendo movida ou levantada. Consequentemente, aumento da velocidade do movimento corresponde a uma diminuição da força que o músculo pode produzir concentricamente. (FLECK; KRAEMER, 2017). A velocidade máxima é determinada pela porção máxima na qual as pontes transversas podem se ligar e se desfazer com as partes ativas de actina (BÁRÁNY, 1967).

Para que um músculo seja ativado, é necessário que haja inervação. Um neurônio motor alfa e as fibras musculares que ele inerva são chamadas de unidade motora (UM), que é um componente funcional básico do sistema neuromuscular. Quanto mais fibras por UM, maior será a força produzida, sendo que o número de fibras musculares ajuda a

explicar por que algumas pessoas desenvolvem mais força e tamanho muscular mais facilmente que outras, o fator genético é que determina o número de fibras do indivíduo. As adaptações neurais no treinamento de força incluem melhor sincronia dos disparos das unidades motoras e maior habilidade de recrutamento de unidades motoras, para permitir que o indivíduo se ajuste à força gerada (FOX; BOWERS; FOSS 1991, FLECK; KRAEMER, 2017).

Os aspectos neurais parecem ter uma contribuição proporcionalmente maior na fase inicial da produção de força. O entendimento da contribuição de mecanismos neurais e musculares na produção rápida de força em diferentes intervalos de tempo, pode ser um importante aspecto na estruturação de métodos de treinamentos e/ou reabilitação específicos aos diferentes momentos da contração.

As capacidades neurais são essencialmente relacionadas à coordenação e o aprendizado de certas tarefas, para facilitar e melhorar os padrões de recrutamento de unidades motoras dos músculos durante determinadas tarefas que envolvem um nível elevado de aplicação de força muscular. Dessa forma, são classificadas como centrais as mudanças que ocorrem até a junção neuromuscular. Uma adaptação importante é o aumento de unidades motoras ativadas gerado pelo aumento no *drive* neural. Em indivíduos com maior taxa de produção de força (TPF) é visto uma atividade neuromuscular maior no início da contração (DE RUITER *et al.* 2004; DEL BALSIO; CAFARELLI, 2007).

Mudanças nas frequências de disparo têm grande magnitude no recrutamento de fibras motoras e, conseqüentemente, na produção rápida de força. Em indivíduos não treinados, esta frequência de disparo no início de uma contração rápida atinge valores entre 60-120 Hz. Em indivíduos treinados, essa frequência chega a 200 Hz (DESMEDT; GODAUX, 1978). Esses valores são entre 2 e 6 vezes maiores aos valores de frequência de disparo medidos em contrações isométricas sustentadas (DUCHATEAU *et al.* 2006). Portanto, o aumento na frequência de disparo das unidades motoras pode ser um fator importante para o aumento da TPF.

Acredita-se que adaptações neurais são um fator importante para a melhora na TPF através do treinamento (AAGAARD, 2003). Nos estudos de Blazevich *et al.* (2008) e De Ruitter *et al.* (2012), encontrou-se correlação significativa entre mudanças na TPF induzidas pelo treinamento de força de alta intensidade e amplitude eletromiográfica, para os músculos extensores do joelho.

Há mudanças na ativação muscular inicial que podem ser observadas após um período de treinamento, tais como a amplitude da EMG e taxa de aumento e amplitude do reflexo H (ou reflexo de Hoffman), que representa a reação reflexa de músculos após estimulação elétrica de fibras sensoriais, em seus nervos (ZEHR, 2006). Del Balso e Cafarelli (2007) explicam que um aumento na taxa de ativação muscular no início da contração provavelmente contribui para o aumento da TPF.

Em um estudo Folland *et al.*, (2013) a fim de analisar a variabilidade interindividual na produção de força explosiva pelos músculos extensores do joelho, e definir as determinantes neurais e contráteis integrativas da produção de força explosiva, expressas em valores absolutos e relativos à contração voluntária máxima. A TPF foi calculada para os intervalos de 0-50, 0-100 e 0-150 ms. Neste estudo, a EMG contribuiu para a variância na força explosiva durante todos os períodos de tempo, com uma maior participação nas fases iniciais, no intervalo de 0-50 ms (37%) para a TPF.

2.1.1 Arquitetura Muscular

Diferenças arquitetônicas entre os músculos são os melhores preditores de geração de força. Os vários tipos de arranjos na arquitetura são tão numerosos quanto os próprios músculos. A arquitetura muscular é um determinante primário da função muscular, entendendo isso relação estrutura-função de grande importância (LIEBER, FRIDÉN, 2000), ainda, é um dos fatores determinantes da funcionalidade de músculos saudáveis e está relacionada às propriedades mecânicas musculares, como a capacidade de produção de força.

A força desenvolvida pelo componente contrátil é afetada pela arquitetura muscular, bem como pelas propriedades morfológicas e mecânicas das estruturas tendíneas, as quais são responsáveis pela transmissão de força durante atividades da vida diária. O arranjo estrutural das fibras musculares é um importante parâmetro funcional para a análise da mecânica da unidade músculo-tendínea (LIEBER, 2009).

A organização dessas fibras é denominada arquitetura muscular e ocorre a nível macroscópico, influenciando a capacidade de geração de força do músculo. Sabe-se que o mesmo possui características plásticas (BLAZEVIČH *et al.*, 2007a), podendo modificar sua arquitetura através de estímulos como treinamento de força (AAGAARD *et al.*, 2001, REEVES *et al.*, 2004, BLAZEVIČH *et al.*, 2007a), envelhecimento (NARICI; MAGANARIS, 2007; MORSE *et al.*, 2005; FRONTERA *et al.*, 2000) e destreino (KAWAKAMI *et al.*, 2001).

O potencial máximo de produção de força de um músculo é amplamente ligado a arquitetura muscular, onde suas principais variáveis analisadas são: área de secção transversa anatômica e fisiológica, comprimento da fibra, espessura muscular e ângulo de penação (LIEBER, 2010; KAWAKAMI, 2005). De fato, seu arranjo e proporção pode fornecer uma visão de qual tarefas o músculo é melhor 'projetado' para (LIEBER & FRIDÉN, 2000; WARD *et al.*, 2009).

O ângulo de penação (AP), definido como o ângulo formado entre os fascículos musculares e a aponeurose interna, cuja orientação coincide com a linha de tração do músculo representa um indicador da arquitetura muscular. (FUKUNAGA *et al.*, 1997; LIEBER, 2009). A variável ângulo de penação se refere à angulação das fibras em relação à linha de ação de força do músculo. Se este for penado, como o músculo Vasto Lateral, contém um maior número de fibras em paralelo (KAWAKAMI 2005) e, conseqüentemente, mais material contrátil, fato que o torna adequado para produzir força (FINNI, 2006, BLAZEVIK *et al.*, 2007a).

Dependendo do tipo de disposição das fibras musculares, o ângulo de penação pode variar de 0° nos músculos paralelos (ou fusiformes) até perto aos 30°, em alguns músculos penados (LIEBER, 2000). O ângulo de penação é uma referência suscetível de alteração, aumentando com a hipertrofia muscular, decorrente do treino de força (ALEGRE *et al.*, 2003; BLAZEVIK *et al.*, 2003), ou induzida por fatores anabólicos (BLAZEVIK, 2006), e diminuindo na presença de fatores promotores de atrofia muscular, como o desuso (KAWAKAMI *et al.*, 2001) ou o envelhecimento (KUBO *et al.*, 2003). É, frequentemente, maior nos homens do que nas mulheres, devido à evidente desigualdade na espessura muscular, estando também por isso associado a maiores produções de força (KUBO *et al.*, 2003).

O comprimento da fibra (CF) determina a amplitude de movimento e velocidade de encurtamento muscular (BLAZEVIK *et al.*, 2007b, LIEBER, 2009) e nem sempre equivale ao comprimento do músculo (CM). Quanto maior o valor da relação CF/CM, maior a capacidade de amplitude de movimento e velocidade de encurtamento muscular (LIEBER, 2009).

A espessura muscular é um fator diretamente mensurável em imagens (transversais e/ou longitudinais) de ultrassom, normalmente descrito na literatura como indicador indireto da área de secção transversal e do volume muscular (LIEBER; BODINE-FOWLER, 1993).

A área de secção transversal fisiológica de um músculo corresponde à distância perpendicular entre as aponeuroses interna e externa medida, preferencialmente, no local de maior diâmetro muscular. É considerada, na arquitetura muscular, como um parâmetro diretamente relacionado com a capacidade máxima de produção de força de um músculo (FUKUNAGA *et al.*, 1997, LIEBER, 2009).

Aagaard *et al.* (2001) verificaram uma associação entre as mudanças na área das fibras e no volume muscular, que de fato apresentam correlação com a capacidade de produção de força, variando grandemente entre os músculos do corpo humano com diferentes características arquitetônicas. (LIEBER; FRIDEN, 2000).

Uma das características da arquitetura muscular que influenciam a secção transversal fisiológica anatômica é o ângulo de penação (LIEBER; FRIDEN, 2000). Evidências mostram que em músculos hipertrofiados o ângulo de penação encontra-se significativamente aumentado. Da mesma forma, os homens apresentam maiores ângulos de penação quando comparados às mulheres, e a redução no ângulo de penação decorrente do envelhecimento parece estar associada à diminuição da secção transversal fisiológica anatômica (KUBO *et al.*, 2003; MORSE *et al.*, 2005).

Se por um lado músculos com uma maior secção transversal fisiológica anatômica possuem uma maior capacidade de produção de força, músculos com um maior comprimento de fibra têm sido associados com uma maior velocidade de contração. Esta afirmativa é confirmada para músculos com uma arquitetura longitudinal, como o bíceps braquial (LIEBER; FRIDEN, 2000).

O comprimento dos fascículos corresponde, nos músculos penados, à distância linear entre a origem do fascículo na aponeurose interna e a respectiva inserção na aponeurose externa (epimísio). Nos músculos fusiformes, nos quais a direção dos fascículos é a mesma da linha de tração muscular, este parâmetro representa a distância entre as junções músculo-tendinosas proximal e distal, o que implica, normalmente, maior amplitude de encurtamento e velocidade de contração elevada. Isto porque, sendo o sarcômero, a estrutura responsável pela variação de comprimento das fibras, a sua maior disposição em série (fascículos longos) permite maior amplitude de excursão e, conseqüentemente, maior velocidade de encurtamento ou alongamento. (NOORKOIV *et al.*, 1995; LIEBER; FRIDEN, 2000).

Assim, o comprimento do fascículo é considerado um parâmetro importante das propriedades contráteis do músculo, estando primariamente associado à velocidade de contração (NOORKOIV *et al.*, 1995; ABE *et al.*, 2000). À semelhança do que ocorre com

o ângulo de penação, o comprimento do fascículo é, também, um parâmetro que se modifica perante a imposição de estímulos de treino de força (BARONI et al., 2013), imobilização ou desuso (NARICI; CERRETELLI, 1998).

O aumento da área de secção transversa com o treinamento parece ser diferente entre os diferentes tipos de fibra muscular, dependendo do tipo de treinamento. A hipertrofia de fibras do tipo II é mais comumente encontrada após protocolos de treinamento de força, em comparação às alterações em fibras do tipo I (HAKKINEN *et al.*, 1981).

O tecido muscular esquelético de contração voluntária é formado por diferentes tipos de fibras. As fibras de contração lenta tipo I (*slow oxidative* - ST) são classificadas levando em consideração sua velocidade de contração e sua resistência à fadiga, decorrente de estimulação repetida, são inervadas por pequenos neurônios motores alfa. As fibras glicolítico-oxidativas de contração rápida tipo IIA (*fast oxidative glycolitic* - FOG) e as glicolíticas de contração rápida tipo IIB (*fast glycolitic* - FG), inervadas por grandes neurônios motores (BOTTINELLI *et al.*, 1999; MINAMOTO, 2005).

As fibras do tipo II desenvolvem tensão duas vezes mais rápida do que as do tipo I e a velocidade com que a fibra contrai é determinada pela isoforma da ATPase da miosina dos filamentos grossos. As fibras glicolítico-oxidativas utilizam uma combinação do metabolismo oxidativo (fosforilação oxidativa) e glicolítico para a produção de trifosfato de adenosina (ATP), são mais resistentes à fadiga do que as fibras somente glicolíticas e apresentam grande quantidade de mioglobina, assim como as fibras de contração lenta. Essa diferença de tempo para chegar a uma tensão máxima é atribuída às concentrações mais altas de miosina-ATPase nas fibras de contração rápida. Elas possuem também um maior diâmetro que as fibras de contração lenta, por causa dessas e de outras diferenças, em geral as fibras de contração rápida se fadigam mais rapidamente que as de contração lenta (HAMILL; KNUTZEN, 1999; SILVERTHORN, 2010)

Ao se observar o efeito de treinamento, protocolos que envolvem contrações de maior intensidade tendem a induzir adaptações predominantemente em fibras do tipo II. Já protocolos de força resistente, que possuam menor intensidade e maior duração do exercício, tendem a gerar adaptações predominantemente nas fibras do tipo I.

Alguns pesquisadores investigaram as respostas de hipertrofia entre jovens adultos e idosos ao treinamento resistido. No estudo de Welle *et al.* (1996) foi analisado efeito de um protocolo de treinamento resistido em jovens adultos e idosos, por 3 meses, 3 vezes por semana, com cargas a 80% de 3 RM, nos músculos flexores de joelho e

cotovelo. Houve uma resposta de menor magnitude, na hipertrofia em sujeitos idosos. Entretanto, os autores afirmam que o efeito da idade na resposta de hipertrofia não deve ser generalizado para todos os grupos musculares. Apesar disso, é importante destacar que a força muscular pode apresentar aumento sem alteração da área de secção transversa (CAMPBELL *et al.*, 1994).

A força contrátil é transferida por meio de tendões e aponeuroses, elementos do tecido conjuntivo. Portanto, os aspectos mecânicos dessas estruturas parecem ter uma função importante em relação ao armazenamento e liberação de energia elástica (KOMI; BOSCO, 1978; BOJSEN-MOLLER *et al.*, 2005). Alguns estudos na literatura analisaram a relação entre propriedades mecânicas do complexo-músculo aponeurose e a TPF.

Bojsen-Moller *et al.* (2005) realizaram um estudo para investigar a relação entre as propriedades mecânicas do complexo-músculo aponeurose do quadríceps e a performance durante ações musculares máximas isométricas e dinâmicas (CVM, TPF e altura de salto). Os autores encontraram uma correlação positiva entre a TPF e o rigidez de tecido conjuntivo ($r = 0,54$ e $0,56$). Isso pode indicar que as propriedades mecânicas dos tecidos transmissores de força podem contribuir para a performance em ações musculares explosivas.

Diversos estudos têm demonstrado diferenças na arquitetura do músculo esquelético de idosos acometidos por sarcopenia quando comparado com adultos jovens saudáveis. Estas evidências parecem ser unânimes quanto à redução no volume, área de secção transversa fisiológica (PCSA) e ângulo de penação do músculo esquelético de idosos (NARICI *et al.*, 2003). A redução na PCSA do músculo de idosos parece estar associada a diminuição na capacidade de produção de força verificada nestes individuo (MORSE *et al.*, 2005).

A partir da mensuração do comprimento do fascículo, do ângulo de penação, da espessura muscular e da curvatura do fascículo é possível, com a utilização de modelos biomecânicos, estimar a área de secção transversal anatômica (ASTA) e fisiológica (ASTF) e o volume muscular. Em relação ao tendão, as medidas de deslocamento da junção músculo-tendinosa permitem análises das propriedades físicas desta estrutura, como a complacência, a histerese e a relação tensão-deformação (ITO *et al.*, 1985; KUBO *et al.*, 2003; MAGANARIS; PAUL, 1999).

2.2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA FORÇA

2.2.1 Taxa de Produção de Força

Uma variável que tem sido amplamente utilizada para quantificar a capacidade de produção de força rápida é a taxa de desenvolvimento de força (TPF). Definida como a taxa de incremento do torque articular durante a fase inicial da contração muscular (AAGAARD *et al.*, 2002, ANDERSEN e AAGAARD, 2006) a TPF é um índice relacionado à capacidade de desenvolver força em curtos períodos de tempo.

A TPF pode ser expressa em $N \cdot s^{-1}$ ou $N \cdot m \cdot s^{-1}$ e obtida através da razão entre a variação da força e a variação do tempo ($\Delta f / \Delta t$). Em ações musculares isoladas, a TPF é calculada por meio da inclinação da curva força-tempo. A TPF pode ser expressa de forma normalizada, utilizando os valores de força máxima, massa corporal, ou área de secção transversa (AAGAARD *et al.*, 2002; SUETTA *et al.*, 2004; WAUGH *et al.*, 2013).

Nos esportes, a grande maioria dos gestos são caracterizados por serem explosivos, onde o movimento é finalizado em 50-150 ms após iniciado, como um golpe de karatê, uma cortada no vôlei, um drive no tênis de mesa, ou seja, em um intervalo no qual a força muscular máxima não pode ser alcançada, pois é necessário um tempo ≥ 300 ms de contração para permitir que a mesma seja atingida (AAGAARD *et al.*, 2002). Nessas situações específicas, a produção de força rápida parece ter mais importância do que a força máxima. A força explosiva muscular é bastante dependente da taxa de aumento da força em um dado intervalo de tempo no início da contração muscular, sendo os valores máximos dessa taxa alcançados em um período de tempo entre 100 e 300ms (AAGAARD *et al.*, 2002; MAFFIULETTI *et al.*, 2016).

A TPF também é importante em ações funcionais, tal como a manutenção de equilíbrio (MAFFIULETTI *et al.*, 2016). De fato, o risco de quedas em idosos é significativamente maior (PEREIRA, 2001), pois neste momento da vida podem haver comprometimentos importantes relacionados à capacidade de produção de força muscular (GRIMBY, 1992), onde, estudos demonstraram que a fraqueza dos músculos dos membros inferiores é estatisticamente significativa para o risco de quedas (MORELAND *et al.*, 2004).

Assim, a TPF tem sido usada para identificar a capacidade de um grupo muscular de gerar força explosiva, a qual é fundamental para o rendimento esportivo (AAGAARD

et al., 2010) e para as atividades diárias, como por exemplo controle postural e locomoção (TILLIN *et al.*, 2012; MAFFIULETTI *et al.*, 2016).

Quanto ao efeito do treinamento na TPF, os treinos neuromusculares que envolvam estímulos que promovam o aumento da TPF pode contribuir tanto para a melhora na performance desportiva como para uma melhor capacidade funcional.

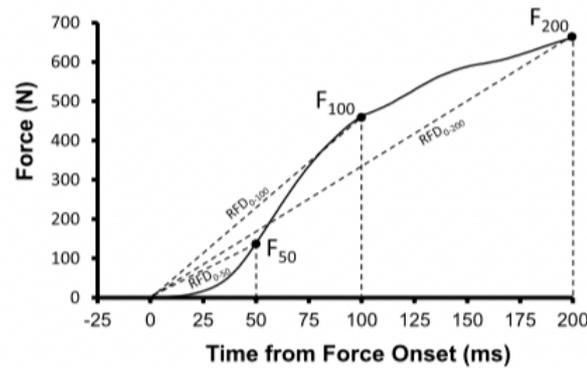


Figura 1: Medições da curva de força-tempo crescente. a) Força em pontos de tempo específicos (F50, F100, etc.) e medições de TPF sobrepostas, todas começando do início da força (TPF 0–50, TPF 0–100, etc.). b) Um traço de força idêntico mostrando as medidas de TPF sequencial e impulso sequencial, ambos avaliados em períodos consecutivos.

Andersen e Aagaard (2006) demonstraram que, enquanto a força máxima é responsável por aproximadamente 52-81% da TPF em fases mais tardias, a partir de 90ms, a TPF numa fase bem inicial, < 40ms, foi moderadamente relacionada às propriedades evocadas do músculo, já que diferentes atividades realizadas de forma explosiva podem possuir diferentes durações, como um chute que tem a duração de aproximadamente 80ms ou um salto vertical que dura de 250ms em média.

Estes resultados confirmam que a TPF pode ser influenciada por diferentes mecanismos em diferentes momentos da contração. Os autores propuseram que a TPF denominada inicial parece estar mais relacionada às características musculares intrínsecas, tais como tipo de fibras e composição da cadeia pesada de miosina, e a TPF classificada como tardia tem maior associação com os fatores que promovem ganhos de força máxima, como o drive neural e propriedades musculares periféricas (ANDERSEN *et al.*, 2008).

Portanto, as características arquiteturais musculares provavelmente influenciam as propriedades contráteis dos músculos (MAFFIULETTI *et al.*, 2016). Assim, o intervalo de tempo após o início da contração deve ser considerado, ao se analisar as respostas durante uma contração isométrica e a relação com a performance.

2.2.2 Arquitetura Muscular

A ultrassonografia é uma das técnicas mais utilizadas na investigação em biomecânica, na caracterização da arquitetura muscular (AKIMA *et al.*, 1995), na avaliação das propriedades do tendão (FUKASHIRO *et al.*, 1995), na definição da mecânica da contração muscular (FUKUNAGA *et al.*, 1997), e na análise da interação músculo-tendão (ISHIKAWA *et al.*, 1985; ERSKINE *et al.*, 2009; FUKUNAGA *et al.*, 2001), como também utilizada para a verificação do conteúdo lipídico intramuscular é a partir da eco intensidade (EI) das imagens obtidas.

A qualidade muscular, se tratando da relação entre materiais contráteis e não contráteis no interior do músculo, tem sido investigada através da análise de imagem de ultrassonografia para identificar as mudanças ocorridas na musculatura esquelética e força, constando assim, que a redução na produção de força não pode ser atribuída somente a quantidade muscular. Sugerindo, que a qualidade muscular tem importante implicação nos índices de produção de força (GOODPASTER *et al.*, 2001; FUKUMOTO *et al.*, 2012).

Esse método utiliza uma escala de valores entre 0 (preto) e 255 (branco) para quantificar a quantidade de tecido adiposo intramuscular, onde elevados valores de eco intensidade estão relacionados com a quantidade de gordura (PILLEN *et al.*, 2009).

A aparência ultrassonográfica do músculo é bastante diferente de outras estruturas, como ossos, nervos, gordura subcutânea e vasos sanguíneos (PILLEN, 2009). O músculo saudável apresenta baixo valor de eco intensidade devido à pequena concentração de tecido fibroso e outros não contráteis, sua imagem representada no ultrassom é relativamente escura (PILLEN, 2009). No entanto, o tecido adiposo assim como o fibroso, também tem sido reportado como um importante fator de incremento da eco intensidade muscular (PILLEN *et al.*, 2009; ARTS *et al.*, 2010), por consequência há um esbranquiçamento na imagem do músculo mensurado.

O envelhecimento além de induzir alterações na quantidade de tecido contrátil, também induz modificações na composição corporal (OVEREND *et al.*, 1992). Indivíduos idosos apresentam elevadas concentrações intramusculares de tecidos não contráteis (VISSER *et al.*, 2002; ARTS *et al.*, 2010). Essa infiltração de tecidos não contráteis, em especial de lipídios intramusculares, pode não resultar em alteração na quantidade muscular, mas causa reduções da qualidade muscular.

Os estudos de Arts *et al.* (2010) analisaram a eco intensidade por imagens de ultrassonografia do músculo reto femoral de homens e mulheres com idades entre 15 e

80 anos. Os resultados demonstraram maiores valores de eco intensidade em homens e mulheres idosos do que em homens e mulheres jovens, sugerindo que esse aumento seja decorrente do processo de envelhecimento.

Fukumoto *et al.* (2012) analisaram a eco intensidade do músculo reto femoral de 92 pessoas com idade entre 51 e 87 anos. Os autores observaram uma correlação significativa e positiva entre a idade e a EI ($r = 0,34$; $p < 0,01$), outra evidência de que o envelhecimento induz aumento na quantidade de conteúdo lipídico.

As modificações na qualidade que ocorrem com envelhecimento afetam diretamente a produção de força muscular e o desempenho muscular de idosos. A infiltração lipídica é mais evidente no quadríceps femoral de idosos mais velhos do que idosos mais jovens, e está associada com redução do pico de torque dos extensores do joelho a $60^\circ \cdot s^{-1}$ de forma independente à área de secção transversa muscular (GOODPASTER *et al.*, 2001). Também foi encontrada correlação negativa com o aumento da deposição de gordura muscular e desempenho em atividades funcionais como levantar da cadeira (VISSER *et al.*, 2002).

Cadore *et al.* (2012) avaliaram a força isométrica e isocinética máxima dos extensores de joelho a 60 , 180 e $360^\circ \cdot s^{-1}$ de homens idosos, e reportam também, associação entre echo intensity com a força muscular isométrica e isocinética. Os estudos ressaltam a importância da verificação da qualidade muscular, visto que é uma variável de elevada relevância para a avaliação ações funcionais, tal como a manutenção de equilíbrio e postura, assim como para a performance esportiva.

Segundo Thom *et al.* (2007) a velocidade de contração muscular está diminuída nos idosos e estas alterações parecem estar relacionadas a mudanças na arquitetura muscular destes indivíduos.

Narici *et al.* (2003) comparando homens jovens (27- 42 anos) e homens idosos (70-81 anos) com atividade física semelhante demonstrou que a sarcopenia não envolve apenas a mudança na massa muscular, mas também na arquitetura muscular. Nesse estudo, os pesquisadores encontraram diminuição no volume do músculo, no comprimento do fascículo muscular e na área de secção transversa e no ângulo de penetração dos indivíduos idosos demonstrando que as perdas que ocorrem estão especificamente relacionadas à idade. Essas alterações na arquitetura muscular são creditadas a perda funcional na idade avançada e afetam tanto a relação comprimento-tensão do músculo quanto a relação força-velocidade das quais muitas atividades diárias dependem.

Verdadeiramente, a área de secção transversa possui uma alta correlação com a capacidade de produção de força muscular, variando grandemente entre os músculos do corpo humano com diferentes características arquitetônicas (LIEBER, *et al.*, 2000). A redução na área de secção transversa do músculo de idosos parece explicar a diminuição na capacidade de produção de força verificada nestes indivíduos (MORSE, *et al.*, 2005).

Uma das características da arquitetura muscular que influenciam a área de secção transversa é o ângulo de penação, isto é, o ângulo entre a direção das fibras e a linha de geração de força de um músculo. (LIEBER, *et al.*, 2000). Evidências mostram que em músculos hipertrofiados o ângulo de penação encontra-se significativamente aumentado (KAWAKAMI *et al.*, 1993).

Do mesmo modo, os homens apresentam maiores ângulos de penação quando comparados às mulheres e a redução no ângulo de penação decorrente do envelhecimento parece estar associada à diminuição da área de secção transversa (KUBO, *et al.* 2003; NARICI *et al.* 2003; MORSE(B) *et al.* 2005).

Narici *et al.* (2003) em estudo com 14 jovens (27-42 anos) e 16 idosos (70-81 anos) homens e fisicamente ativos pareados pela massa corporal e volume de atividade física constataram que o comprimento das fibras do músculo gastrocnêmico medial de idosos era significativamente menor que a de adultos jovens.

Ao avaliar este mesmo parâmetro em amostra de 15 homens jovens ($\pm 25,3$ anos) e idosos ($\pm 73,8$ anos) Morse *et al.* (2005) encontraram uma redução significativa no comprimento do fascículo deste mesmo músculo em idosos, mas não foram capazes de verificar os mesmos achados nos músculos sóleo e gastrocnêmio lateral.

Em um estudo com 121 homens e 190 mulheres separados por sexo e faixa etária, jovens (20-39 anos) e idosos (60-85 anos), não verificou nenhuma redução significativa no comprimento das fibras musculares dos músculos tríceps braquial e gastrocnêmio medial em homens e mulheres idosas, mas constataram que as fibras do vasto lateral das mulheres idosas eram menores comparadas às das jovens. Os autores salientam ainda que mulheres apresentam maiores comprimentos de fibras musculares do que os homens, em ambas as faixas etárias (KUBO, *et al.* 2003; MORSE(B) *et al.* 2005)

2.2.3 Teste de 1 repetição máxima (1RM)

Força máxima é a capacidade máxima de um músculo ou grupamento muscular de gerar tensão. É frequentemente medida pelo teste de uma repetição máxima (1RM),

que operacionalmente é definido como a maior carga que pode ser movida por uma amplitude específica de movimento uma única vez e com execução correta. O teste de força dinâmica máxima (1RM) caracteriza-se pela maior carga que pode ser suportada em uma execução de um determinado exercício (MORALES e SOBONYA, 1996; PLOUTZ-SNYDER e GIAMIS, 2001).

O teste de 1RM é bastante utilizado como parâmetro para uma prescrição e a modulação da carga no movimento de força (BAECHLE e EARLE, 2000; RHEA, *et al.* 2003). Desde que uma determinada variável é a medida de movimento entre tentativas, amplitude de movimento e velocidade de execução. De acordo com os estudos, o teste de 1RM é um teste confiável e reproduzível na avaliação da carga de trabalho com uma grande quantidade de segurança para uma aplicação, quando conduzido de acordo com o protocolo (FLECK e KRAEMER, 2006; LESEUR *et al.*, 1997).

As vantagens da utilização de testes de 1-RM estão relacionadas à facilidade para interpretação das informações obtidas, ao baixo custo operacional e à possibilidade de aplicação em diferentes populações e com níveis de treinabilidade bastante diferenciados.

Alguns pesquisadores ao longo da última década têm indicado que além dos testes de 1RM poderem ser aplicados com segurança em jovens, o esforço exigido pode ser bem tolerado, fisiologicamente, por crianças e adolescentes (FAIGENBAUM *et al.*, 1996 e 2003).

No dos estudo de Faigenbaum, Miliken, Westcott (2003), com 64 meninos e 32 meninas entre 6,2 e 12,3 anos de idade (idade média de $9,3 \pm 1,6$ anos) saudáveis, indicaram que não há respostas anormais ou ferimentos em testes de 1RM, e os comentários dos participantes e seus pais sugerem que as crianças gostaram de participar deste estudo. Além disso, não foram observadas diferenças significativas entre meninos e meninas em qualquer medida de força. Esses achados sugerem que as capacidades de produção de força máxima de crianças saudáveis podem ser avaliadas com segurança por meio de testes de 1RM, desde que as diretrizes apropriadas de teste sejam seguidas.

Corrêa, *et al.* (2011) em seu estudo sugerem a confiabilidade e eficácia do teste de força 1RM em indivíduos idosos saudáveis e sem treinamento regular ou sistemático, sendo necessária apenas uma sessão de familiarização para isso.

2.2.4 Composição Corporal

A composição corporal compreende diversas metodologias que objetivam medir as quantidades de massa muscular, massa óssea e massa gorda no corpo humano, aplicando as suas informações a diversas áreas do conhecimento em saúde.

O DXA é uma técnica de escaneamento que mede diferentes atenuações de dois raios X que passam pelo corpo (PAIVA *et al.*, 2002). Os raios X são emitidos por uma fonte que passa por baixo do indivíduo, o qual permanece em posição supina sobre a mesa. Após passar pelo indivíduo, os raios X atenuados são medidos por um detector discriminante de energia. Esta é uma técnica não invasiva considerada segura e que pode medir três componentes corporais: massa de gordura, massa livre de gordura e massa óssea (CINTRA; COSTA; FISBERG, 2004).

Estudo da composição corporal em mulheres mostra que a distribuição e a quantificação de massa muscular são influenciadas pela quantidade e a distribuição da gordura corporal. A modificação mais evidente na mulher, com o aumento da idade cronológica, é a mudança nas dimensões corporais, na diminuição da massa livre de gordura, aumento da adiposidade e a diminuição da densidade mineral óssea (JOVINE *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2006).

Os resultados Pereira *et al.* (2015) permitem inferir sobre a importância da relação do percentual de gordura com o peso magro sobre a força. O estudo demonstra que em homens idosos portadores de maior peso magro, tem significativamente maior força que homens idosos portadores de menor peso magro. Contudo, os resultados demonstram que os níveis de força de preensão palmar não dependem unicamente do peso magro, mas também %G, em que a correlação entre peso magro e percentual de gordura pode indicar uma melhor ou pior condição para realizar o esforço isométrico de preensão manual.

2.2.5 Saltos contramovimento CMJ

Considerando que a capacidade de salto é uma manifestação de força relacionada à velocidade, assim são uma medida largamente utilizada como estimativa da potência de membros inferiores (BOSCO, 1982). Envolvendo a capacidade do indivíduo de produzir força-potente que depende de diferentes fatores estruturais relacionados com a composição muscular, fatores neurais, relacionados às unidades motoras e relacionados com o ciclo alongamento-encurtamento. (BADILLO E AYESTARÁN 2001)

Esta técnica de CMJ consiste na realização do salto vertical a partir da posição ereta, mantendo os joelhos em extensão a 180°, com as mãos fixa na região suprailíaca,

Os saltos verticais são realizados com a técnica de contra movimento sem a contribuição dos membros superiores, numa situação específica em que o atleta executa o ciclo de alongamento e encurtamento (flexão e extensão do joelho) descrito por Bosco; Korní 1979; Bosco et al. 1982. A flexão do joelho acontece até o ângulo de 90°, em seguida o executor faz a extensão do joelho, procurando impulsionar o corpo para o alto e na vertical, sem contra-movimento prévio de qualquer outro segmento. O tronco mantido ereto deve estar na vertical sem um adiantamento excessivo. Outro detalhe técnico importante, é que os joelhos devem permanecer em extensão durante o vôo (BOSCO, 1994).

O teste de CMJ tem por objetivo medir a manifestação da força explosiva através da altura saltada. Neste tipo de salto vertical a investigação inclui a capacidade contrátil, a capacidade de sincronização e recrutamento neuronal, a arquitetura e fibras musculares. (KOMI; BOSCO, 1978; BADILLO; AYESTARÁN, 2001).

A degeneração fisiológica do sistema neuromuscular com o aumento da idade reduz a capacidade de produzir força máxima e potência (ENOKA *et al.*, 2003; BARRY; CARSON, 2004; FIDELIS; PATRIZZI; WALSH, 2013).

Alguns pesquisadores têm utilizado uma bateria de testes envolvendo saltos verticais padronizados, composta por salto agachado (SJ), com contramovimento (CMJ) (BROWN; WEIR, 2001) para obter informações sobre a força muscular e potência de membros inferiores (BROWN; WEIR, 2001; CASEROTTI *et al.*, 2001; HESPANHOL *et al.*, 2007).

Os testes de saltos verticais padronizados vêm sendo utilizados em diferentes estudos envolvendo a população de indivíduos idosos (HÄKKINEN *et al.*, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2001; CORREA *et al.*, 2013). Häkkinen *et al.* (2000) verificaram aumento significativo na altura do salto vertical de um grupo de idosos após 24 semanas de treinamento da força muscular. Alterações significativas na altura do salto vertical também foram relatadas após um período de treinamento de Tai Chi Chuan em um grupo de mulheres idosas (OLIVEIRA *et al.*, 2001).

Os testes de saltos verticais padronizados também são relevantes para comparar grupos com características diferentes. Haguenaer, Legreneur e Monteil (2005) verificaram uma redução significativa na altura do SJ de homens idosos em comparação a homens jovens, enquanto os resultados da pesquisa de Sipilä *et al.* (1991) mostraram que a altura do salto vertical foi significativamente maior para os idosos atletas do que para os idosos não treinados.

Já Correa *et al.* (2013) verificaram que é possível sugerir a utilização do CMJ como indicador de funcionalidade em mulheres idosas, visto que o teste parece representar adequadamente as alterações funcionais decorrentes de um período de treinamento de força de seis semanas em mulheres idosas.

2.3 CICLO VITAL

Tomando como base o estudo de Guedes e Guedes (1997), o crescimento refere-se ao aumento no tamanho do corpo causado pela multiplicação ou pelo aumento do número de células. Por definição, corresponde às alterações do corpo como um todo ou de partes específicas, em relação ao fator tempo. Durante as duas primeiras décadas de vida, a principal atividade do organismo humano é “crescer” e “desenvolver”. Esses fenômenos ocorrem de maneira simultânea e condicionados a uma maior ou menor velocidade no processo maturacional e de sua interação com indicadores do ambiente.

Durante esse período, em resposta à maturação biológica há um impulso no crescimento, resultando em aumento da altura, massa muscular e óssea e mudanças na arquitetura muscular, o que leva a aumentos significativos na força absoluta (DEBERNARD *et al.* 2011; O'BRIEN, *et al.* 2010; MORSE *et al.*, 2008; CROIX *et al.*, 2003; KUBO *et al.* 2001;)

2.3.1 Evolução da Maturidade em Crianças e Adolescentes

Segundo Rowland (2008), antes da puberdade, o comportamento da força é similar em meninas e meninos. As diferenças entre sexos atribuem-se especialmente às diferenças maturacionais que ocorrem durante a puberdade. A partir dessa fase, com a ação dos hormônios, principalmente da testosterona no sexo masculino, ocorre um acréscimo significativo no tamanho e força muscular em relação ao sexo feminino. Esse período de crescimento acelerado acontece ao simultaneamente com o aparecimento de características sexuais, como pelos pubianos e axilares nos meninos. Nas meninas, o pico de velocidade no crescimento tende a ocorrer antes da menarca (GALLAHUE; OZMUN, 2001).

Evidências relatam a existência de aumentos lineares no desenvolvimento da força até a puberdade (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009), por conseguinte, quando o jovem entra nessa fase de mudanças no desempenho da força, há a partir daí uma marcada aceleração no seu desenvolvimento (MALINA *et al.*, 2005; BLIMKIE, 1992; OZMUN; MIKESKY SURBURG, 1994).

Cada indivíduo tem um comportamento biológico inato que regula seu progresso em direção ao amadurecimento, assim, crianças podem ter a mesma estatura, mas podem estar em diferentes estágios em relação à maturidade (MALINA; BOUCHARD, 2002). Meninas com maturação precoces tendem a ser levemente mais fortes apenas no início da adolescência, mas, à medida que a adolescência avança, as diferenças entre grupos de maturidade são atenuadas (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009). Meninos com maturação precoce são mais fortes em todas as idades do que meninos médios e tardios em maturação. A variação da força associada à maturidade parece aumentar com a idade, à medida que os meninos avançam pela adolescência (MALINA; BOUCHARD; BAR-OR, 2009).

A força está relacionada com tamanho corporal, e diferenças entre adolescentes de status de maturidade contrastante são, em parte, determinadas pelas diferenças em tamanho corporal.

A força muscular aumenta progressivamente de oito a 18 anos de idade, e é uma variável importante no desempenho esportivo e seu aumento é frequentemente acompanhado por uma melhora nas habilidades motoras específicas como saltos, sprints, mudanças na direção do movimento e estabilidade articular (CROIX *et al.*, 2003; NEDELJKOVIC *et al.*, 2007; VAN PRAAGH E DORE, 2002).

2.3.2 Envelhecimento Muscular

Há mais de 150 anos, Quetelet (1835) descreveu originalmente a diminuição da função muscular com o envelhecimento. Estudos mostram que, tanto a massa, quanto a força muscular diminuem com a idade (HUGHES *et al.*, 2004; LYNCH *et al.*, 1999; ROGERS *et al.*, 1993), que essa redução não apenas específica de cada indivíduo, mas também de cada grupo muscular e ainda do tipo de contração (HUGHES *et al.*, 2004; ROOS *et al.*, 1997). O declínio da força dos membros inferiores com a idade é mais acentuado do que o observado nos membros superiores (GRIMBY *et al.*, 1992; HUGHES *et al.*, 2004, IZQUIERDO *et al.*, 2001, KLITGAARD *et al.*, 1990b, LYNCH *et al.*, 1999). Alterações na massa muscular são direta e integralmente responsáveis pela mudança na força muscular (CLARK e MANINI, 2010; MANINI e CLARK, 2012).

A diminuição da força é atribuída majoritariamente à perda de massa muscular, seja pela atrofia, seja pela redução do número de fibras musculares (FRONTERA *et al.*, 1991). A atrofia das fibras observada no músculo envelhecido inicia por volta dos 25 anos, com uma diminuição progressiva da área em cerca de 10% até perto dos 50 anos.

Após esta idade, ocorre uma atrofia mais pronunciada, de tal modo que aos 80 anos o idoso sofre uma perda de cerca de 50% na área de secção transversal do músculo. Esta atrofia é notadamente observada nas fibras tipo II, existindo uma redução média de cerca de 26% entre os 20 e os 80 anos (LEXELL *et al.*, 1988; PROCTOR *et al.*, 1995).

No que se refere ao número de fibras musculares, apesar de existir um consenso relativo à hipoplasia muscular com o envelhecimento, o mesmo não acontece em relação ao tipo de fibras que são perdidas. Vários trabalhos têm sugerido que, com o avançar da idade, além da atrofia e da hipoplasia ocorra reduções da capacidade de recrutamento neural, mecanismo que poderá também contribuir de forma significativa para as alterações funcionais observadas nos idosos (HAKKINEN *et al.*, 1996; URBANCHEK *et al.*, 2001).

Assim, torna-se evidente que o declínio da força com a idade é multifatorial, não podendo ser explicado exclusivamente pela perda da massa muscular (HAKKINEN *et al.*, 1996).

O termo sarcopenia, originalmente, foi definido como a diminuição da massa muscular relacionada ao envelhecimento (EVANS, 1995), é um termo regularmente usado para definir a perda de massa e força muscular relacionada à idade (ADAMO e FARRAR, 2006; ROUBENOFF e HUGHES, 2000).

O estudo de GOODPASTER *et al.* (2006) analisaram a mudança na massa muscular e na força muscular de 1.880 idosos de 70 a 79 anos participantes do *Health, Aging and Body Composition Study*, durante três anos, com o intuito de determinar quanto das mudanças na massa muscular total e apendicular estariam relacionadas com mudanças na força muscular.

Baseados nesses resultados, concluíram que embora a perda de massa muscular esteja associada com o declínio na força muscular em idosos, a força muscular declina muito mais rapidamente do que a massa muscular, sugerindo que ao envelhecer ocorre um comprometimento da qualidade do músculo. Além disso, referem que manter ou ganhar massa muscular não previne o declínio da força muscular (GOODPASTER *et al.*, 2006).

Os pesquisadores Visser *et al.* (2005) e Newman *et al.* (2006) demonstraram que maior força muscular reduz a associação existente entre massa muscular e declínio funcional e morte a níveis não estatisticamente significativos, sugerindo que a associação desses desfechos se daria com a força muscular e não com a massa muscular.

Dessa forma, a sarcopenia, definida como redução de massa muscular, independente da forma como é mensurada ou das notas de corte definidas, apresenta-se como um importante fator de risco para incapacidade. Já dinapenia, definida como redução da força muscular, também independentemente da forma como é mensurada ou das notas de corte definidas, se apresentando como um importante fator de risco para incapacidade e óbito.

Para além dos mecanismos atrás referenciados, outra das possibilidades implicada neste processo é o fato dos idosos terem uma reduzida capacidade de ativar completamente os seus grupos musculares (YUE *et al.*, 1999). Este declínio quantitativo e qualitativo na funcionalidade e estrutura do sistema muscular tem implicações significativas na capacidade funcional do idoso (BRILL *et al.*, 2000).

Durante o processo de envelhecimento são observados declínios significativos nos diferentes componentes da capacidade funcional, em especial, nas expressões da força muscular (força muscular concêntrica, excêntrica e isométrica máxima, resistência de força, potência muscular), (FLECK; KRAEMER, 2006).

Vários estudos têm demonstrado uma correlação positiva da força muscular, particularmente a força dos extensores do joelho, com a velocidade de marcha (AVLUND *et al.*, 1994, FIATARONE *et al.*, 1994 KWON *et al.*, 2001), com a subida de degraus, com a capacidade de se levantar de uma cadeira e com a capacidade de realizar diferentes atividades do dia a dia (AVLUND *et al.*, 1994, HYATT *et al.*, 1990).

Diferentes mecanismos têm sido propostos na tentativa de explicar as reduções na força que acompanham o processo de envelhecimento. Dentre estes mecanismos, a redução da massa muscular e o decréscimo no tamanho das fibras musculares de contração rápida podem ser os fatores primários pelas diferenças observadas na taxa de produção de força (PETRELLA *et al.*, 2005).

De qualquer forma, as alterações neurais, especialmente a redução na frequência de disparo das unidades motoras; redução na complacência da unidade músculo-tendão e alterações nas propriedades intrínsecas da musculatura, como a lentificação nas propriedades contráteis do músculo também estão envolvidos nas diferenças relacionadas a idade sobre a TPF (KLASS *et al.*, 2008; REEVES, 2004).

Com o início da sexta década de vida, processos degenerativos podem afetar o sistema neuromuscular em termos de perdas de força muscular (dinapenia) e de massa muscular (sarcopenia) (DANNESKIOLD-SAMSOE *et al.*, 2009; DELMONICO *et al.*, 2009; DELMONICO *et al.*, 2012). Da mesma forma, fatores neurais, como por perda

numérica de motoneurônios alfa, e fatores morfológicos, como o número reduzido e tamanho de fibras musculares do tipo II, bem como sua interação, são responsáveis por declínios relacionados à idade na força e massa muscular (AAGAARD *et al.*, 2010).

Há evidências de que a fraqueza muscular está altamente associada à mobilidade prejudicada e a um risco aumentado de quedas. Além disso, a fraqueza muscular dos membros inferiores foi identificada como o fator intrínseco dominante de risco de queda, com um aumento de cinco vezes no risco de quedas (RUBENSTEIN, 2006). A manutenção da força máxima e potência é fundamental para homens e mulheres em diferentes faixas etárias, tanto no aspecto da saúde e qualidade de vida, quanto no aspecto da performance esportiva.

Com o envelhecimento, sugere-se que ocorra redução ou resistência às substâncias anabólicas no músculo esquelético (KAMEL *et al.*, 2002). Estudos epidemiológicos mostraram relação entre queda da testosterona e declínio da massa e força muscular e estado funcional (ROUBENOFF; HUGHES, 2000; PERRY *et al.*, 2000). No tecido muscular, os androgênios estimulam a síntese proteica e o recrutamento das células satélite às fibras musculares em atrofia.

O nível sérico de testosterona e androgênios adrenais declina com a idade, principalmente após os 80 anos, quando a prevalência de deficiência androgênica pode ocorrer em 40 a 90% dos idosos (BHASIN, 2003).

O declínio de estrogênios em mulheres associados à menopausa é bem conhecido e, possivelmente, essa redução dos esteroides sexuais femininos, que exercem efeitos anabólicos sobre o músculo, impacta na redução de massa magra (POEHLMAN; TOTH; GARDNER, 1995).

Os hormônios sexuais parecem inibir a produção de IL1 e IL-6, sugerindo que níveis reduzidos destas substâncias podem ter efeito catabólico indireto sobre o músculo. A redução de GH e IGF-1 também está implicada no menor estímulo anabólico sobre o tecido muscular esquelético (MORLEY *et al.*, 2001).

O aumento de estímulos catabólicos em idosos tem sido aventado como outra causa provável de redução da massa muscular. Roubenoff *et al.* descreveram aumento da produção de citocinas pró-inflamatórias (IL-6, TNF- α e IL-1) em idosos, que podem estimular a perda de aminoácidos e incrementar a quebra de proteínas das fibras musculares, sugerindo que a perda desses hormônios com a idade tem efeitos catabólicos diretos e indiretos no músculo. (ROUBENOFF; HUGHES, 2000; ROUBENOFF *et al.*, 1998).

Dos insumos hormonais anabólicos que diminuem com a idade, os esteroides sexuais são provavelmente os mais importantes. Ambos estrogênio e testosterona têm efeitos anabólicos importantes no músculo, embora o efeito do estrogênio também possa ser mediado através da sua conversão em testosterona (YARASHESKI; ZACHWIEJA, 1993).

Entre as idades de 25 e 75 anos, os níveis médios de testosterona no soro diminuem cerca de 30% e os níveis de testosterona livre diminuem em até 50%; os declínios continue à medida que a idade se torne mais avançada (ADES *et al.*, 1996; FIATARONE *et al.*, 1994).

Hormônio do crescimento (GH) começa a declinar na quarta década e declina progressivamente nos anos seguintes. Isto é não está claro que a deficiência de GH seja uma importante causa de sarcopenia.

A redução na ação da insulina que ocorre em muitos idosos por múltiplas causas etiológicas, que pode ter um efeito catabólico no músculo. O tamanho desse efeito não está claro em não diabéticos com a idade, mas a resistência à insulina certamente desempenhar um papel no desenvolvimento de sarcopenia. A resistência à insulina aumenta com a idade, massa gorda (especialmente massa gorda visceral) e inatividade física (SBD, 2014).

2.4 SEXO

As diferenças entre homens e mulheres costumam ser perceptíveis, tais diferenças são consequências de um fato natural da biologia, a maturação. O impacto da testosterona nas células musculares durante as fases de crescimento, com as alterações androgênicas que se dão em meninos e meninas à medida que crescem, levam a diferenças na reação fisiológica e nas diferenças de desempenho associadas à força, à potência e à hipertrofia (FLECK; KRAEMER, 2017).

A força absoluta refere-se à quantidade máxima de força e tensão (1RM) gerada em um exercício sem a normalização pela estatura, massa ou composição corporal. Em geral, a força absoluta da mulher é mais baixa do que a do homem, ainda que alguns ajustes pareçam diminuir a diferença entre os sexos (LAUBACH, 1976). As variações na força entre homens e mulheres fisicamente ativos mostram que os homens ainda têm maior força absoluta do que as mulheres (WILMORE *et al.*, 1978).

Meninos ativos, em idade precoce, mostram maior força isocinética do que as meninas (BUCHANAN; VARDAXIS, 2009). Para mais, diferentemente dos meninos as meninas são mais propensas a não mostrar um padrão claro de incremento de força com a idade (FLECK; KRAEMER, 2017).

Níveis de atividade física na infância podem causar efeitos a longo prazo na saúde, no desenvolvimento neurológico e no desempenho durante o envelhecimento (FLECK; KRAEMER, 2017). Meninos e meninas mais ativos exibem escores metabólicos melhores como à resistência à insulina, os padrões lipídicos e de pressão arterial, entre outros, indicando que a inatividade em idade precoce pode colocar os dois sexos em desvantagem quanto à saúde metabólica (METCALF *et al.*, 2009).

Essa diferença na atividade física pode ser a causa do comprometimento na densidade óssea, na força e no desempenho físico em mulheres, na comparação com homens, indicando com clareza a importância de exercícios físicos de força para mulheres. Os níveis mais baixos de participação em exercícios das mulheres em relação aos homens parecem ter repercussões graves na saúde feminina no decorrer da vida. (FLECK; KRAEMER, 2017).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização do Estudo

O presente estudo foi caracterizado com delineamento transversal, de cunho quantitativo e abordagem comparativa. Teve o objetivo de identificar, descrever e comparar grupos com diferentes faixas etárias, de modo a analisar as diferentes formas de manifestação de força ao longo do processo de crescimento e envelhecimento, assim como verificar os possíveis mecanismos associados, considerando variáveis neuromusculares e antropométricas.

3.2 População e Amostra

A população do estudo foi composta por crianças, adultos jovens e idosos com idades entre 8 e 70 anos.

Os participantes foram alocados em três grupos do sexo feminino e três do masculino, nas faixas etárias entre 8 – 12 anos de idade para crianças, 20 – 40 anos para adultos jovens, 60 – 70 anos para idosos, dos respectivos gêneros. Foram selecionados indivíduos fisicamente ativos de acordo com o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ).

3.2.1 Critérios de Inclusão

Foram incluídas no estudo crianças (8-12 anos), adultos jovens (20-40 anos) e idosos (60-70 anos) de ambos os sexos, fisicamente ativos e que se encaixem no perfil da pesquisa.

3.2.2 Critérios de Exclusão

Foram excluídas do estudo indivíduos que não se encaixem no perfil da pesquisa, que possuam alguma limitação ou incapacidade na realização da prática de exercícios físicos, bem como, não fossem capazes de concluir os protocolos de avaliação propostos. Da mesma forma, sujeitos com doenças crônicas não transmissíveis ou que utilizassem medicamentos que pudessem interferir nos resultados do presente estudo.

3.2.4 Aspectos Éticos

Os indivíduos foram informados de todos os procedimentos metodológicos do estudo. Após aceitarem participar do estudo, indivíduos maiores de 18 anos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE - APÊNDICE 1). Em caso de menores de idade, os pais ou responsáveis legais assinaram o TCLE (APÊNDICE 2) e os menores de idade um termo de assentimento (APÊNDICE 3). A leitura e assinatura do TCLE e do termo de assentimento foram realizados de maneira individual e anteriormente ao início da participação no estudo. A assinatura dos termos, bem como toda a coleta de dados foram realizadas no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da UFRGS.

O projeto somente iniciou após aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CAAE: 00650918.6.0000.5347).

3.2.5 Riscos e Benefícios

Durante a realização da pesquisa, as crianças, adultos jovens e idosos foram acompanhados por uma equipe de pesquisadores experientes. Por essa razão, os riscos relacionados a participação no estudo foram mínimos. Entretanto, dores musculares, fadiga e desconfortos relacionados ao protocolo de teste poderiam ocorrer. Como benefícios, os participantes receberam um relatório possibilitando conhecimento de informações sobre suas características antropométricas e de aptidão física que poderão ser utilizadas para melhoria da saúde e qualidade de vida.

3.2.6 Estratégia de Recrutamento

A estratégia de recrutamento foi da seguinte forma: 1) Foram fixados *folders* com informações sobre o estudo na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da UFRGS, bem como, nas redes sociais; 2) As pessoas que demonstrarem interesse no projeto receberam uma carta de apresentação e um *folder* com informações do estudo para divulgação; 3) As pessoas que demonstrarem interesse em participar do estudo entraram em contato com os pesquisadores envolvidos. Todos os participantes somente iniciaram o estudo após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), bem como, o termo de assentimento para os responsáveis legais para indivíduos menores de 18 anos. Menores de 18 anos só puderam participar do estudo com a entrega do TCLE e do termo de assentimento assinado por elas e por seus responsáveis legais.

4 VARIÁVEIS

4.1 VARIÁVEIS DEPENDENTES

AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

Estatura (EST);

Massa corporal (MC);

Índice de massa corporal (IMC);

COMPOSIÇÃO CORPORAL

Percentual de gordura corporal;

Percentual de massa muscular;

Densidade mineral óssea

AVALIAÇÃO NEUROMUSCULAR

Espessura Muscular;

Qualidade Muscular;

Ângulo de penação;

Comprimento de fascículo;

Teste de uma repetição máxima (Teste de 1-RM);

Pico de torque Isométrico

Pico de torque Concêntrico

Salto com contramovimento (CMJ)

TPF

4.2 VARIÁVEIS INDEPENDENTES

Grupos Etários

4.3 VARIÁVEIS DE CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Idade;

Sexo;

Composição corporal.

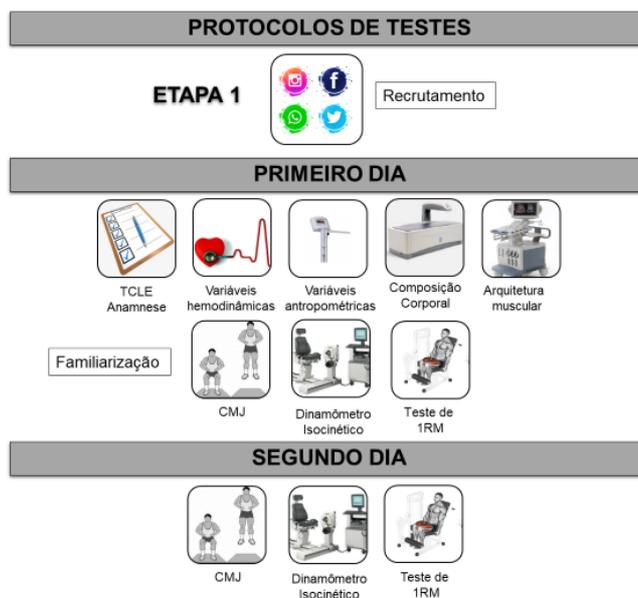
Figura do estudo

4.4 INSTRUMENTOS DE MEDIDA E PROTOCOLO DE TESTES

Para as coletas dos dados avaliados, foram utilizados instrumentos do Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX), na Escola de Educação Física (ESEFID) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A carta de anuência do LAPEX é apresentada no Anexo 5.

Os participantes compareceram em 2 etapas de avaliação. Na sessão 1 foram realizadas o preenchimento da anamnese, do Questionário de Prontidão de Atividade Física (PAR-Q) e do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ); a mensuração da frequência cardíaca e da pressão arterial, ambas em repouso; as avaliações antropométricas (estatura e massa corporal); da composição corporal (DXA) e da arquitetura muscular (ultrassom). Além disso, foram realizados os testes familiarização para minimizar os efeitos da aprendizagem do exercício para o teste de uma repetição máxima (1RM), que se caracteriza pela maior carga que pode ser levantada na realização de uma repetição de extensão de joelhos que avalia a força dinâmica máxima de membros inferiores; protocolos no dinamômetro isocinético, contendo um teste de força isocinética isométrica e teste de pico de torque concêntrico no qual você terá que produzir força contra um braço de alavanca, que medirá a quantidade de força produzida de forma isométrica (sem movimento) e dinâmica; como também o salto em tapete de contato para verificar a potência dinâmica dos membros inferiores.

Após a etapa do teste de familiarização, com no mínimo 48 horas de intervalo, foi realizada uma sessão 2 para reavaliação do Teste de Uma Repetição Máxima (1RM), do teste de contração isométrica voluntária máxima (CIVM), do teste de pico de torque concêntrico no dinamômetro isocinético e salto com contra movimento (CMJ).



Fluxograma das coletas.

4.4.1 QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO DE ATIVIDADE FÍSICA (PAR-Q)

O Questionário de Prontidão de Atividade Física (PAR-Q) (ANEXO-1) tem por objetivo identificar a necessidade de avaliação clínica e médica antes da prática da atividade física. Caso alguma resposta seja afirmativa para qualquer uma das questões do PAR-Q seria necessária a apresentação de atestado médico antes da realização dos testes.

4.4.2 QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA (IPAQ)

O Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) (ANEXO-2) proposto pela Organização Mundial de Saúde (1998), é como instrumento mundial para determinar o nível de atividade física em nível populacional.

4.4.3 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

Foram mensuradas estatura, estatura sentada (estadiômetro de metal da marca Filizola com resolução de 1mm) e a massa corporal (MC) (Balança analógica da marca Filizola com resolução de 0,1kg).

Na sequência, foi realizada a medida do perímetro da cintura e do quadril (Fita métrica flexível e inelástica da marca Cescorf com resolução de 1mm). As medidas da avaliação antropométrica seguiram os padrões da Sociedade Internacional para o Avanço da Cineantropometria (MARFELL-JONES *et al.* 2012).

4.4.4 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

A composição corporal dos indivíduos foi verificada por absorciometria de dupla energia de raio-x (DXA) da marca GE Healthcare, modelo Lunar Prodigy (Madison, EUA). O equipamento foi calibrado uma vez por dia anteriormente a cada sessão de avaliação. A massa adiposa, massa livre de gordura, densidade mineral óssea (DMO), massa óssea total e regional (membros superiores, inferiores e tronco) foram determinados pelo software do equipamento (ZERBINI *et al.*, 2007; CHONG *et al.*, 2015).

Os participantes foram instruídos a remover qualquer material de metal e a utilizar roupas sem fechos, fivelas ou botões. Este aparelho consiste no escaneamento do corpo inteiro da pessoa, após o avaliador posicionar o indivíduo em decúbito dorsal e solicitar que permaneça sem movimentar-se por aproximadamente 5 minutos, enquanto o braço do equipamento passa sobre o corpo no sentido céfalo-caudal.

4.4.5 AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS NEUROMUSCULARES

4.4.5.1 ESPESSURA MUSCULAR

A espessura muscular do quadríceps [(músculos vasto lateral (VL), reto femoral (RF), vasto medial (VM) e vasto intermédio (VI)] foi obtida por ultrassonografia em B-modo (Nemio XG, Toshiba, Japão) com uma sonda linear de 9,5 MHz (38 mm de profundidade).

Para avaliação das imagens de ultrassonografia, os sujeitos permaneceram 5 min em repouso em posição de decúbito dorsal com os membros inferiores estendidos para estabilização dos fluidos corporais (ARROYO *et al.*, 2016), permanecendo nesta posição para a avaliação. Um gel solúvel em água, o qual promove um contato acústico sem a necessidade de causar pressão sobre a pele, foi aplicado sobre o local da avaliação e o transdutor foi posicionado perpendicularmente à musculatura avaliada. Todas as imagens foram capturadas no membro direito e pelo mesmo avaliador.

O ponto para avaliação do RF e do VI foi marcado em 50% da distância entre a crista ilíaca e a borda superior da patela (NEVES *et al.*, 2018). Para o VL foi usado o ponto médio entre o trocânter maior e o epicôndilo lateral do fêmur (KUMAGAI *et al.*, 2000). Foram capturadas três imagens de cada músculo, nos pontos marcados.

Para a determinação da espessura do músculo VI foi identificado o tecido ósseo (fêmur) e a aponeurose superior do músculo, sendo a distância entre eles definida como a espessura muscular; para o RF foi identificado o tecido adiposo subcutâneo e a aponeurose inferior, e a distância entre eles foi definida como a espessura muscular; para o VL foi identificado o tecido adiposo subcutâneo e a aponeurose inferior de modo que a distância entre eles foi assumida como a espessura; para o VM foi identificado o tecido ósseo (fêmur) e o tecido adiposo subcutâneo, e a distância entre eles foi definida como a espessura muscular. O somatório da espessura dos músculos (VL+VI+RF+VM) do quadríceps femoral (Σ EM-QF) do membro avaliado (RADAELLI *et al.*, 2013; CADORE *et al.*, 2012).

A análise das imagens foi realizada no programa Image-J (versão 1.37, National Institutes of Health, Estados Unidos da América).

4.4.5.2 ECO INTENSIDADE

A análise da Eco Intensidade foi realizada a partir das mesmas imagens coletadas para EM dos músculos do quadríceps femoral. A análise foi realizada no software Image-J (National Institute of Health, EUA, versão 1.37) baseado em uma escala de cinza (0=preto e 255=branco) (PILLEN *et al.*, 2009) calculada pelo próprio software e expressa em unidades arbitrárias. A região de interesse da imagem analisada inclui a maior parte possível dos músculos analisados, sem qualquer fâscia ou osso circundante (WATANABE *et al.*, 2013).

4.4.5.3 COMPRIMENTO DO FASCÍCULO E ÂNGULO DE PENAÇÃO

Uma imagem em sentido longitudinal do músculo vasto lateral em repouso a 50% do comprimento da coxa, obtida em decúbito dorsal com extensão completa do membro foi obtida para determinação do CF e AP (ERSKINE *et al.*, 2009, MAGANARIS, 2001). Quando o CF extrapolava a imagem, utilizamos a metodologia sugerida por Blazeovich *et al.* (2006) para a mensuração. O CF foi definido como a distância fascicular entre a aponeurose superficial e profunda. O AP foi considerado como o ângulo formado entre o fascículo e sua inserção na aponeurose profunda (MAGANARIS, 2001). O CF e o AP

foram considerados a média da mensuração de três fascículos da mesma imagem. A figura ilustra este procedimento. Os dados de CF (cm) também foram normalizados pelo comprimento da coxa (cm), criando a variável comprimento do fascículo normalizado (CFn) para permitir a comparação entre indivíduos de diferentes tamanhos corporais.

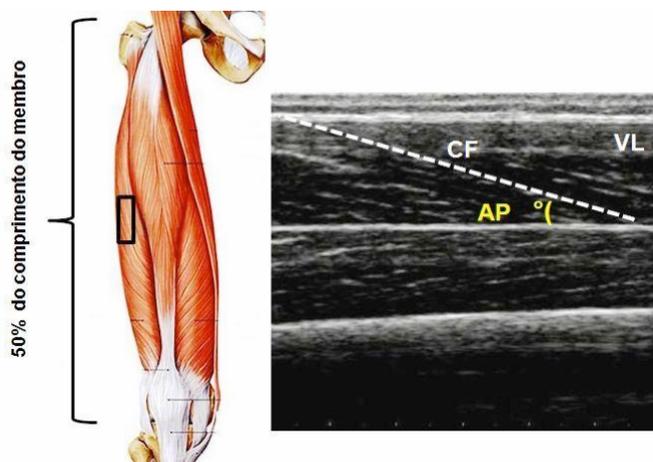


Figura: Comprimento do fascículo (CF) e ângulo de penetração (AP) do vasto lateral (VL).

4.4.5.4 ÁREA DE SECÇÃO TRANSVERSA

É a área de secção transversa do reto femoral foi mensurada a partir da mesma imagem obtida para mensuração de sua espessura, representada em cm^2 . Foi estimada a partir da equação proposta por Powel *et al.* (1984) e adaptada por Morse, Degens e Jones (2007).

4.4.5.5 TESTE DE UMA REPETIÇÃO MÁXIMA (Teste de 1-RM)

Caracteriza-se pela maior carga que pode ser levantada na realização de uma repetição de um determinado exercício (GONZÁLES-BADILLO; MEDINA, 2007). Os indivíduos da amostra foram familiarizados com o exercício, como forma de minimizar os efeitos de aprendizagem para a realização do teste (HATFIELD *et al.*, 2006). Para avaliar a força dinâmica máxima de membros inferiores, o exercício de extensão de joelhos foi realizado de maneira bilateral no equipamento cadeira extensora da marca (Konnem Gym, China), com resolução de 6 kg.

Após a realização de uma série como forma de aquecimento muscular com carga de 20 % da massa corporal, será aplicado o método de tentativa e erro até atingir um número inferior a 10 repetições, sendo a carga corrigida pela tabela de Lombardi (Lombardi, 1989). Ao utilizar essa tabela, multiplica-se a carga deslocada pelo fator de

correção correspondente ao número de repetições completadas, encontrando assim o valor de 1-RM estimado.

O intervalo foi de três minutos entre cada tentativa e as fases concêntrica e excêntrica teve a duração de dois segundos cada uma. Foram realizadas no máximo cinco tentativas para cada indivíduo, e a carga foi redimensionada a fim de encontrar a carga máxima para uma repetição. Essa carga máxima deslocada foi utilizada como valor representativo da força muscular dinâmica máxima, conforme Knuttgen e Kraemer (1987).

4.4.5.6 CONTRAÇÃO ISOMÉTRICA VOLUNTÁRIA MÁXIMA E PICO DE TORQUE CONCÊNTRICO E EXCÊNTRICO

No presente estudo, foi utilizado um dinamômetro isocinético (Cybex Norm, Ronkonkoma, NY) para verificar o torque isométrico máximo e a Taxa de Produção de Força dos extensores do joelho. Os indivíduos foram posicionados no dinamômetro de acordo com o *Norm Testing and Rehabilitation System User'S Guide* (1995), com o quadril em um ângulo de 90° e estabilizado por um velcro fixando-o ao equipamento na altura na cintura. Os indivíduos realizaram 10 repetições submáximas na velocidade angular de 120°/s como aquecimento e familiarização com o padrão de movimento.

Logo após, os participantes foram instruídos a exercer a máxima força isométrica de extensão do joelho dominante em um ângulo de 60° de flexão (i.e., 0° representa a máxima extensão). Foram executadas duas tentativas para obtenção da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) com duração de 5 segundos e com intervalo de 60 segundos de recuperação. Além disso, os participantes foram orientados a iniciarem a contração o mais rápido e mais forte possível (SAHALY *et al.*, 2001; MAFFIULETTI *et al.*, 2016).

O sinal de força foi adquirido pelo *software* NORM e exportado para o software Miograph para obtenção do sincronismo com a eletromiografia. Durante o teste, encorajamento verbal foi realizado pelos pesquisadores para motivar os sujeitos a produzir a força máxima. A análise dos dados foi realizada no *software* Matlab (Mathworks, EUA), sendo que a CIVM com maior valor foi utilizada para obtenção da taxa máxima de produção de torque e considerada a máxima variação de força na parte ascendente da curva torque x tempo. A Taxa de Produção de Toque foi calculada em janelas de 50 ms (ex: 0-250ms; 100- 200ms e 150-250ms) no software Excel.

Para a mensuração do pico de torque, os participantes realizarão 5 contrações concêntricas e excêntricas dos extensores do joelho velocidade articular: 60°/s. O pico de torque foi considerado como o maior valor alcançado durante as contrações concêntricas e excêntricas. Todos os participantes receberam motivação verbal para alcançarem o máximo desempenho durante os testes, bem como feedback visual. Para a aquisição dos dados de TM foi utilizado o programa Windaq (Data Instruments, Akron, OH, USA – 16 bits com frequência 10000 Hz) e para posterior análise foi utilizado um programa de análise na plataforma MATLAB (MATLAB version 7.3.0.267, MathWorks, Inc., Natick, MA).

4.4.5.7 SALTO COM CONTRA MOVIMENTO (CMJ)

Para verificar a potência dinâmica dos membros inferiores foi calculado a altura de salto em tapete de contato (Cefise, Brasil). A medida de altura de saltos foi indicada por um cálculo de tempo de voo reconhecido e validado em procedimentos anteriores (SAYERS *et al.*, 1999).

Cada sujeito foi orientado a exercer esforço máximo em cada tentativa de execução do salto com contramovimento. Foram dadas três tentativas para cada sujeito, o intervalo entre as tentativas será de 30 segundos. Todos os sujeitos foram familiarizados com os protocolos de saltos. Durante o salto com contramovimento foi dada instrução para os sujeitos partirem da posição ortostática e efetuarem o contramovimento em esforço máximo no que concerne à velocidade e à força aplicada no solo, tentando imprimir o menor tempo de contato com o solo possível. Ademais, os indivíduos foram orientados a saírem da plataforma de contato com o joelho e quadril estendidos e pousarem em uma posição de extensão semelhante, objetivando garantir a validade do teste. Ainda, outras técnicas básicas foram salientadas, como correta postura – coluna ereta e ombros para trás – e alinhamento do corpo durante todo o salto; salto vertical, sem deslocamento para frente/trás ou para os lados; aterrissagem suave, utilizando mobilidade da articulação do tornozelo e auxílio da flexão do joelho, preparação instantânea para o próximo salto e mãos dispostas no quadril durante todo o teste.

5 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Foram utilizados procedimentos da estatística descritiva (média, desvio-padrão e frequências absolutas e relativas). A normalidade e homogeneidade dos dados foram verificadas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e Levene, respectivamente.

Foram utilizadas ANOVA *one-way*, com *post-hoc* de Bonferroni, para comparação das variáveis entre os diferentes grupos (crianças, adultos jovens e idosos de ambos sexos).

Foi realizada uma análise multivariada para determinar quais variáveis podem explicar as diferentes formas de manifestação de força em cada faixa etária. Foi adotado um nível de significância de 5% e os dados foram analisados no programa SPSS versão 25.0.

6 RESULTADOS

As variáveis de caracterização da amostra, antropométricas e de composição corporal são apresentadas na Tabela 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Características antropométricas apresentadas por grupo

Variável	Meninas (n = 10)	Meninos (n = 10)	Mulheres (n = 14)	Homens (n = 12)	Idosas (n = 10)	Idosos (n = 10)
Idade (anos)	9,7±1,2 ^{††@} ⌘	8,7±0,8 ^{††@} ⌘	29,0±6,3 ^{*⊕} @⌘	31,2±5,0 ^{*⊕} @⌘	65,0±3,0 ^{*⊕†}	65,8±3,8 ^{*⊕†}
Estatura (m)	1,38±0,12 ^{††@} ⌘	1,35±0,07 ^{††@} ⌘	1,64±0,06 ^{*⊕†}	1,75±0,08 ^{*⊕#} @	1,59±0,05 ^{*⊕†} ⌘	1,72±0,07 ^{*⊕@}
Massa Corporal (kg)	38,2±1,4 ^{††@} ⌘	34,2±7,3 ^{††@} ⌘	63,8±10,4 ^{*⊕†} ⌘	80,6±9,0 ^{*⊕#} @	68,7±15,8 ^{*⊕†} ⌘	85,9±11,8 ^{*⊕#} @
IMC	19,79±3,38 ^{††@} ⌘	18,59±2,50 ^{††@} ⌘	23,72±3,79 ^{*⊕} ⌘	26,30±2,88 ^{*⊕}	27,24±6,31 ^{*⊕}	28,93±3,40 ^{*⊕#}
RCQ	0,82±0,05 [⌘]	0,90±0,16 [*]	0,76±0,11 ^{*⊕} ⌘	0,84±0,06 [†]	0,82±0,07 [⌘]	0,97±0,05 ^{*⊕@}

Dados expressos em média ± desvio-padrão. * indica diferença para meninas; ⊕ indica diferença para meninos; # indica diferença para mulheres; † indica diferença para homens; @ indica diferença para idosas; ⌘ indica diferença para idosos. IMC: índice de massa magra; RCQ: relação cintura quadril.

Tabela 2. Variáveis de composição corporal apresentadas por grupo

Variável	Meninas (n = 10)	Meninos (n = 10)	Mulheres (n = 14)	Homens (n = 12)	Idosas (n = 10)	Idosos (n = 10)
Massa Magra Total (Kg)	23,76±6,36 ^{#@}	24,27±3,66 [†] ⌘	40,06±4,79	56,05±4,38	38,33±4,81	55,60±7,84
Gordura Total (kg)	12,11±5,14 ^{#@}	8,53±3,88 [†] ⌘	21,87±7,03	22,03±7,24	28,39±11,22	27,37±5,53
% Gordura	33,00±5,61 ^{*⊕} @	25,02±6,01 ^{*⊕} ⌘	34,62±6,79 [†]	27,80±5,98	41,23±7,05 [⌘]	32,91±4,25
CMO (Kg)	1,29±0,32 ^{#@}	1,22±0,18 [†] ⌘	2,41±0,27 [†]	3,05±0,279	2,12±0,24 [⌘]	3,12±0,57
DMO (g.cm ²)	0,86±0,08 ^{#@}	0,86±0,06 [†] ⌘	1,18±0,10 [†]	1,32±0,09	1,08±0,11 [⌘]	1,30±0,18

Dados expressos em média ± desvio-padrão. * indica diferença para meninas; ⊕ indica diferença para meninos; # indica diferença para mulheres; † indica diferença para homens; @ indica diferença para idosas; ⌘ indica diferença para idosos; CMO: conteúdo mineral ósseo, DMO: densidade mineral óssea.

As variáveis de arquitetura muscular são apresentadas na Tabela 3. Meninos (77,0±12,6 mm), meninas (74,7±10,9 mm) e idosas (76,4±18,5 mm) apresentaram menores valores de Σ EMQF ($p<0,05$) quando comparadas aos homens (99,0±12,7 mm). O CF de meninos (48,5±9,5 mm) e meninas (58,9±14,9 mm) são significativamente menores ($p<0,05$) quando comparados aos homens (80,6±23,5 mm). Meninos (43,3±3,7) e homens (41,2±5,4) apresentam valores de EI-QF significativamente menores ($p<0,05$) do que as idosas (56,5±14,7). O AP não apresentou diferenças significativas entre os grupos ($p>0,05$).

Tabela 3. Variáveis de arquitetura muscular apresentadas por grupo:

Variável	Meninas (n = 10)	Meninos (n = 10)	Mulheres (n = 14)	Homens (n = 12)	Idosas (n = 10)	Idosos (n = 10)
Σ EMQF (mm)	77,0±12,6	74,7±10,9 [†]	87,5±8,1	99,0±12,7	76,4±18,5	89,8±14,1
AP (graus)	16,0±3,1	16,3±3,1	17,2±3,9	15,3±3,4	14,9±4,0	13,7±3,7
CF (mm)	48,5±9,5	58,9±14,9 [†]	62,5±14,2	80,6±23,5	62,6±15,9	65,0±17,0
EI-QF	47,0±3,6	43,3±3,7	49,3±8,1	41,2±5,4	56,5±14,7	51,9±5,3

Dados expressos em média ± desvio-padrão. * indica diferença para meninas; † indica diferença para meninos; # indica diferença para mulheres; ‡ indica diferença para homens; @ indica diferença para idosas; ¶ indica diferença para idosos; Σ EMQF: somatório das espessuras musculares do quadríceps femoral; EI-QF: eco intensidade do quadríceps femoral.

A TPT expressa em valores absolutos nos intervalos de 0 a 50, 0 a 100, 0 a 250 e 100 a 200 ms foram significativamente ($p<0,05$) superiores em homens e idosos na comparação com os demais grupos. Entretanto, quando esses valores foram expressos relativos a MMMI, de forma geral são identificadas diferenças significativas ($p<0,05$) em favor de homens e mulheres em comparação aos demais grupos (tabela 4).

Tabela 4. Taxa de produção de Torque apresentada por grupo

Variável	Meninas (n = 10)	Meninos (n = 10)	Mulheres (n = 14)	Homens (n = 12)	Idosas (n = 10)	Idosos (n = 10)
TPT 0-50 (Nm.ms ⁻¹)	201,6±135,9 [#]	244,4±83,1 ^{†¶}	454,4±158,1 [†]	879,3±267,9 [¶]	237,5±146,1 [¶]	605,9±295,2
TPT 0-50 (Nm.MMMI ⁻¹ .ms ⁻¹)	24,1±10,6	29,9±10,4	33,0±12,8 [@]	45,6±13,4	18,4±8,7	33,2±16,1
TPT 0-100 (Nm.ms ⁻¹)	217,0±147,7 [#]	257,4±81,7 ^{†¶}	468,0±166,1 [†]	898,5±259,9 [¶]	260,2±166,2 [¶]	632,4±300,9
TPT 0-100 (Nm.MMMI ⁻¹ .ms ⁻¹)	26,0±11,4	31,6±10,3	34,1±13,6	46,6±12,8 [@]	20,2±10,4	34,4±15,4
TPT 0-250 (Nm.ms ⁻¹)	172,2±103,1 [#]	190,7±48,5 ^{†¶}	344,3±106,7 [†]	656,0±157,8 [¶]	228,8±95,8 [¶]	460,0±177,6
TPT 0-250 (Nm.MMMI ⁻¹ .ms ⁻¹)	20,7±7,1	23,3±5,8 [†]	25,0±8,7	34,0±7,5	18,2±6,3	25,0±8,6 [†]
TPT 100-200 (Nm.ms ⁻¹)	542,8±333,8 [#]	592,3±158,8 ^{†¶}	1060,5±338,3 [†]	2034,6±493,1 [¶]	710,3±304,1 [¶]	1416,9±563,4
TPT 100-200 (Nm.MMMI ⁻¹ .ms ⁻¹)	65,3±23,3	72,5±19,6 [†]	77,1±27,4	105,5±23,3 [@]	56,4±20,0	76,6±26,3

Dados expressos em média ± desvio-padrão. * indica diferença para meninas; † indica diferença para meninos; # indica diferença para mulheres; ‡ indica diferença para homens; @ indica diferença para idosas; ¶ indica diferença para idosos. TPT: taxa de produção de torque; MMMI = massa muscular de membro inferior.

Após verificação dos pressupostos essenciais, utilizamos a análise de Regressão Linear Múltipla para estimarmos a contribuição relativa da estatura, massa corporal, massa magra total, CMO, Σ EMQ, AP, CF, EI-QF na variância das 3 formas de expressão (absoluta, relativa a MMMI, relativa a massa corporal) do CMJ, CIVM, 1RM e TPT. Esses resultados são apresentados nas tabelas 5 e 6.

Tabela 5: Variáveis explicativas da CMJ, CIVM e 1RM de acordo com a análise de regressão linear múltipla.

Variáveis	Variáveis explicativas	β Coeficiente Padronizado	R ²	R ² Ajustado	P
CMJ (W)	Massa magra	0,828	0,953	0,951	0,000*
	Σ EMQ	0,202			
CMJ (W.MC ⁻¹)	Massa magra	0,465	0,663	0,651	0,000*
	Σ EMQ	0,424			
CMJ (W.MMMI ⁻¹)	Massa corporal	0,514	0,618	0,605	0,001*
	Σ EMQ	0,35			
CIVM (Nm ⁻¹)	CMO	0,904	0,839	0,834	0,002*
	EI-QF	-0,165			
CIVM (Nm.MC ⁻¹)	CMO	0,481	0,313	0,29	0,008*
	EI-QF	-0,293			
CIVM (Nm.MMMI ⁻¹)	Estatura	0,624	0,459	0,423	0,033*
	Σ EMQ	-1,038			
	CMO	0,333			
	Massa corporal	0,652			
1RM (kg)	CMO	0,725	0,859	0,85	0,027*
	Σ EMQ	0,302			
	Massa corporal	-0,329			
	Estatura	0,306			
1RM (kg. MC ⁻¹)	CMO	0,589	0,387	0,367	0,041*
	EI-QF	-0,209			
1RM (kg. MMMI ⁻¹)	Estatura	0,604	0,364	0,354	0,000*

R² = coeficiente de determinação, R² ajustado= coeficiente de determinação ajustado; *= Regressão linear múltipla significativa (p<0,05). CMJ: salto contra movimento; CIVM: contração isométrica voluntária máxima; 1RM: teste de 1 repetição máxima; Σ EMQF: somatório das espessuras musculares do quadríceps femoral; CMO: conteúdo mineral ósseo; EI-QF: eco intensidade do quadríceps femoral.

Tabela 6: Variáveis explicativas da TPT de acordo com a análise de regressão linear múltipla.

Variáveis	Variáveis explicativas	β Coeficiente Padronizado	R^2	R^2 Ajustado	P
TPT 0-50 (Nm.ms ⁻¹)	Massa magra	1,397	0,622	0,61	0,003*
	Massa corporal	-0,693			
TPT 0-50 (Nm. MC ⁻¹ .ms ⁻¹)	Massa magra	0,356	0,126	0,112	0,004*
TPT 0-50 (Nm. MMMI ⁻¹ .ms ⁻¹)	Estatuta	0,359	0,129	0,115	0,004*
TPT 0-100 (Nm.ms ⁻¹)	Massa magra	1,368	0,633	0,621	0,004*
	Massa corporal	-0,649			
TPT 0-100 (Nm.MC ⁻¹)	Massa magra	0,351	0,123	0,109	0,005*
TPT 0-100 (Nm. MMMI ⁻¹ .ms ⁻¹)	Estatuta	0,346	0,12	0,106	0,005*
TPT 0-250 (Nm.ms ⁻¹)	Massa magra	1,277	0,734	0,72	0,024*
	Massa corporal	-0,647			
	Σ EMQ	0,209			
TPT 0-250 (Nm. MC ⁻¹ .ms ⁻¹)	Σ EMQ	0,338	0,151	0,137	0,002*
TPT 0-250 (Nm. MMMI ⁻¹ .ms ⁻¹)	Σ EMQ	0,373	0,139	0,125	0,002*
TPT 100-200 (Nm.ms ⁻¹)	Massa magra	1,253	0,732	0,719	0,017*
	Massa corporal	-0,633			
	Σ EMQ	0,223			
TPT 100-200 (Nm. MC ⁻¹ .ms ⁻¹)	Σ EMQ	0,393	0,155	0,141	0,001*
TPT 100-200 (Nm. MMMI ⁻¹ .ms ⁻¹)	Σ EMQ	0,378	0,143	0,129	0,002*

R² = coeficiente de determinação, R² ajustado= coeficiente de determinação ajustado; *= Regressão linear múltipla significativa (p<0,05); TPT: taxa de produção e torque; Σ EMQF: somatório das espessuras musculares do quadríceps femoral.

De forma geral, homens apresentam maiores valores de CMJ, CIVM e 1RM expressos na forma absoluta (W, Nm⁻¹, Kg) em comparação aos demais grupos. Entretanto, quando estas variáveis foram normalizadas pela MMMI (W.kg^{-MMMI}, Nm.kg^{-MMMI}, kg.kg^{-MMMI}) não foram estabelecidas diferenças significativas na comparação entre homens e mulheres (p>0,05), porém as diferenças em relação a crianças e idosos permaneceram (figuras 1, 2 e 3).

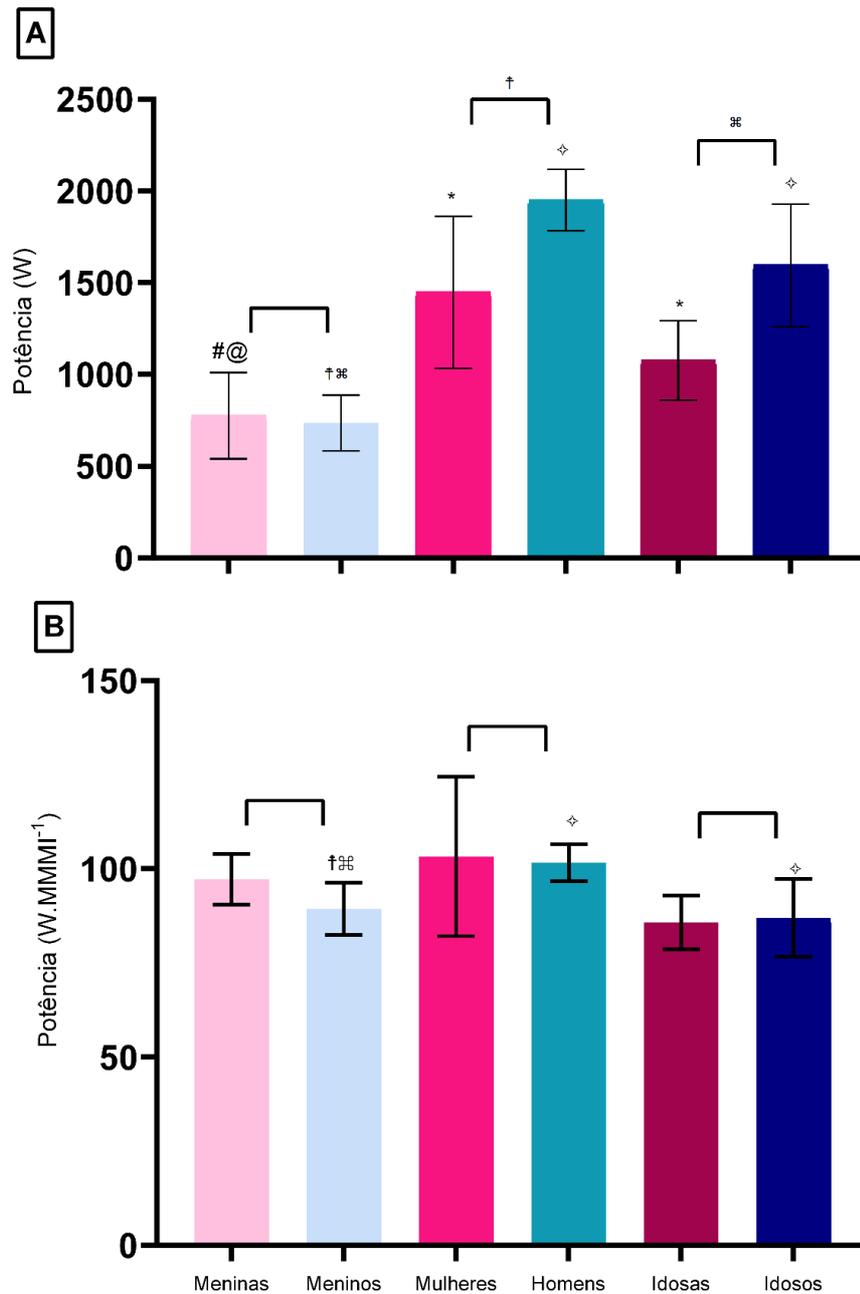


Figura 1: [A] Teste do salto contramovimento (CMJ) absoluto apresentado por grupo. [B] Teste do salto contramovimento (CMJ) relativo massa magra de membro inferior apresentado por grupo. Dados expressos em média, desvio-padrão. * indica diferença para meninas; † indica diferença para meninos; # representa diferença para mulheres; ‡ indica diferença para homens; @ indica diferença para idosas; § indica diferença para idosos. MMMI: massa magra de membro inferior.

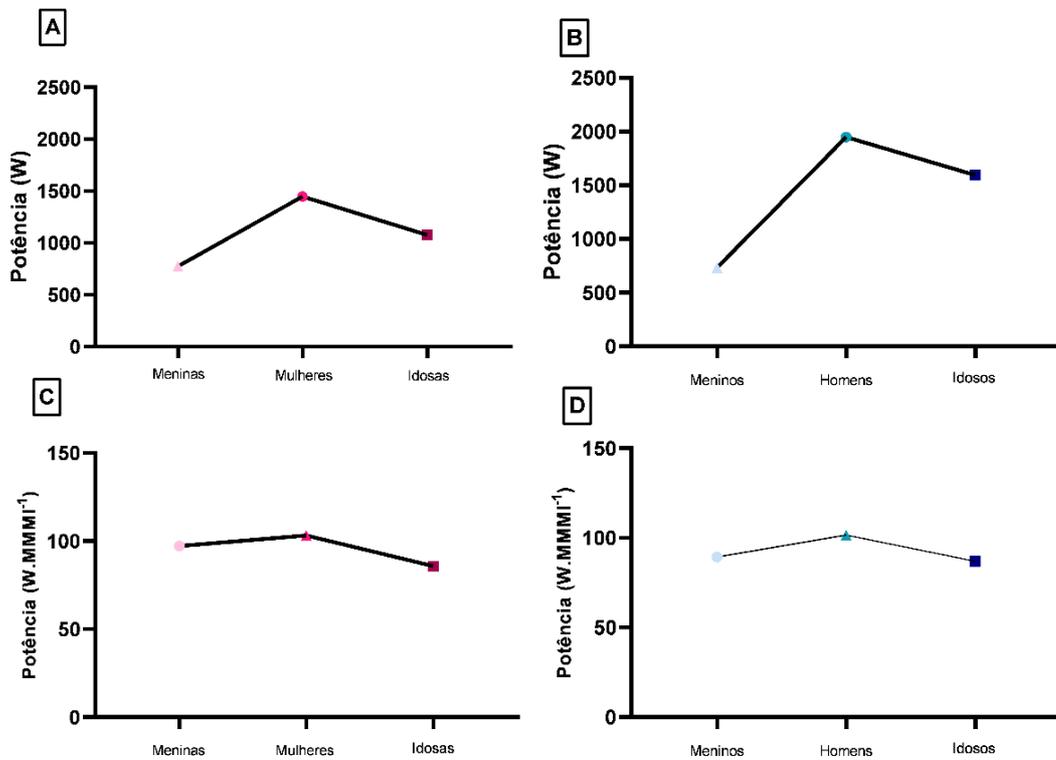


Figura 2: Curva de comportamento da potência no Teste do salto contra movimento (CMJ) em diferentes ciclos vitais [A] Feminina [B] Masculina. Curva de comportamento da potência no Teste do salto contra movimento (CMJ) relativo massa magra de membro inferior em diferentes ciclos vitais [C] Feminina [D] Masculina.

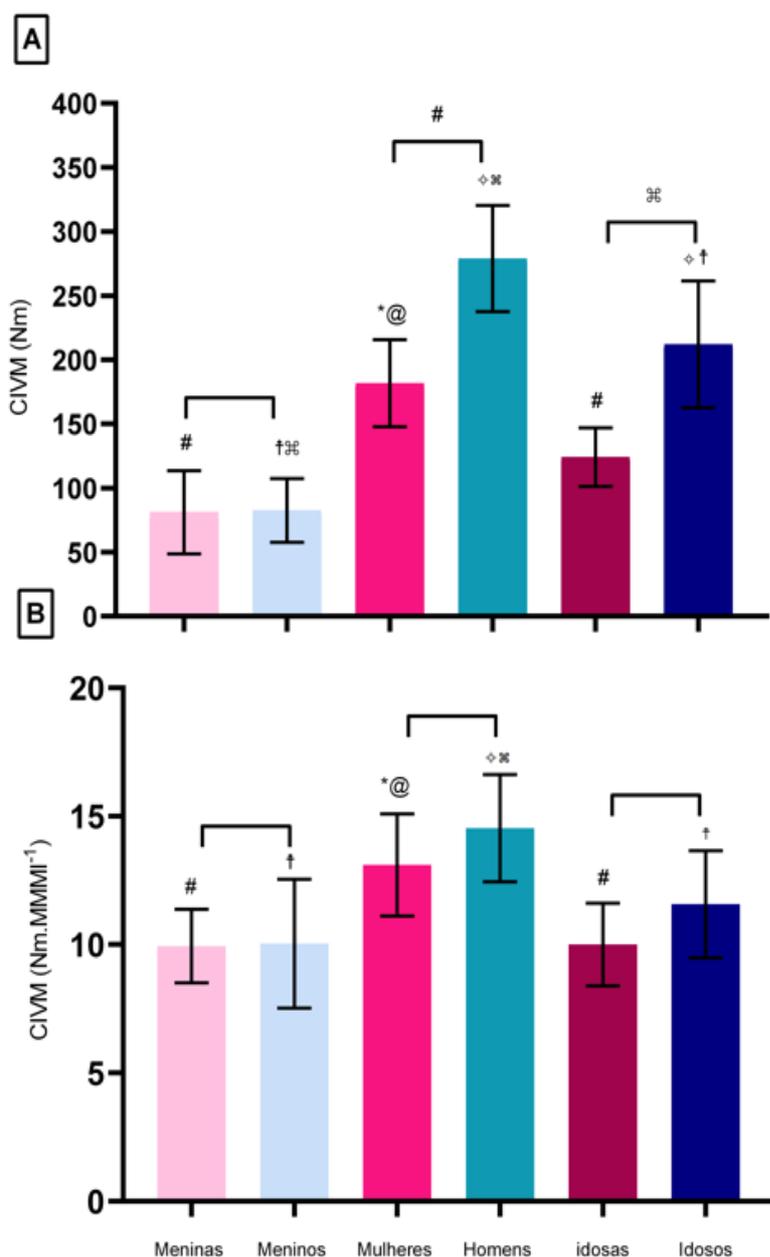


Figura 3: [A] Contração isométrica voluntária máxima (CIVM) absoluto apresentado por grupo. [B] Contração isométrica voluntária máxima (CIVM) relativo à massa magra de membro inferior apresentado por grupo. Dados expressos em média, desvio-padrão. * indica diferença para meninas; † indica diferença para meninos; # representa diferença para mulheres; † indica diferença para homens; @ indica diferença para idosas; ⌘ indica diferença para idosos. MMI: massa magra de membro inferior.

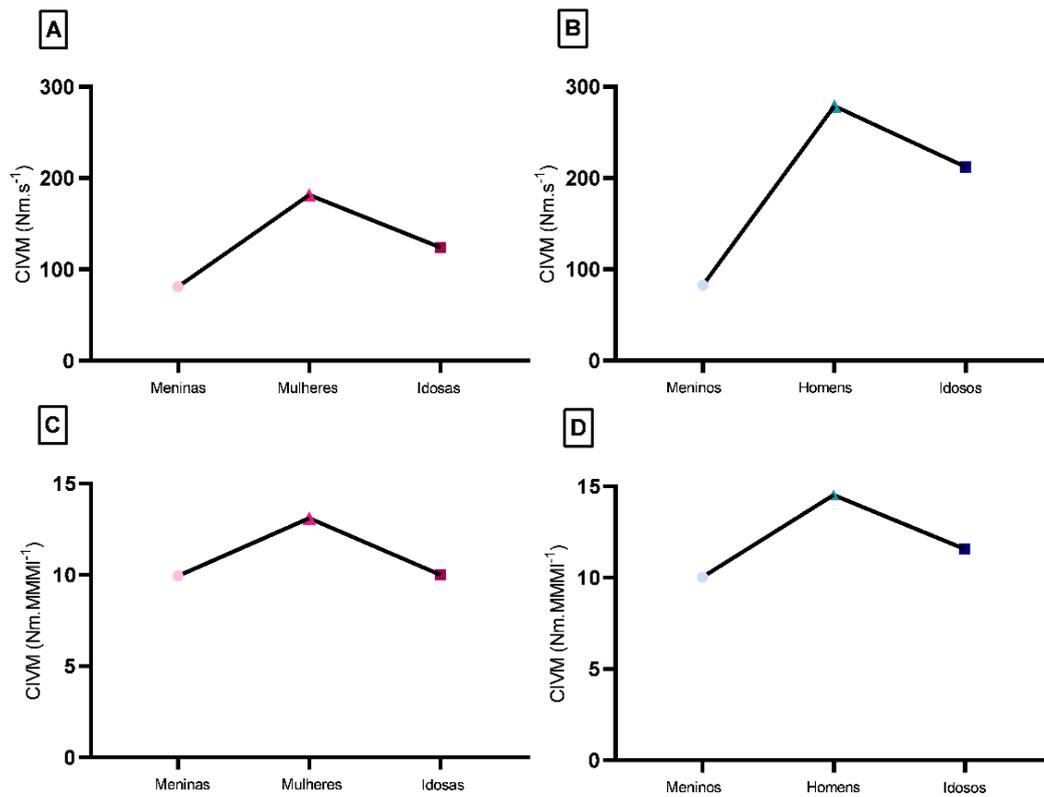


Figura 4: Curva de comportamento da Contração isométrica voluntaria máxima (CIWM) em diferentes ciclos vitais [A] Feminina [B] Masculina. Curva de comportamento da Contração isométrica voluntaria máxima (CIWM) relativo massa magra de membro inferior em diferentes ciclos vitais [C] Feminina [D] Masculina.

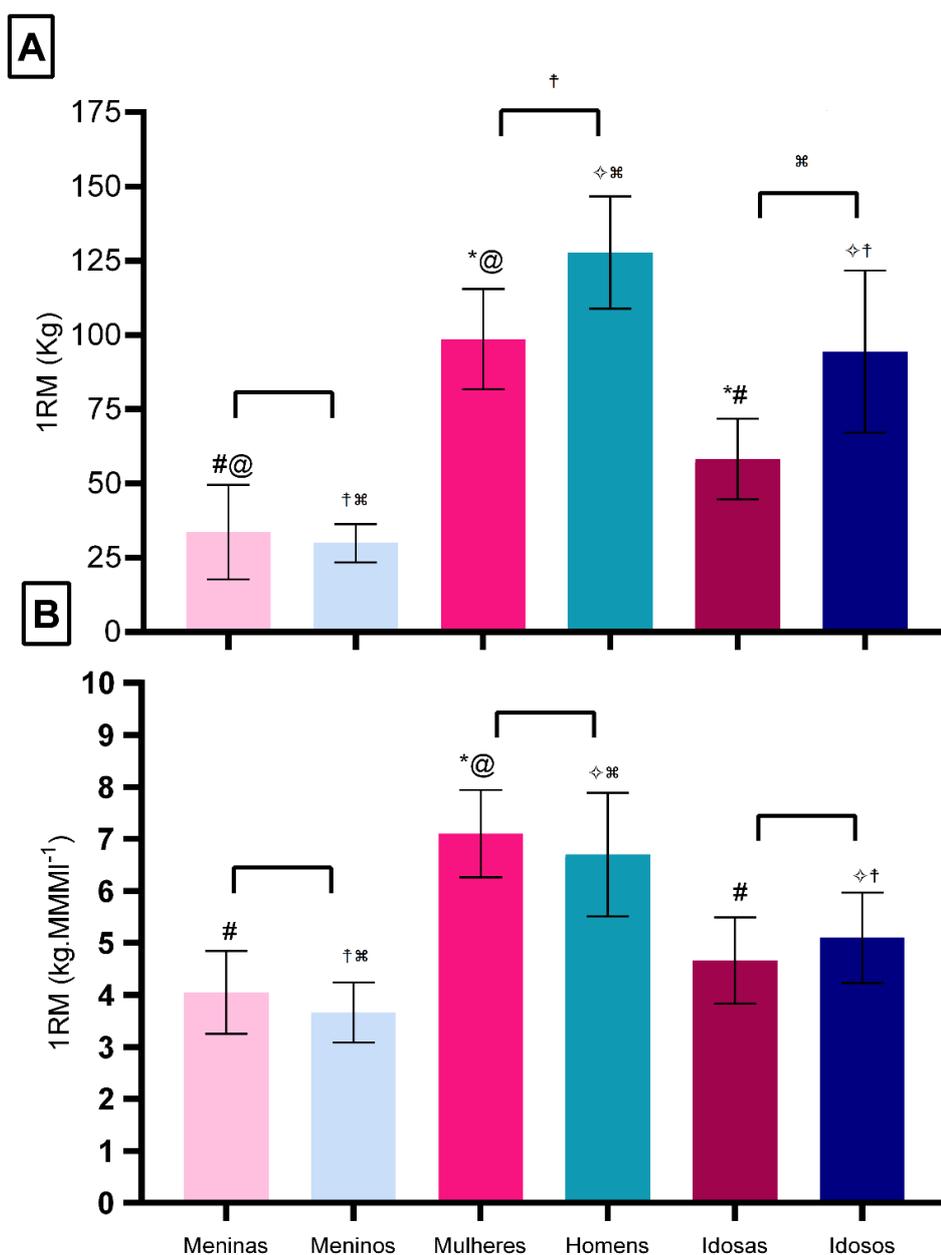


Figura 5: [A] Teste de 1Repetição Máxima (1RM) absoluto apresentado por grupo. [B] Teste de 1Repetição Máxima (1RM) relativo à massa magra de membro inferior apresentado por grupo. Dados expressos em média, desvio-padrão. * indica diferença para meninas; ⌘ indica diferença para meninos; # representa diferença para mulheres; † indica diferença para homens; @ indica diferença para idosas; ⌘ indica diferença para idosos. MI: massa magra de membro inferior.

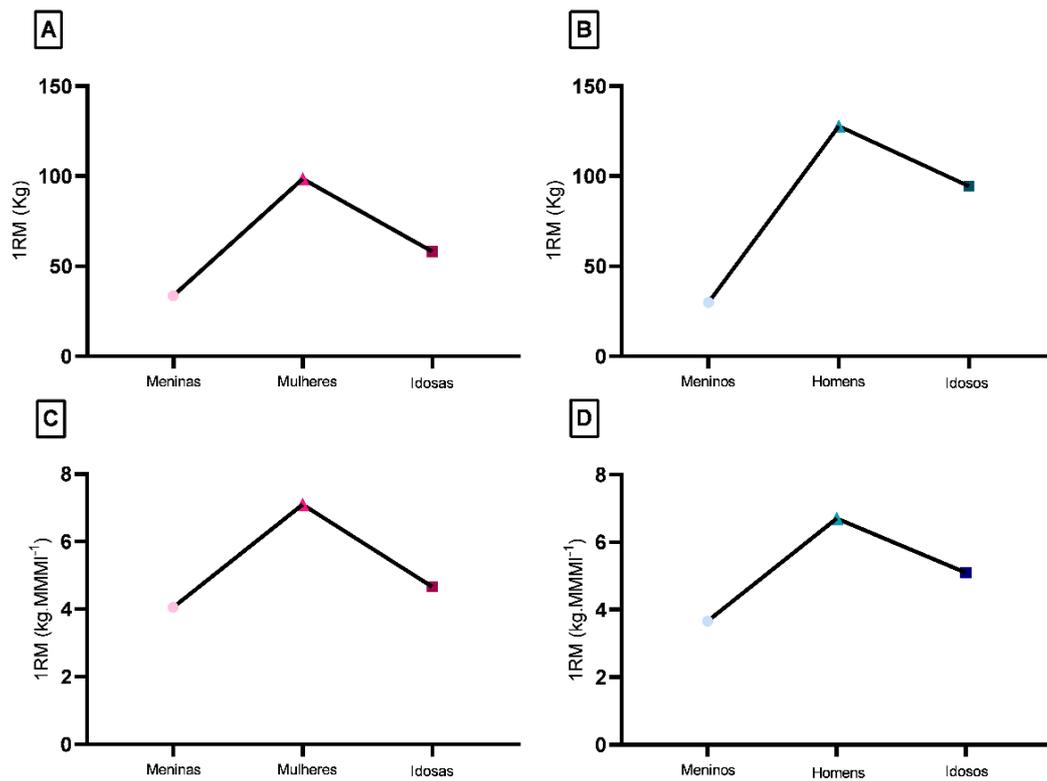


Figura 6: Curva de comportamento da força dinâmica no Teste de 1Repetição Máxima (1RM) em diferentes ciclos vitais [A] Feminina [B] Masculina. Curva de comportamento da da força dinâmica no Teste de 1Repetição Máxima (1RM) relativo massa magra de membro inferior em diferentes ciclos vitais [C] Feminina [D] Masculina.

7 DISCUSSÃO

Para nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que verifica o efeito do crescimento e do envelhecimento sobre diferentes formas de manifestação da força e da potência muscular em crianças, adultos e idosos de ambos os sexos levando em consideração fatores morfológicos, antropométricos e de arquitetura muscular.

As principais descobertas do presente estudo de forma geral foram: (1) homens apresentam significativamente maiores valores de força e potência muscular (CMJ, CIVM e 1RM) expressos na forma absoluta (W, Nm^{-1} , Kg), entretanto, quando esses valores foram normalizados por MMMI ($\text{W.kg}^{-\text{MMMI}}$, $\text{Nm.kg}^{-\text{MMMI}}$, $\text{Kg.kg}^{-\text{MMMI}}$) homens e mulheres não eram diferentes entre si e apresentavam valores significativamente maiores do que crianças e idosos; (2) não foram estabelecidas diferenças significativas para as diferentes formas de manifestação da força e potência muscular entre meninos e meninas; (3) homens e idosos apresentam significativamente maiores valores de TPT absoluta (Nm.ms^{-1}) em comparação aos demais grupos, contudo, quando esses valores foram normalizados por MMMI ($\text{Nm.MMMI}^{-1}.\text{ms}^{-1}$) o efeito do sexo foi removido para os adultos, onde homens e mulheres apresentaram significativamente maiores valores de TPT relativa do que crianças e idosos; (4) a massa magra, ΣEMQ , EI-QF e CMO são as principais variáveis explicativas da variância (29% e 95%) da força (CIVM e 1RM) e da potência muscular (CMJ); (5) a massa magra e ΣEMQ são as principais variáveis explicativas da TPT (11% - 72%) em suas diferentes formas de expressão; (6) AP, CF e EM não demonstraram ser variáveis explicativas da variância da força e da potência muscular em crianças, adultos e idosos de ambos os sexos; (7) após a normalização por MMMI não foi observado o efeito do sexo para as diferentes formas de manifestação da força e da potência muscular entre os grupos (meninos *vs.* meninas, homens *vs.* mulheres e idosos *vs.* idosas), demonstrando que a normalização apresenta um papel importante na compreensão do comportamento dessas variáveis ao longo do ciclo vital.

Embora seja evidente que crianças e idosos produzem menores níveis de força e potência muscular de forma absoluta (kg) em comparação a adultos jovens, ainda não está totalmente esclarecido qual o comportamento da força e da potência muscular durante o ciclo vital quando essas variáveis são normalizadas por variáveis dimensionais relacionadas ao crescimento, a maturação biológica e ao envelhecimento (BOUCHANT *et al.*, 2011; DE STE CROIX *et al.*, 2003; HERZOG *et al.*, 2011; TONSON *et al.*, 2008).

A maturação biológica é uma variável relevante na análise do desenvolvimento da força e potência muscular em crianças e adolescentes, pois durante esse período ocorre

um aumento exponencial da estatura, massa corporal, massa livre de gordura, área de secção transversa, VM, produção de testosterona, IGF-I, desenvolvimento do sistema nervoso (BOISSEAU & DELAMARCHE, 2000; DE STE CROIX *et al.*, 2003, VAN PRAAGH e DORE, 2002) e alterações na arquitetura muscular são esperadas (DEBERNARD *et al.*, 2011; KUBO *et al.*, 2001; MORSE *et al.*, 2008; O'BRIEN *et al.*, 2010). O conjunto dessas adaptações possibilita que durante a transição da infância para a idade adulta, os valores de força e potência muscular aumentem progressivamente em direção aos valores encontrados em adultos jovens. Por exemplo, o torque de extensores do joelho (Nm) aumenta progressivamente em aproximadamente 300% dos 8 aos 21 anos de idade em jovens esportistas (DE STE CROIX *et al.*, 2003; NEDELJKOVIC *et al.*, 2007; VAN PRAAGH e DORE, 2002), com aumento exponencial ocorrendo durante o processo maturacional (DE STE CROIX *et al.*, 2003; FORBES *et al.*, 2009; HOLM, STEEN, e OLSTAD, 2005).

A força muscular aumenta da infância a idade adulta e alcança seus valores máximos aproximadamente aos 30 anos de idade. Após esta idade já pode ser observado uma atrofia de fibras musculares devido ao processo de envelhecido. Tem sido reportado uma diminuição progressiva da força muscular de aproximadamente 10% dos 30 aos 50 anos de idade (LEXELL, TAYLOR e SJOSTROM, 1988). Adicionalmente, um declínio em torno de 15 % entre a sexta e a sétima décadas de vida tem sido observado e, após a sétima década uma perda de aproximadamente 30% da força muscular tem ocorrido a cada década adicional de vida (REBELATTO e MORELLI, 2004). Após os 80 anos de idade, ocorre uma atrofia mais pronunciada, de tal modo que o idoso sofre uma perda em torno de 50% da área de secção transversa muscular. Essa atrofia é notavelmente observada principalmente nas fibras musculares tipo II, com reduções de cerca de 26% ocorrendo entre os 20 e os 80 anos de idade (LEXELL *et al.*, 1988; PROCTOR *et al.*, 1995). Sowers *et al.* (2005) observaram uma relação entre o envelhecimento e perda de massa muscular, diminuição da força de membros inferiores e velocidade de marcha, além do aumento do tempo da fase de apoio duplo na deambulação. Segundo esse estudo, a perda de massa magra, apesar de estar relacionada ao desempenho funcional, parece estar mais fortemente ligada à força de membros inferiores.

Contudo, são raros os estudos que investigaram o comportamento de diferentes formas de manifestação da força e da potência muscular, devidamente normalizados durante a infância, a idade adulta e o envelhecimento, levando em considerações variáveis

explicativas (fatores morfológicos, antropométricos e de arquitetura muscular) em ambos os sexos.

Variáveis de arquitetura muscular geralmente são influenciadas pelo processo de crescimento, maturação biológica e envelhecimento. Espera-se que na transição da infância para a idade adulta ocorram aumentos nos valores de CF, AP, EM, AST e VM. Ao contrário, tem sido demonstrado que o processo de envelhecimento pode afetar negativamente as variáveis de arquitetura muscular (KUBO *et al.*, 2003; MORSE *et al.*, 2005). Kubo *et al.* (2003) investigaram o efeito do gênero e a idade cronológica sobre variáveis de arquitetura muscular como EM, AP, CF em quatro diferentes grupos (homens e mulheres com idade entre 20 a 39 anos e entre 60 a 85 anos). Os resultados demonstraram que existe uma diminuição significativa da EM do músculo vasto lateral com o envelhecimento e foi identificado efeito de gênero sobre o CF do músculo vasto lateral. No estudo de Morse *et al.* (2005), foi avaliado a arquitetura muscular do gastrocnêmio lateral em homens jovens ($25,3 \pm 4,4$ anos) comparados a homens idosos ($73,8 \pm 3,5$ anos), com o objetivo de verificar se a perda de força muscular com o envelhecimento poderia ser atribuída a uma diminuição na AST ou por diferenças na arquitetura e ativação muscular. Os autores concluíram que em homens idosos é provável que o declínio na força muscular específica pode ser explicado por alterações intrínsecas do músculo. Esses achados demonstram que a perda de força muscular com o envelhecimento pode ser explicada não somente por uma redução dos fatores neurais (ativação, coativação, recrutamento, taxa de disparo, sincronização, drive neural), mas também por uma diminuição na força muscular devido a fatores intrínsecos do músculo (arquitetura muscular).

Com relação ao AP, tem sido reportado que durante a idade adulta homens apresentam maiores valores em comparação a mulheres. No mesmo sentido, tem sido reportado que o AP é positivamente correlacionado com o processo de hipertrofia muscular e negativamente correlacionado com o processo de envelhecimento (KAWAKAMI *et al.*, 1993; KUBO *et al.*, 2003; MORSE *et al.*, 2005). Contudo, os resultados do presente estudo não suportam completamente essas afirmações, pois não foram observadas diferenças estatisticamente significativas para os valores de AP entre os grupos de crianças, adultos e idosos de ambos os sexos. Esses resultados estão de acordo com o estudo de O'brien *et al.* (2010), os quais não estabeleceram diferenças significativas para AP na comparação entre crianças e adultos jovens de ambos os sexos. Com relação ao $\sum EMQF$, somente crianças (meninos e meninas) e idosas apresentaram

valores significativamente menores em comparação aos homens. O CF somente apresentou diferenças significativas em favor dos homens em comparação as crianças (meninos e meninas). A EI-QF apresentou diferenças significativas na comparação entre meninos, homens e idosas.

A população do estudo foi classificada como ativa pelo IPAQ, por essa razão, os resultados podem ser justificados pela prática regular de atividades físicas pelos participantes, neste sentido, segundo alguns pesquisadores, não se pode precisar se as alterações na arquitetura muscular ocorrem devido ao envelhecimento ou em função da redução dos níveis de atividade física apresentada pelos idosos. Morse *et al.* (2004) demonstraram que septuagenários são pelo menos 20% mais sedentários e apresentam um menor volume e torque muscular nos flexores plantares que sujeitos com idades entre 20 e 29 anos. No mesmo sentido, diversas evidências têm demonstrado a efetividade do treinamento de força na melhora de parâmetros estruturais e funcionais do músculo esquelético em idosos. Esses indícios reforçam a ideia de que a estimulação do músculo esquelético durante o envelhecimento representa uma importante abordagem não-farmacológica na prevenção da sarcopenia (NARICI *et al.*, 2005; REEVES *et al.*, 2004).

Na tentativa de compreender o comportamento da força e da potência muscular ao longo do ciclo vital, foram inseridas diversas variáveis potencialmente explicativas desse comportamento no modelo de regressão linear múltipla (ver tabelas 6 e 7). Com relação a potência muscular mensurada através do CMJ, o \sum EMQF e a massa magra foram responsáveis por 95% da variância do CMJ absoluto. O CMJ relativo a MC foi explicado em 65% pela MMMI e \sum EMQ. Quando os valores de CMJ foram normalizados pela MMMI, a massa corporal e \sum EMQ conjuntamente explicam 60% da variância. A variância da CIVM absoluta e CIVM relativa à massa corporal pode ser explicada em 83% e 29% pelas variáveis CMO e EI-QF, respectivamente. Quando a CIVM foi normalizada por MMMI, \sum EMQ, CMO, MC e estatura conjuntamente apresentaram poder de explicação de 42%. No estudo de Strasser *et al.* (2013), os autores constataram que o \sum EMQF foi positivamente associado com a capacidade de produção de força da população jovem e idosa. Além disso, as medidas de EM apresentaram altas correlações com a CIVM de quadríceps. Fukumoto *et al.* (2012) avaliaram a EI em idosos com o objetivo de investigar se a qualidade muscular (QM) estava associada à força muscular, independentemente da EM. Uma correlação negativa ($r = -0,33$) foi observada entre EM e EI do quadríceps. Esses dados sugerem que a EM e a QM avaliada a partir da EI contribuem independentemente para a força muscular em pessoas de meia idade e idosos.

Watanabe *et al.* (2013) estabeleceram correlação significativa entre EM e CIVM ($r = 0.411$) e entre EI-QF e CIVM ($r = -0.333$) em idosos. Sandri (2013) identificou uma associação mais consistente entre testes funcionais e EI-QF do que com a EM, sugerindo que em indivíduos idosos ativos a QM e massa muscular estão relacionadas.

O CMO, \sum EMQ, massa corporal e estatura em conjunto foram as variáveis explicativas para a variância do 1RM absoluto, correspondendo a 85%. Para os valores de 1RM relativo a MC, o CMO e EI-QF foram consideradas as variáveis explicativas, correspondendo a 37%, enquanto que, o 1RM relativo a MMMI, a estatura foi a principal variável explicativa da variabilidade da força muscular, correspondendo a 35%.

A TPT expressa em valores absolutos ($\text{Nm}\cdot\text{ms}^{-1}$), nos intervalos de 0 a 50, 0 a 100, 0 a 250 e 100 a 200 ms, homens e idosos apresentam significativamente maiores valores em comparação aos demais grupos. Quando esses valores foram normalizados por MMMI ($\text{Nm}\cdot\text{MMMI}^{-1}\cdot\text{ms}^{-1}$) o efeito do sexo foi removido para os adultos, onde homens e mulheres apresentaram significativamente maiores valores de TPT relativa do que crianças e idosos. Em conjunto a massa magra, a massa corporal, a estatura e o \sum EMQ explicavam de 12% a 72% da variância da TPT, absoluta e relativa a MMMI, respectivamente.

A TPT tem sido considerada um importante parâmetro de desempenho neuromuscular, sendo essa influenciada por diferentes fatores como as propriedades intrínsecas e extrínsecas do músculo, a distribuição dos diferentes tipos de fibras musculares e fatores neurais. Diversos estudos têm mensurado a TPT no intuito de melhor compreender as alterações na capacidade de produção de força muscular durante os processos de crescimento, maturação biológica (WAUGH *et al.*, 2012) e envelhecimento (IZQUIERDO *et al.*, 1999, BARRY, RIEK e CARSON, 2005).

A capacidade neuromuscular é importante no contexto da produção de força e potência muscular em crianças (GROSSET *et al.*, 2008; REEVES, *et al.* 2003), e a menor TPT encontrada em crianças tem sido associada a uma menor taxa de ativação muscular (FALK, *et al.* 2009). A produção força muscular rapidamente pode ser um pré-requisito para resultados de movimento bem-sucedidos, pois um atraso na transferência de forças geradas rapidamente pode afetar negativamente o equilíbrio e a estabilidade (GRANACHER, *et al.* 2011), os tempos de reação do movimento (GROSSET *et al.*, 2009) e o desempenho do movimento mais complexo (MCLELLAN, *et al.* 2011). A potência muscular sofre diversas alterações durante o processo de crescimento e maturação biológica (VIITASALO, 1982). Evidências relatam aumentos lineares no

desenvolvimento da potência muscular até a puberdade (MALINA; BOUCHARD; BAROR, 2004), por conseguinte, quando o jovem entra nessa fase de mudanças no desempenho da força e potência muscular, há a partir daí uma marcada aceleração no seu desenvolvimento (MALINA et al., 2005; OZMUN; MIKESKY SURBURG, 1994). Essas modificações apresentam uma grande variabilidade individual e são influenciadas por múltiplos fatores (hormonais, neuromusculares, nutricionais) relacionados com o nível de atividade física e treinamento. Korff *et al.* (2009) consideraram a possibilidade de que, não somente mudanças em fatores neuromusculares, como também alterações e adaptações na composição corporal e nas propriedades mecânicas do sistema musculoesquelético podem influenciar na produção de movimento durante o desenvolvimento infantil. Sendo assim, tendo em vista as questões maturacionais e adaptativas do sistema musculoesquelético, a contribuição relativa dos aspectos neuromusculares para a TPT podem diferir dependendo da faixa etária avaliada (KUBO *et al.*, 2014).

No estudo de Waugh *et al.* (2013), foi observado diferentes estratégias neuromusculares para a produção de potência muscular durante a flexão plantar em crianças e adultos. Nos adultos, os instantes iniciais da TPT sofreram maior interferência da rigidez do tendão do que da taxa de ativação muscular, enquanto que, em crianças a taxa de ativação demonstrou ser mais importante do que a rigidez do tendão para os instantes iniciais da TPT. Os autores concluíram que as diferenças observadas na rigidez do tendão e na taxa de ativação muscular estabelecidas entre crianças e adultos explicam parcialmente o comportamento da força e da potência muscular. Tal fato pode ser devido às diferentes características mecânicas dos tendões de crianças e adultos que contribuem para uma complexa interação do sistema nervoso central e unidade músculo-tendínea para produzir o movimento (MAGNUSSON *et al.*, 2008). No início das contrações realizadas com ênfase na velocidade, os músculos com tendões mais complacentes necessitariam de maior ativação muscular para contrair os componentes ativos dos músculos, ao contrário, músculos com tendões mais rígidos são capazes de transmitir força rápida com maior eficiência (MAGNUSSON *et al.*, 2008). Em idosos, os efeitos da coordenação intermuscular sobre a TPT parecem ser diferentes em comparação a adultos. A coativação dos músculos antagonistas nos instantes iniciais da contração muscular parece não interferir na TPT nos adultos jovens (SAHALY *et al.*, 2003). No entanto, em idosos foi observada uma maior ativação dos músculos antagonistas na fase de início da contração

muscular e menores valores de pico de torque e maior tempo para a ocorrência da pico torque em comparação a adultos jovens tem sido reportada.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em resumo os principais achados do estudo homens apresentam significativamente maiores valores de força e potência muscular expressos na forma absoluta, entretanto, quando esses valores foram normalizados por homens e mulheres não eram diferentes entre si e apresentavam valores significativamente maiores do que crianças e idosos.

Entre meninos e meninas não foram estabelecidas diferenças significativas para as diferentes formas de manifestação da força e potência.

Os homens e os idosos apresentam significativamente maiores valores de TPT absoluta em comparação aos demais grupos, contudo, quando esses valores foram normalizados o efeito do sexo foi removido para os adultos, onde homens e mulheres apresentaram significativamente maiores valores de TPT relativa do que crianças e idosos.

A massa magra, Σ EMQ, EI-QF e CMO são as principais variáveis explicativas da variância (29% e 95%) da força (CIVM e 1RM) e da potência muscular (CMJ). A massa magra e Σ EMQ são as principais variáveis explicativas da TPT (11% - 72%) em suas diferentes formas de expressão. O AP, o CF e a EM não demonstraram ser variáveis explicativas da variância da força e da potência muscular em crianças, adultos e idosos de ambos os sexos.

Por fim, após a normalização por MMMI não foi observado o efeito do sexo para as diferentes formas de manifestação da força e da potência muscular entre os grupos (meninos vs. meninas, homens vs. mulheres e idosos vs. idosas), demonstrando que a normalização apresenta um papel importante na compreensão do comportamento dessas variáveis ao longo do ciclo vital.

9 PERSPECTIVAS FUTURAS

A partir que os objetivos inicialmente propostos foram alcançados, é possível trazer perspectivas para a temática e novas pesquisas, conforme considerações a seguir.

Em um primeiro momento, devido a relevância da temática para o ambiente acadêmico, considerando que são raras as pesquisas que investigaram o comportamento da força e da potência muscular, devidamente normalizados, da infância para a idade

adulta, até o envelhecimento. Ressalta-se a importância da compreensão das variáveis envolvidas da infância à velhice. Pesquisas com esse foco auxiliarão no entendimento claro dessas estruturas para uma correta compreensão dos fenômenos do movimento, maturação e envelhecimento humano. Futuros estudos podem incluir mais faixas etárias em suas pesquisas, bem como, intervenções com programas de treinamento físico, com o intuito de avaliar o efeito do treino em diferentes estágios maturacionais.

Ainda, revela-se importante a continuação da discussão para que a academia traga contribuições para a sociedade, considerando que a produção de força muscular é uma das propriedades mecânicas essenciais para a realização dos movimentos e está relacionada à maioria das tarefas da vida diária, à manutenção da postura, em atividades laborais e recreacionais e no desempenho esportivo, destacando-se como um parâmetro sensível para detectar mudanças agudas e crônicas na função neuromuscular e potencialmente governado por diferentes mecanismos fisiológicos.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAGAARD, P., ANDERSEN, J. L., DYHRE-POULSEN, P., LEFFERS, A. M., WAGNER, A., MAGNUSSON, S. P., ... & SIMONSEN, E. B. A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. **The journal of physiology**, 534(2), 613-623; 2001.

AAGAARD, P., SIMONSEN, E. B., ANDERSEN, J. L., MAGNUSSON, P., & DYHRE-POULSEN, P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of applied physiology**, 93(4), 1318-1326; 2002.

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

AAGAARD, PER. Training-induced changes in neural function. **Exercise and sport sciences reviews** 31.2 61-67; 2003.

ABE, T.; KUMAGAI, K.; BRECHUE, W.F. Fascicle length of leg muscles is greater in sprinters than distance runners. **Med Sci Sports Exerc**.32(6): p. 1125-9, 2000.

ADAMO, M.L.; FARRAR, R.P. Resistance training and IGF involvement in the maintenance of muscle mass during the aging process. **Ageing Research Reviews**, v. 5, p. 310-31, Aug. 2006.

ADES, P.A.; BALLOR D.L.; ASHIKAGA, T.; UTTON, J.L.; NAIR K.S. Weight training improves walking endurance in healthy elderly persons. **Ann Int Med** 124: 568-72, 1996.

AKIMA, H.; KUNO, S.; FUKUNAGA, T.; KATSUTA, S. Architectural properties and specific tension of human knee extensor and flexor muscles based on magnetic resonance imaging. **Jpn J Phys Fitness Med**. (44): p. 267- 278, 1995.

ALEGRE, L.M. et al. Effects of dynamic resistance training on fascicle length and isometric strength. **J Sports Sci**, 24(5): p. 501-8, 2006.

ANDERSEN, L. L., HOLTERMANN, A., JØRGENSEN, M. B., & SJØGAARD, G. Rapid muscle activation and force capacity in conditions of chronic musculoskeletal pain. **Clinical Biomechanics**, 23(10), 1237-1242; 2008.

ANDERSEN, LARS L., AND PER AAGAARD. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. **European journal of applied physiology** 96.1 (2006): 46-52.

ARROYO, E., STOUT, J. R., BEYER, K. S., CHURCH, D. D., VARANOSKE, A. N., FUKUDA, D. H., & HOFFMAN, J. R. Effects of supine rest duration on ultrasound measures of the vastus lateralis. **Clinical physiology and functional imaging**, 38(1), 155-157; 2018.

ARTS, I. M., PILLEN, S., SCHELHAAS, H. J., OVEREEM, S., & ZWARTS, M. J. Normal values for quantitative muscle ultrasonography in adults. **Muscle & Nerve**:

Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine, 41(1), 32-41; 2010.

Avlund, K., Schroll, M., Davidsen, M., Løvborg, B., & Rantanen, T. Maximal isometric muscle strength and functional ability in daily activities among 75-year-old men and women. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, 4(1), 32-40; 1994.

BADILLO, J.J.G.; AYESTARÁM, E.G. Fundamentos do treinamento de força: aplicação ao alto rendimento desportivo. Porto Alegre: **Artrned**, 284p., ISBN 85-7307-794-8; 2001.

BAECHLE, T. R.; EARLE, R. W. Essentials of strength training and conditioning. **Champaign: Human Kinetics**, 2000.

BÁRÁNY, Michael. ATPase activity of myosin correlated with speed of muscle shortening., v. 50, n. 6, p. 197-218, 1967.

BARONI, B.M.; GEREMIA, J.M.; RODRIGUES, R.; De Azevedo, Franke R.; KARAMANIDIS, K.; VAZ, M.A. Muscle architecture adaptations to knee extensor eccentric training: rectus femoris vs. vastus lateralis. **Muscle Nerve**. 48(4): p. 498-506, 2013.

BARRY, Benjamin; CARSON, Richard. The Consequences of Resistance Training for Movement Control in Older Adults. **Journal of Gerontology: Medical Sciences**, v. 59, n. 7, p. 730–754, 2004.

BERNE, R.M.; LEVY, M.N. Fisiologia. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.
BHASIN S. Testosterone supplementation for aging-associated sarcopenia. **J Gerontol** 58:1002-8, 2003.

BLAZEVICH, A. J., CANNAVAN, D., COLEMAN, D. R., & HORNE, S. Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles. **Journal of Applied Physiology**, 103(5), 1565-1575; 2007a.

BLAZEVICH, A. J., GILL, N. D., BRONKS, R., & NEWTON, R. U. Training-specific muscle architecture adaptation after 5-wk training in athletes. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 35(12), 2013-2022; 2003.

BLAZEVICH, A. J., GILL, N. D., DEANS, N., & ZHOU, S. Lack of human muscle architectural adaptation after short-term strength training. **Muscle & nerve**, 35(1), 78-86; 2007b.

BLAZEVICH, A. J., HORNE, S., CANNAVAN, D., COLEMAN, D. R., & AAGAARD, P. Effect of contraction mode of slow-speed resistance training on the maximum rate of force development in the human quadriceps. **Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine**, 38(3), 1133-1046; 2008.

BLAZEVICH, A. J.; GILL, N. D.; ZHOU, S. Intra and intermuscular variation in human quadriceps femoris architecture assessed in vivo. **Journal of Anatomy**, v. 209, n. 3, p. 289- 310, 2006.

- BLAZEVIČH, A.J. Effects of physical training and detraining, immobilisation, growth and aging on human fascicle geometry. **Sports Med.** 36(12): p. 1003-17, 2006.
- BLIMKIE, C.J.R. Resistance during training pre-and early puberty: efficacy, trainability, mechanism, and persistence. **Canadian Journal Sport Science**, v. 17, p. 264- 279, 1992.
- BOJSEN-MØLLER, J., MAGNUSSON, S. P., RASMUSSEN, L. R., KJAER, M., & AAGAARD, P. Muscle performance during maximal isometric and dynamic contractions is influenced by the stiffness of the tendinous structures. **Journal of Applied Physiology**, 99(3), 986-994; 2005.
- BOSCO, C. "la valoración de la fuerza con el test de Bosco". **Colección Deporte y Entrenamiento**. Ed. Paidotribo. Barcelona; 1994.
- BOSCO, C. Y KOMI, P. "Potenciación del comportamiento mecánico del músculo esquelético humano con estiramientos previos". **Acta Physiologica Scandinavica**, 106, 467 – 472; 1979.
- BOSCO, CARMELO "Consideraciones fisiológicas sobre la fuerza, la potencia de explosión y los ejercicios de saltos pliométricos". **Revista Eurovolley**, N° 1, y 2; 1982.
- BOSCO, CARMELO "Consideraciones fisiológicas sobre los ejercicios de saltos verticales después de realizar caídas desde diferentes alturas". **Volleybal Technical Journal**, 6, 53 – 58; 1982.
- BOSCO, CARMELO, VIITASALO, J. T., KOMI, P. V. et al. Combined effect of Elastic and Myoelectrical Potentiation During Stretch-Shortening Cycle Exercise. **Acta Physiologica Scandinavia**. v. 11p. 557-565, 1982.
- BOSCO, T. La fuerza Muscular. Aspectos metodológicos. **Editorial Inde**. 2000.
- BOTTINELLI, R., PELLEGRINO, M. A., CANEPARI, M., ROSSI, R., & REGGIANI, C. Specific contributions of various muscle fibre types to human muscle performance: an in vitro study. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, 9(2), 87-95, 1999.
- BRENNER, I., SHEK, P. N., ZAMECNIK, J., & SHEPHARD, R. J. Stress hormones and the immunological responses to heat and exercise. **International journal of sports medicine**, 19(02), 130-143; 1998.
- BRILL, P. A., MACERA, C. A., DAVIS, D. R., BLAIR, S. N., & GORDON, N. E. I. L. Muscular strength and physical function. **Medicine and science in sports and exercise** 32(2), 412-416, 2000.
- BRITO FONTANA H; HERZOG W. Vastus lateralis maximum force-generating potential occurs at optimal fascicle length regardless of activation level. **Eur J Appl Physiol**. 2016.
- BROWN, LEE; WEIR, JOSEPH. Asep procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. **Journal of Exercise Physiology online**, v. 4, n. 3, p. 1-21, 2001.

BUCHANAN, P.A.; VARDAXIS, V.G. Lower-extremity strength profiles and gender-based classification of basketball players ages 9-22 years. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 23, 406-419, 2009.

BUCHANAN, T. S. Evidence that maximum muscle stress is not a constant: differences in specific tension in elbow flexors and extensors. **Medical Engineering and Physics**, v. 17, p. 529-536, 1995.

CADORE, E. L., IZQUIERDO, M., CONCEIÇÃO, M., RADAELLI, R., PINTO, R. S., BARONI, B. M., ... & BOTTARO, M. Echo intensity is associated with skeletal muscle power and cardiovascular performance in elderly men. **Experimental Gerontology**, 47(6), 473-478; 2012.

CAMPBELL, W. W., CRIM, M. C., YOUNG, V. R., JOSEPH, L. J., & EVANS, W. J. Effects of resistance training and dietary protein intake on protein metabolism in older adults. **American Journal of Phys**; 1995.

CAMPBELL, W.W., CRIM, M.C., YOUNG, V.R., & EVANS, W.J. Aumento das necessidades de energia e alterações na composição corporal com treinamento de resistência em adultos mais velhos. **O jornal americano de nutrição clínica**, 60 (2), 167-175. 1994.

CASEROTTI, P., AAGAARD, P., SIMONSEN, E. B., & PUGGAARD, L. Contraction-specific differences in maximal muscle power during stretch-shortening cycle movements in elderly males and females. **European Journal of Applied Physiology**, 84(3), 206-212; 2001.

CHONG, K. H., POH, B. K., JAMIL, N. A., KAMARUDDIN, N. A., & DEURENBERG, P. Radial quantitative ultrasound and dual energy x-ray absorptiometry: intermethod agreement for bone status assessment in children. **BioMed research international**, 2015.

CINTRA, I.P.; COSTA, R.F.; FISBERG, M. Composição corporal na infância e adolescência. In: Fisberg M, editor. Atualização em obesidade na infância e adolescência. São Paulo: **Atheneu**; 2004.

CLARK B.C., MANINI T.M. Functional consequences of sarcopenia and dynapenia in the elderly. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care** 13(3):271-6, 2010.

CLARKSON, P.M.; TREMBLAY, I. Exercise-induced muscle damage, repair, and adaptation in humans. **J Appl Physiol**, 1985.

CORRÊA, C. S., CADORE, E. L., KRUEL, L. F. M., & PINTO, R. S. Reprodutibilidade do teste de 1-RM em homens idosos saudáveis. **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**, 8; 2011.

CORREA, C. S., MORAES, K. C. D. M., LACERDA, F. C., RADAELLI, R., GAYA, A. R., & PINTO, R. S. Avaliação funcional em idosos: uma proposta metodológica. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**. Florianópolis, SC. Vol. 15, n. 6p. 745-753; 2013.

CROIX, M. B. D. S., DEIGHAN, M. A., & ARMSTRONG, N. Assessment and interpretation of isokinetic muscle strength during growth and maturation. **Sports medicine**, 33(10), 727-743, 2003.

DA SILVA, L. X. N., TEODORO, J. L., MENGER, E., LOPEZ, P., GRAZIOLI, R., FARINHA, J., ... & CADORE, E. L. Repetitions to failure versus not to failure during concurrent training in healthy elderly men: A randomized clinical trial. **Experimental gerontology**, 108, 18-27; 2018.

DANNESKIOLD-SAMSOE, B; BARTELS, E.M.; BULOW, P.M.; et al. Isokinetic and isometric muscle strength in a healthy population with special reference to age and gender. **Acta Physiol (Oxf)**, 197(Suppl 673):1-68, 2009.

DE RUITER, C. J., HUTTER, V., ICKE, C., GROEN, B., GEMMINK, A., SMILDE, H., & DE HAAN, A. The effects of imagery training on fast isometric knee extensor torque development. **Journal of sports sciences**, 30(2), 166-174; 2012.

DE RUITER, C. J., KOOISTRA, R. D., PAALMAN, M. I., & DE HAAN, A. Initial phase of maximal voluntary and electrically stimulated knee extension torque development at different knee angles. **Journal of Applied Physiology**, 97(5), 1693-1701; 2004.

DEBERNARD, L., ROBERT, L., CHARLEUX, F., & BENSAMOUN, S. F. Characterization of muscle architecture in children and adults using magnetic resonance elastography and ultrasound techniques. **Journal of biomechanics**, 44(3), 397-401, 2011.

DEELEN, J., EVANS, D. S., ARKING, D. E., TESI, N., NYGAARD, M., LIU, X., ... & WARE, E. B. A meta-analysis of genome-wide association studies identifies multiple longevity genes. **Nature communications**, 10(1), 1-14; 2019.

DEL BALSIO, CHRISTOPHER, AND ENZO CAFARELLI. "Adaptations in the activation of human skeletal muscle induced by short-term isometric resistance training." **Journal of Applied Physiology** 103.1 402-411; 2007.

DELMONICO M.J., HARRIS T.B.V., MARJOLEIN P.S., WON CONROY M., B VELASQUEZ-MIEYER, PEDRO BOUDREAU, ROBERT MANINI, TODD M NEVITT MICHAEL, NEWMAN ANNE B, GOODPASTER BRET H. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. **The American journal of clinical nutrition**, 90(6), 1579-1585. 2009.

DELMONICO, T.M.; CLARK, B.C. Dynapenia and aging: an update. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, 67(1):28-40, 2012.

DESMEDT, JOHN E., AND EMILE GODAUX. Ballistic contractions in fast or slow human muscles; discharge patterns of single motor units. **The Journal of Physiology** 285.1 185-196; 1978.

DEUSCHLE, M., BLUM, W. F., FRYSTYK, J., ØRSKOV, H., SCHWEIGER, U., WEBER, B., ... & HEUSER, I. Endurance training and its effect upon the activity of the GH-IGFs system in the elderly. **International journal of sports medicine**, 19(04), 250-254; 1998.

DOHERTY, T.J.; VANDERVOORT, A.A.; BROWN, W.F. Effects of ageing on the motor unit: a brief review. **Can J Appl Physiol** 18: 331-358, 1993.

DRACHMAN DB, JOHNSTON DM. Development of a mammalian fastmuscle: dynamic and biochemical properties correlated. **J. Physiol.**;234:29-42;1973.

DUCHATEAU, J., SEMMLER, J. G., & ENOKA, R. M. Training adaptations in the behavior of human motor units. **Journal of applied physiology**, 101(6), 1766-1775; 2006.

DVIR, Z. Isocinética: Avaliações Musculares, Interpretações e Aplicações Clínica, 1a Edição, **Manole**: São Paulo, 2002.

ENOKA, R. M., CHRISTOU, E. A., HUNTER, S. K., KORNTZ, K. W., SEMMLER, J. G., TAYLOR, A. M., & TRACY, B. L. Mechanisms that contribute to differences in motor performance between young and old adults. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, 13(1), 1-12; 2003.

ERSKINE, R. M., JONES, D. A., MAGANARIS, C. N., & DEGENS, H. In vivo specific tension of the human quadriceps femoris muscle. **European journal of applied physiology**, 106(6), 827; 2009.

ERSKINE, R.M. et al. In vivo specific tension of the human quadriceps femoris muscle. **Eur J Appl Physiol**. 106(6): p. 827-38, 2009.

EVANS, W. J. What is sarcopenia? The Journals of Gerontology Series A: **Biological Sciences and Medical Sciences**, 50(Special_Issue), 5-8; 1995.

FAIGENBAUM AD, MILIKEN LA, WESTCOTT WL. Maximal strength test in healthy children. **J Strength Cond Res** 17:162-6; 2003.

Faigenbaum, A. D., Westcott, W. L., Micheli, L. J., Outerbridge, A. R., Long, C. J., LaRosa-Loud, R., & Zaichkowsky, L. D. The effects of strength training and detraining on children. **Journal of strength and Conditioning Research**, 10, 109-114;1996.

FALK B, USSELMAN C, DOTAN R, ET AL. Child-adult differences in muscle strength and activation pattern during isometric elbow flexion and extension. **Appl Physiol Nutr Metab.**;34(4):609-15; 2009.

FARINA, D. et al. Surface EMG crosstalk between knee extensor muscles: experimental and model results. **Muscle Nerve**, New York, v. 26, p. 681-695, 2002.

FENN, W.O.; MARSH, B.S. Muscular force at different speeds of shortening. **J Physiol**. 85(3): p. 277-97, 1935.

FERNÁNDEZ-PASTOR, V.J. Niveles de glucosa, glucagón y hormona Del crecimiento plasmáticos en sujetos sedentarios y entrenados en respuesta a ejercicio máximo. **Archivos de Medicina del Deporte**, Pamplona, v.9, n.36, p.355- 60, 1992.

FERNHOLM, R., BRAMNERT, M., HÄGG, E., HILDING, A., BAYLINK, D. J., MOHAN, S., & THORÉN, M. Growth hormone replacement therapy improves body composition and increases bone metabolism in elderly patients with pituitary

disease. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, 85(11), 4104-4112; 2000.

FIATARONE, M. A., O'NEILL, E. F., RYAN, N. D., CLEMENTS, K. M., SOLARES, G. R., NELSON, M. E., ... & EVANS, W. J. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. **New England Journal of Medicine**, 330(25), 1769-1775; 1994.

FIDELIS, L.T.; PATRIZZI, L.J.; WALSH, I.A.P. Influência da prática de exercícios físicos sobre a flexibilidade, força muscular manual e mobilidade funcional em idosos. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 16, n. 1, p. 109-116, 2013.

FINNI, T. Structural and functional features of human muscle–tendon unit. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Oxford, v.16, n.3, p.147–158, 2006.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. Designing resistance training programs. 3rd ed. **Champaign: Human Kinetics**, 2006.

FLECK, S.J; KRAEMER, W.J. Fundamentos do Treinamento de Força Muscular. **ArtMed**, 4º Ed., 2017.

FOX, E.L.; MATTHEWS, D.K. Bases fisiológicas da educação física e desportos. 3. ed. Rio de Janeiro: **Interamericana**, 1983.

FOX, EDWARD L., RICHARD W. BOWERS, AND MERLE L. FOSS. **Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos**. Rio de Janeiro: Ed." (1991): 209-211.

FRONTERA, W. R., HUGHES, V. A., FIELDING, R. A., FIATARONE, M. A., EVANS, W. J., & ROUBENOFF, R. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. **Journal of applied physiology**, 88(4), 1321-1326; 2000.

FRONTERA, W. R., HUGHES, V. A., LUTZ, K. J., & EVANS, W. J. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45-to 78-yr-old men and women. **Journal of applied physiology**, 71(2), 644-650; 1991.

FUKASHIRO, S., ROB, M., ICHINOSE, Y., KAWAKAMI, Y., & FUKUNAGA, T. Ultrasonography gives directly but noninvasively elastic characteristic of human tendon in vivo. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, 71(6), 555-557; 1995.

FUKUMOTO, Y., IKEZOE, T., TATEUCHI, H., TSUKAGOSHI, R., AKIYAMA, H., SO, K., & ICHIHASHI, N. Muscle mass and composition of the hip, thigh and abdominal muscles in women with and without hip osteoarthritis. **Ultrasound in medicine & biology**, 38(9), 1540-1545; 2012.

FUKUMOTO, Y., IKEZOE, T., YAMADA, Y., TSUKAGOSHI, R., NAKAMURA, M., MORI, N., ... & ICHIHASHI, N. Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons. **European journal of applied physiology**, 112(4), 1519-1525; 2012.

- FUKUNAGA, T., ICHINOSE, Y., ITO, M., KAWAKAMI, Y., & FUKASHIRO, S. Determination of fascicle length and pennation in a contracting human muscle in vivo. **Journal of Applied Physiology**, 82(1), 354-358; 1997.
- FUKUNAGA, T., KAWAKAMI, Y., KUNO, S., FUNATO, K., & FUKASHIRO, S. Muscle architecture and function in humans. **Journal of biomechanics**, 30(5), 457-463; 1997.
- FUKUNAGA, T., KUBO, K., KAWAKAMI, Y., FUKASHIRO, S., KANEHISA, H., & MAGANARIS, C. N. In vivo behaviour of human muscle tendon during walking. Proceedings of the Royal Society of London. Series B: **Biological Sciences**, 268(1464), 229-233; 2001.
- GALLAHUE, D. L.; OZMUN, J. C. Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos. São Paulo: **Phorte**, 2001.
- GONÇALVES, M.; SILVA, S.R. Análise de variáveis eletromiográficas durante contração isométrica fadigante. **Salusvita**, Bauru, v. 26, p. 39-51, 2007.
- GONZÁLEZ-BADILLO, J. J., & Ayestarán, E. G. Fundamentos do treinamento de força: aplicação ao alto rendimento desportivo. Porto Alegre: **Artmed**; 2001.
- GONZÁLEZ-BADILLO, J.J.; SÁNCHEZ-MEDINA, L. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. **Int. J. Sports Med**, 27, 2007.
- GOODPASTER, B. H., CARLSON, C. L., VISSER, M., KELLEY, D. E., SCHERZINGER, A., HARRIS, T. B., ... & NEWMAN, A. B. Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: The Health ABC Study. **Journal of applied physiology**, 90(6), 2157-2165; 2001.
- GOODPASTER, B.H., et al The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: The Health, Aging and Body Composition Study. **Journal of Gerontology A Biological Sciences Medical Science**, v. 61, n. 10, p. 1059-64, oct. 2006.
- GORDON, A.M.; HUXLEY A.F.; JULIAN F.J. The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fibres. **J Physiol** 184:170–192, 1996.
- GRANACHER U, MUEHLBAUER T, DOERFLINGER B, STROHMEIER R, GOLLHOFER A. Promoting strength and balance in adolescents during physical education: effects of a short-term resistance training. **J. Strength Cond Res**. 25(4):940–9; 2011.
- GRIMBY, G., ANIANSSON, A., HEDBERG, M., HENNING, G. B., GRANGARD, U., & KVIST, H. Training can improve muscle strength and endurance in 78-to 84-yr-old men. **Journal of Applied Physiology**, 73(6), 2517-2523; 1992.
- GROSSET JF, MORA I, LAMBERTZ D, PEROT C. Voluntary activation of the triceps surae in prepubertal children. **J. Electromyogr Kinesiol**. 18(3):455–65; 2008.
- GROSSET JF, PISCIONE J, LAMBERTZ D, PEROT C. Paired changes in electromechanical delay and musculo-tendinous stiffness after endurance or plyometric training. **Eur J. Appl Physiol**. 105(1):131–9; 2009.

GUEDES, D.P.; GUEDES, J.E.R.P. Aptidão física relacionada à saúde de crianças e adolescentes: avaliação referenciada por critério. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v.1, n.2, p.27-38, 1995.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. Tratado de fisiologia médica. 9.ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, 1997.

HAGUENAUER, M.; LEGRENEUR, P.; MONTEIL, K. Vertical jumping reorganization with aging: a kinematic comparison between Young and elderly men. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 21, n. 3, p. 236-46, 2005.

HÄKKINEN, K., ALEN, M., KALLINEN, M., NEWTON, R. U., & KRAEMER, W. J. Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people. **European journal of applied physiology**, 83(1), 51-62; 2000.

HÄKKINEN, K., KRAEMER, W. J., KALLINEN, M., LINNAMO, V., PASTINEN, U. M., & NEWTON, R. U. Bilateral and unilateral neuromuscular function and muscle cross-sectional area in middle-aged and elderly men and women. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, 51(1), B21-B29; 1996.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. Bases biomecânicas do movimento humano. Rio de Janeiro: **Manole**, 1999.

HÄNNINEN, O., AIRAKSINEN, O., KARIPOHJA, M., MANNINEN, K., SIHVONEN, T., & PEKKARINEN, H. On-line determination of anaerobic threshold with rms-EMG. **Biomedica biochimica acta**, 48(5-6), S493-503; 1989.

HATFIELD, D. L., KRAEMER, W. J., SPIERING, B. A., & HÄKKINEN, K. The impact of velocity of movement on performance factors in resistance exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 20(4), 760; 2006.

HESPANHOL, J. E., NETO, L. G. S., ARRUDA, M., & DINI, C. A. Avaliação da resistência de força explosiva em voleibolistas através de testes de saltos verticais. **Rev Bras Med Esporte**, 13(3), 181-4; 2007.

HILL, A.V. The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. Proceeding of the Royal Society of London Series B: **Biological Sciences** (London). 126: p. 136 – 195, 1938.

HOWATSON, G., GLAISTER, M., BROUNER, J., & VAN SOMEREN, K. A. The reliability of electromechanical delay and torque during isometric and concentric isokinetic contractions. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, 19(5), 975-97; 2009.

HOWATSON, G.; VAN SOMEREN, K.A. The reproducibility of peak isometric torque and electromyography activity in unfamiliarised subjects using isokinetic dynamometry on repeated days. **Isokinetics and Exercise Science**, Amsterdam v. 13, p. 103-109, 2005.

HUGHES, V. A., FRONTERA, W. R., WOOD, M., EVANS, W. J., DALLAL, G. E., ROUBENOFF, R., & SINGH, M. A. F. Longitudinal muscle strength changes in older

adults: influence of muscle mass, physical activity, and health. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, 56(5), B209-B217. 2001.

HUGHES, V. A., ROUBENOFF, R., WOOD, M., FRONTERA, W. R., EVANS, W. J., & FIATARONE SINGH, M. A. Anthropometric assessment of 10-y changes in body composition in the elderly. **The American journal of clinical nutrition**, 80(2), 475-482; (2004).

HYATT, R. H., WHITELAW, M. N., BHAT, A., SCOTT, S., & MAXWELL, J. D. Association of muscle strength with functional status of elderly people. **Age and ageing**, 19(5), 330-336, 1990.

ISHIKAWA, M.; KOMI, P.V. The role of the stretch reflex in the gastrocnemius muscle during human locomotion at various speeds. **J Appl Physiol** (1985). 103(3): p. 1030-6, 2007.

ITO, M., KAWAKAMI, Y., ICHINOSE, Y., FUKASHIRO, S., & FUKUNAGA, T. Nonisometric behavior of fascicles during isometric contractions of a human muscle. **Journal of applied physiology**, 85(4), 1230-1235; 1998.

IZQUIERDO, M., HAKKINEN, K., IBANEZ, J., GARRUES, M., ANTON, A., ZUNIGA, A., ... & GOROSTIAGA, E. M. Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. **Journal of Applied Physiology**, 90(4), 1497-1507; 2001.

JOVINE, M. S., BUCHALLA, C. M., SANTARÉM, É. M. M., SANTARÉM, J. M., & ALDRIGHI, J. M. Efeito do treinamento resistido sobre a osteoporose após a menopausa: estudo de atualização. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, 9, 493-505. (2006).

KAMEL, H.K.; MAAS, D.; DUTHIE, E.H. Jr. Role of hormones in the pathogenesis and management of sarcopenia. **Drugs Aging** 19: 865-77, 2002.

KATCH, F.I.; KATCH, V.L. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho físico. 4.ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, 1988.

Kawakami Y, Abe T et al. Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than normal muscles. **J. appl. Physiol.**; 74(6): 2740-4. (1993)

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**. 84(1-2): p. 7- 12, 2001.

KAWAKAMI, Y. et al. Human Skeletal Muscle Size and Architecture: Variability and Interdependence. **American Journal of Human Biology**, Cambridge, v.18, n.6, p.845-848, 2006.

KAWAKAMI, Y. The Effects of Strength Training on Muscle Architecture in Humans. **Journal of Sport and Health Science**, Xangai, v.3, p.208- 217, 2005.

KLASS M; BAUDRY S; DUCHATEAU J. Age-related decline in rate of torque development is accompanied by lower maximal motor unit discharge frequency during fast contractions. **J Appl Physiol.** 2008;104(3):739-46.

KLASS, M., BAUDRY, S., e DUCHATEAU, J. Voluntary activation during maximal contraction with advancing age: a brief review. **European journal of applied physiology**, 100(5), 543-551. 2007.

KLITGAARD, H., ZHOU, M., SCHIAFFINO, S., BETTO, R., SALVIATI, G., & SALTIN, B. Ageing alters the myosin heavy chain composition of single fibres from human skeletal muscle. **Acta Physiologica Scandinavica**, 140(1), 55-62; 1990.

Knuttggen, H. G., & Kraemer, W. J. Terminology and measurement in exercise performance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 1(1), 1-10. (1987).

KNUTTGEN, H.G.; KRAEMER, W.J. Terminology and measurement in exercise performance. **Journal of Applied Sport Science research**, v.1., n.1, p 1-10, 1987.

KOHL HW.; LAPORTE RE.; BLAIR SN. Physical activity and cancer: an epidemiological perspective. **Sports Med** 6: 222-237, 1988.

KOMI PV, BOSCO C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. **Med Sci Sports.** Winter;10(4):261-5; 1978.

KOMI, Paavo V. Stretch-shortening cycle. **Strength and power in sport**, v. 2, p. 184-202, 2003.

KORFF T, HORNE SL, CULLEN SJ, BLAZEVIK AJ. Development of lower limb stiffness and its contribution to maximum vertical jumping power during adolescence. **J. Exp. Biol.** 212(Pt 22):3737-42; 2009.

KORFF T, JENSEN JL. Effect of relative changes in anthropometry during childhood on muscular power production in pedaling: biomechanical simulation. **Pediatr. Exerc. Sci.** 20(3):292-304; 2008.

KORHONEN, M. T., MERO, A. A., ALEN, M., SIPILÄ, S., HÄKKINEN, K., LIKAVAINIO, T., ... & SUOMINEN, H. Biomechanical and skeletal muscle determinants of maximum running speed with aging. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 41(4), 844-856; 2009.

KRAEMER, William J.; NEWTON, Robert U. Training for muscular power. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics**, v. 11, n. 2, p. 341-368, 2000.

KUBO K, KANEHISA H, AZUMA K, ISHIZU M, KUNO SY, OKADA M, FUKUNAGA T. Muscle architectural characteristics in young and elderly men and women. **Int. J. Sports Med.** 24 (2): 125-30; 2003.

KUBO, K., KANEHISA, H., AZUMA, K., ISHIZU, M., KUNO, S. Y., OKADA, M., & FUKUNAGA, T. Muscle architectural characteristics in young and elderly men and women. **International journal of sports medicine**, 24(02), 125-130; 2003.

KUBO, K., KANEHISA, H., KAWAKAMI, Y., & FUKUNAGA, T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. **Journal of applied physiology**, 90(2), 520-527; 2001.

KWON, I. S., OLDAKER, S., SCHRAGER, M., TALBOT, L. A., FOZARD, J. L., & METTER, E. J. Relationship between muscle strength and the time taken to complete a standardized walk-turn-walk test. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, 56(9), B398-B404; 2001.

LARSSON L.; GRIMBY G.; KARLSSON J. Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology. **J Appl Physiol** 46: 451-456, 1979.

LASKEY, M.A.; PHILL, D. Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition. **Nutrition**, v.12, n.1, p 45-51, 1996.

LAUBACH L.L. Comparative muscular strength of men and women: a review of the literature. **Aviat Space Environ Med**. May;47(5):534-42, 1976.

LEITE L.E.A., RESENDE T.L., NOGUEIRA, G.M. Envelhecimento, estresse oxidativo e sarcopenia: uma abordagem sistêmica. **Rev. bras. geriatr. gerontol.** [online] vol.15, n.2, 2012.

LESUER, D. A., MCCORMICK, J. H., MAYHEW, J. L., WASSERSTEIN, R. L., & ARNOLD, M. D. The accuracy of prediction equations for estimating 1-RM performance in the bench press, squat, and deadlift. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 11(4), 211-213; 1997.

LEWIECKI, E. M., WATTS, N. B., MCCLUNG, M. R., PETAK, S. M., BACHRACH, L. K., SHEPHERD, J. A., ... & International Society for Clinical Densitometry. Official positions of the international society for clinical densitometry. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, 89(8), 3651-3655; 2004.

LEXELL J.; TAYLOR C.; SJOSTROM M. What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studies in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. **J Neurol Sci** 84: 275-294, 1988.

LEXELL, J., TAYLOR, C. C., & SJÖSTRÖM, M. What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15 to 83-year-old men. **Journal of the neurological sciences** 84(2-3), 275-294;1988.

LIEBER, R. L.; BODINE-FOWLER, S. C. Skeletal muscle mechanics: implications for rehabilitation. **Phys Ther**. 73(12): p. 844-56, 1993.

LIEBER, R. L.; FRIDÉN, J. Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. **Muscle and Nerve**, v. 23, n. 11, p. 1647-1666, 2000.

LIEBER, R.L, FRIDEN, J. Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. **Muscle Nerve**; 23: 1647–1666; (2000).

LIEBER, R.L. Skeletal Muscle, Structure, Function, And Plasticity. **The Physiological Basis of Rehabilitation**. 3a ed. Lippincott Williams & Wilkins, p. 26-41, 2010.

LOMBARDI, V.P. Beginning weight training: The safe and effective way. **Dubuque, IA, Wm: C. Brown;** 1989.

LYNCH N. A. *et al.* Muscle quality I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. **J Appl Physiol** 86: 188-194, 1999.

MAFFIULETTI, N. A., AAGAARD, P., BLAZEVIČH, A. J., FOLLAND, J., TILLIN, N., & DUCHATEAU, J. Rate of force development: physiological and methodological considerations. **European journal of applied physiology**, 116(6), 1091-1116; 2016.

MAGANARIS, C. N. Force-length characteristics of in vivo human skeletal muscle. **Acta Physiologica Scandinavica**, 172(4), 279-285. (2001).

MAGANARIS, C.N.; PAUL, J.P. In vivo human tendon mechanical properties. **J Physiol**. 521 Pt 1: p. 307-13, 1999.

MAGNUSSON, S. P., NARICI, M. V., MAGANARIS, C. N., & KJAER, M. Human tendon behaviour and adaptation, in vivo. **The Journal of physiology**, 586(1), 71-81. 2008.

MALINA, R. M., CUMMING, S. P., KONTOS, A. P., EISENMANN, J. C., RIBEIRO, B., & AROSO, J. Maturity-associated variation in sport-specific skills of youth soccer players aged 13–15 years. **Journal of sports sciences**, 23(5), 515-522; 2005.

MALINA, R.M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. Crescimento, maturação e atividade física. 2 ed. São Paulo: **Phorte**, 2009.

MANINI T.M.; CLARK B.C. Dynapenia and aging: an update. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci** 12;67A (1):28-40, 2012.

MARFELL-JONES, M. J., STEWART, A. D., & DE RIDDER, J. H. **International standards for anthropometric assessment**, 2012.

McDERMOTT, M.T. (Org.). Segredos em endocrinologia. Porto Alegre: **Artes Médicas**, 1997.

McLellan CP, Lovell DI, Gass GC. The role of rate of force development on vertical jump performance. **J. Strength Cond Res**. 25(2):379–85; 2011.

METCALF, B. S. *et al.* Objectively measured physical activity and its association with adiponectin and other novel metabolic markers: A longitudinal study in children (Early Bird 38). **Diabetes Care**, 32(3), 468-473, 2009.

MINAMOTO, V. B. Classificação e adaptações das fibras musculares: uma revisão. **Fisioterapia e pesquisa**, vol. 12, no. 3, pp. 50–55, 2005.

MIYATANI, M., KANEHISA, H., ITO, M., KAWAKAMI, Y., & FUKUNAGA, T. The accuracy of volume estimates using ultrasound muscle thickness measurements in different muscle groups. **European journal of applied physiology**, 91(2-3), 264-272; 2004.

- MORALES, J., & SOBONYA, S. Use of submaximal repetition tests for predicting 1-RM strength in class athletes. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 10(3), 186-189, 1996.
- MORELAND, J. D., RICHARDSON, J. A., GOLDSMITH, C. H., & CLASE, C. M. Muscle weakness and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Geriatrics Society**, 52(7), 1121-1129, 2004.
- MORLEY J.E.; BAUMGARTNER R.N.; ROUBENOFF R; MAYER J; NAIR K.S. Sarcopenia. **J Lab Clin Med** 137: 231-43, 2001.
- MORSE CI, THOM JM, BIRCH KM, NARICI MV. Changes in triceps surale muscle architecture with sarcopenia. **Acta Physiol. Scand.** 183(3): 291-8, 2005(A)
- MORSE CI, THOM JM, REEVES ND, BIRCH KM, NARICI MV. In vivo physiological cross-sectional area and specific force are reduced in the gastrocnemius of elderly men. **J. Appl. Physiol.** 99(3):1050-5, 2005(B).
- MORSE, C. I.; DEGENS, H.; JONES, D. A. The validity of estimating quadriceps volume from single MRI cross-sections in young men. **European Journal of Applied Physiology**, v. 100, n. 3, p. 267-274, 2007.
- MORSE, C.I. et al. Changes in triceps surae muscle architecture with sarcopenia. **Acta physiologica Scandinavica**. 183(3):291-8, 2005
- MORSE, C.I. et al. In vivo physiological cross-sectional area and specific force are reduced in the gastrocnemius of elderly men. **J Appl Physiol.** 99(3):1050-5, 2005.
- NARICI M.V.; MAFFULLI N. Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance. **Br Med Bull.** 95:139-59, 2010.
- NARICI, M. V., MAGANARIS, C. N., REEVES, N. D., & CAPODAGLIO, P. Effect of aging on human muscle architecture. **Journal of applied physiology**, 95(6), 2229-2234, 2003.
- NARICI, M. V., ROI, G. S., LANDONI, L., MINETTI, A. E., & CERRETELLI, P. Changes in force, cross-sectional area and neural activation during strength training and detraining of the human quadriceps. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, 59(4), 310-319, 1989.
- NARICI, M.; CERRETELLI, P. Changes in human muscle architecture in disuse-atrophy evaluated by ultrasound imaging. **J Gravit Physiol.** 5(1): p. P73- 4, 1998.
- NEDELJKOVIC, A., MIRKOV, D. M., KUKOLJ, M., UGARKOVIC, D., & JARIC, S. Effect of maturation on the relationship between physical performance and body size. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 21(1), 245, 2007.
- NEWMAN, A. B., KUPELIAN, V., VISSER, M., SIMONSICK, E. M., GOODPASTER, B. H., KRITCHEVSKY, S. B., ... & HARRIS, T. B. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, 61(1), 72-77; (2006).

NEWMAN, A.B. et al Sarcopenia: alternative definitions and associations with lower extremity function. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 51, n.11, p. 1602-09, nov. 2003.

NOORKOIV, M. et al. In vivo assessment of muscle fascicle length by extended field-of-view ultrasonography. **J Appl Physiol** (1995). 109(6): p. 1974-9, 2010.

O'BRIEN, T. D., REEVES, N. D., BALZOPoulos, V., JONES, D. A., & MAGANARIS, C. N. Mechanical properties of the patellar tendon in adults and children. **Journal of biomechanics**, 43(6), 1190-1195, 2010.

O'BRIEN T.D. et al. Muscle-tendon structure and dimensions in adults and children. **Journal of Anatomy**, 216(5):631-42, 2010b.

OLIVEIRA, J.E.P. MONTENEGRO, R.M.Jr; VENCIO, S.. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2017-2018. Organização São Paulo: **Editora Clannad**, 2017.

OLIVEIRA, ROSANA FERNANDES. et al. Efeitos do treinamento de Tai Chi Chuan na aptidão física de mulheres adultas e sedentárias. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 9, n. 3, p. 15-22, 2001.

OVEREND, T. J., CUNNINGHAM, D. A., KRAMER, J. F., LEFCOE, M. S., & PATERSON, D. H. Knee extensor and knee flexor strength: cross-sectional area ratios in young and elderly men. **Journal of gerontology**, 47(6), M204-M210; 1992.

OZMUN, J. C.; MIKESKY, A. E.; SURBURG, P. R. Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 26, p. 510- 514, 1994.

PAIVA C.R. et al. Assessment of the body composition of brazilian boys: the bioimpedence method. **Rev Bras Cineantropom. Desempenho Hum.** 4:37-45, 2002.

PEREIRA, LEONARDO COSTA et al. A influência da composição corporal na força de homens idosos brasileiros. **Rev Bras Med Esporte**[online]. vol.21, n.3, pp.196-199. ISSN 1517-8692, 2015.

PEREIRA, S. R. M., BUKSMAN, S., PERRACINI, M., PY, L., BARRETO, K. M. L., & LEITE, V. M. M. Quedas em Idosos-Projeto Diretrizes. **Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, 2001.

PERRIN D.H. Interpreting an isokinetic evaluation. In: Perrin DH. Isokinetic exercise and assesment. **Champaign: Human Kinetics Publishers**. Cap 4, p. 59-71, 1993.

PERRY H.M. et al. Testosterone and leptin in older African-American men: relationship to age, strength, function, and season. **Metabolism** 49: 1085-91, 2000.

PETRELLA J.K. et al. Age differences in knee extension power, contractile velocity, and fatigability. **J Appl Physiol**. 98(1):211-20, 2005.

PILLEN, S. et al. Quantitative skeletal muscle ultrasonography in children with suspected neuromuscular disease. **Muscle Nerve**, 27: 699–705, 2003.

PILLEN, S., TAK, R. O., ZWARTS, M. J., LAMMENS, M. M., VERRIJP, K. N., ARTS, I. M., & VERRIPS, A. Skeletal muscle ultrasound: correlation between fibrous tissue and echo intensity. **Ultrasound in medicine & biology**, 35(3), 443-446; (2009).

PLOUTZ-SNYDER, L. L.; GIAMIS, E. L. Orientation and familiarization to 1 RM strength testing in old and young women. **Journal of Strength and Conditioning Research, Champaign**, v.15, p. 519-23, 2001.

POEHLMAN, E.T.; TOTH, M.J.; GARDNER, A.W. Changes in Energy Balance and Body Composition at Menopause: A Controlled Longitudinal Study. **Ann Intern Med.** 123:673– 675, 1995.

PROCTOR, D.N. et al. Oxidative capacity of human muscle fiber types: effects of age and training status. **J Appl Physiol** 78: 2033-2038, 1995.

PROSKE, U.; MORGAN, L. Do cross-bridges contribute to the tension during stretch of passive muscle? **Journal of Muscle Research and Cell Motility**. Dordrecht, v. 20 p. 433- 442, 1999.

PUTHOFF, Michael L.; NIELSEN, David H. Relationships among impairments in lower-extremity strength and power, functional limitations, and disability in older adults. **Physical therapy**, v. 87, n. 10, p. 1334-1347, 2007.

QUETELET L.A.J. Sur l'homme et le développement de ses facultés. **In L. Hauman and Cie**, Vol. 2. Paris: Bachelier, Imprimeur-Libraire, 63-77, 1835.

RADAELLI, R., BOTTON, C. E., WILHELM, E. N., BOTTARO, M., LACERDA, F., GAYA, A., ... & PINTO, R. S. Low-and high-volume strength training induces similar neuromuscular improvements in muscle quality in elderly women. **Experimental gerontology**, 48(8), 710-716; 2013.

RAMSEY R.W.; STREET S.F. The isometric length-tension diagram of isolated skeletal muscle fibers of the frog. **J Cell Comp Physiol** 15:11–34, 1940.

REBELATTO, JR; e MORELLI, J.G. A Prática da Assistência ao Idoso - **Fisioterapia Geriátrica** - São Paulo: Ed. Manole, 2004.

RECH A. et al. Echo intensity is negatively associated with functional capacity in older women. **Age (Dordr)**; 36:9708, 2014.

REEVES N.D. Adaptation of the tendon to mechanical usage. **J Musculoskelet Neuronal Interact.** 6(2):174-80, 2006.

REEVES ND, MAGANARIS CN, NARICI MV. Effect of strength training on human patella tendon mechanical properties of older individuals. **J. Physiol.**;548(Pt 3):971–81; 2003.

REEVES, N.D.; MAGANARIS, C.N.; NARICI, M.V. Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size. **European Journal of Applied Physiology**, Maastricht, v.91, n.1, p.116-118, 2004

RHEA, M. R. et al. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. **Medicine and Science in Sports & Exercise, Madison**, v.35, p. 456-64, 2003.

ROGERS, M.A.; EVANS, W.J. Changes in skeletal muscle with aging: effects of exercise training. **In Exercise and Sport Science Reviews**. American College of Sports Medicine Series 21: 65-102, 1993.

ROOK K.M. et al. The effects of ageing on muscle strength in men and women. **J Physiol (London)** 452: 25P, 1992.

ROOS M.R.; RICE C.L.; VANDERVOORT A.A. Age-related changes in motor unit function. **Muscle Nerve** 20: 679-6100, 1997.

ROUBENOFF R. et al. Monocyte cytokine production in an elderly population: effect of age and inflammation. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci** 53: M20-6, 1998.

ROUBENOFF, R.; HUGHES, V.A. Sarcopenia: current concepts. **Journal of Gerontology A Biological Sciences Medical Science**, v. 55A, p. M716- M724, dec. 2000.

ROWLAND, T.W. Fisiologia do exercício na criança. 2. ed. Barueri: **Manole**, 2008.

RUBENSTEIN, L.Z. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. **Age Ageing**.35(Suppl 2):ii37–41, 2006.

SAHALY, R. et al. Maximal voluntary force and rate of force development in humans—importance of instruction. **Eur J Appl Physiol Aug**;85(3-4):345-50, 2001.

SAHALY, R., VANDEWALLE, H., DRISS, T., & MONOD, H. Surface electromyograms of agonist and antagonist muscles during force development of maximal isometric exercises—effects of instruction. **European journal of applied physiology**, 89(1), 79-84, 2003.

SANDRI, A. Qualidade muscular e funcionalidade de idosas ativas. Monografia (conclusão do curso de Licenciatura em Educação Física) Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – RS, 2013

SAYERS, S. P., HARACKIEWICZ, D. V., HARMAN, E. A., FRYKMAN, P. N., & ROSENSTEIN, M. T. Cross-validation of three jump power equations. **Medicine and science in sports and exercise**, 31(4), 572-577, 1999.

SHALET, S. M. Growth hormone outgrows growth. **Clinical endocrinology**, 61(1), 1-9. 2004.

SILVA, C.M. et al. Efeito do treinamento com pesos, prescrito por zona alvo de repetições máximas, na força muscular e composição corporal em idosas. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**. 8(4): 39-45, 2006.

SILVERTHORN D.U. Músculos. In: Fisiologia humana: uma abordagem integrada. 5. ed. Porto Alegre: **Artmed**; 2010.

SIPILÄ, Sarianna. et al. Muscle strength in male athletes aged 70-81 years and a population sample. **European Journal of Applied Physiology**, v. 63, p. 399-403, 1991.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes. São Paulo: **SBD**; 2014.

SOWERS MR, CRUTCHFIELD M, RICHARDS K, WILKIN MK, FURNISS A, JANNAUSCH M, et al. Sarcopenia is related to physical functioning and leg strength in middle-aged women. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. 60(4):486-490; 2005.

SUETTA, CHARLOTTE, ET AL. "Training-induced changes in muscle CSA, muscle strength, EMG, and rate of force development in elderly subjects after long-term unilateral disuse." **Journal of Applied Physiology** 97.5 (2004): 1954-1961.

Thom JM, Morse CI, Birch KM, Narici MV. Influence of muscle architecture on the torque and power-velocity characteristics of young and elderly men. *Eur J Appl Physiol*. 2007; 100(5): 613-9.

TILLIN, NEALE A., M. T. PAIN, AND JONATHAN P. FOLLAND. "Identification of contraction onset during explosive contractions. Response to Thompson et al." Consistency of rapid muscle force characteristics: influence of muscle contraction onset detection methodology"[*J Electromyogr Kinesiol*; 22 (6): 893-900]. **Journal of electromyography and kinesiology: official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology** 23.4; 2012.

TSUJI, H.; CURI, P.R.; BURINI, R.C. Alterações metabólicas e hormonais em nadadores durante o treinamento físico. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, São Caetano do Sul, v.7, n.2, p.35-41, 1993.

URBANCHEK, M.G. et al. Specific force deficit in skeletal muscles of old rats is partially explained by the existence of denervated muscle fibers. **J Gerontol** 56A: B191-B197, 2001.

VAN PRAAGH, E., & DORÉ, E. Short-term muscle power during growth and maturation. **Sports medicine**, 32(11), 701-728, 2002.

VISSER, M. et al Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictor of incident mobility limitations in well-functioning older persons. **Journal of Gerontology A Biological Sciences Medical Science**, v. 60, n. 3, p. 72-77, mar. 2005.

VISSER, M., KRITCHEVSKY, S. B., GOODPASTER, B. H., NEWMAN, A. B., NEVITT, M., STAMM, E., & HARRIS, T. B. 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. **Journal of the American Geriatrics Society**, 50(5), 897-904, 2002.

WARD, S. R. et al. Are current measurements of lower extremity muscle architecture accurate? **Clinical orthopaedics and related research**, v. 467, n. 4, p. 1074-1082, 2009.

WARD, S. R., TOMIYA, A., REGEV, G. J., THACKER, B. E., BENZL, R. C., KIM, C. W., & LIEBER, R. L. Passive mechanical properties of the lumbar multifidus muscle support its role as a stabilizer. **Journal of biomechanics**, 42(10), 1384-1389; (2009).

- WATANABE, Y., YAMADA, Y., FUKUMOTO, Y., ISHIHARA, T., YOKOYAMA, K., YOSHIDA, T., ... & KIMURA, M. Echo intensity obtained from ultrasonography images reflecting muscle strength in elderly men. **Clinical interventions in aging**, 8, 993; 2013.
- WAUGH, C. M., KORFF, T., FATH, F., & BLAZEVIK, A. J. Rapid force production in children and adults: mechanical and neural contributions. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 45(4), 762-771; 2013.
- WAUGH, C.M.; KORFF, T.; FATH, F.; BLAZEVIK, A.J. Rapid force production in children and adults: mechanical and neural contributions. **Medicine Science in Sports Exercise**, v. 45, n. 4, p. 762-771, 2013.
- WELLE, S.; TOTTERMAN, S.; THORNTON, C. Effect of age on muscle hypertrophy induced by resistance training. **J Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci**, Washington, 51: M270-M275, 1996.
- WILLIAMS G.N.; HIGGINS M J.; LEWEK D. Aging skeletal muscle: physiologic changes and the effects of training. **PhysTher**. 82(1):62-8, 2002.
- WILMORE, J. H. et al Physiological alterations consequent to circuit weight training. **Medicine and Science in Sports**, v. 10, n. 2, p. 79-94, 1978.
- WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. Physiology of sport and exercise. **Champaign: Human Kinetics**, 1994.
- WISLOFF, U., CASTAGNA, C., HELGERUD, J., JONES, R., & HOFF, J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. **British journal of sports medicine**, 38(3), 285-288; 2004.
- WONG, PL, CHAMARI, K, DELLAL, A E WISLØFF, U. Relação entre características antropométricas e fisiológicas em jovens jogadores de futebol. **J Strength Cond Res** 23 (4): 1204-1210, 2009-
- YARASHESKI K.E.; ZACHWIEJA J.J. Growth hormone therapy for the elderly: the fountain of youth proves toxic. **JAMA** 270: 1694, 1993.
- YUE G.H. et al. Older adults exhibit a reduced ability to fully activate their biceps brachii muscle. **J Gerontol** 54A: M249- M253, 1999.
- Zehr, E. P. Training-induced adaptive plasticity in human somatosensory reflex pathways. **Journal of applied physiology**, 101(6), 1783-1794 (2006).
- ZEHR, E. P., BALTER, J. E., FERRIS, D. P., HUNDZA, S. R., LOADMAN, P. M., & STOLOFF, R. H. Neural regulation of rhythmic arm and leg movement is conserved across human locomotor tasks. **The Journal of physiology**, 582(1), 209-227; 2007.
- ZERBINI, C. A., PIPPA, M. G. B., EIS, S. R., LAZARETTI-CASTRO, M., MOTA NETO, H., TOURINHO, T. F., ... & BORGES, J. L. C. Densitometria clínica: Posições oficiais 2006. **Rev bras reumatol**, 47(1), 25-33; 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE – 1 TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar de um projeto de pesquisa intitulado “EFEITOS DAS DIFERENTES FORMAS DE MANIFESTAÇÕES DE FORÇA SOBRE OS PARÂMETROS NEUROMUSCULARES EM CRIANÇAS, JOVENS ADULTOS E IDOSOS”, orientado pelo Prof. Dr. Giovani dos Santos Cunha. O presente estudo é caracterizado como transversal e tem por objetivo avaliar as diferentes formas de manifestação de força ao longo do processo de envelhecimento e verificar os possíveis mecanismos associados, considerando variáveis neurais, morfológicas e antropométricas. Identificar e compreender o comportamento de diferentes manifestações da força durante o processo de envelhecimento e suas relações com o tamanho corporal, idade cronológica, fatores neuromusculares e arquitetura muscular ajudará a compreendermos melhor os efeitos do envelhecimento sobre diferentes formas de manifestação da força muscular.

Essa pesquisa será composta por crianças, adultos jovens e idosos de ambos os sexos. Este estudo está vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ESEFID-UFRGS). Os participantes deverão comparecer em 2 etapas de avaliação. Na sessão 1 serão realizadas o preenchimento da anamnese, do Questionário de Prontidão de Atividade Física (PAR-Q) e do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ); a mensuração da frequência cardíaca e da pressão arterial, ambas em repouso; as avaliações antropométricas (estatura e massa corporal); da composição corporal (DXA) e da arquitetura muscular (ultrassom). Além disso, serão realizados os testes familiarização para minimizar os efeitos da aprendizagem do exercício para o testes de uma repetição máxima (1RM), que se caracteriza pela maior carga que pode ser levantada na realização de uma repetição de extensão de joelhos, avaliando assim a força dinâmica máxima de membros inferiores; protocolos no dinamômetro isocinético, contendo testes de força nos quais você terá que produzir força contra um braço de alavanca, que medirá a quantidade de força produzida de forma isométrica (sem movimento) e dinâmica; como também o salto em tapete de contato para verificar a potência dinâmica dos membros inferiores. Após a etapa do teste de familiarização, com no mínimo 48 horas de intervalo, será realizada uma sessão 2 para reteste do teste de uma repetição máxima (1RM), do teste de contração isométrica voluntária máxima (CIVM), do teste de pico de torque concêntrico no dinamômetro isocinético e salto com contra movimento (CMJ).

Como benefícios de sua participação no estudo: você receberá 1) Avaliação Antropométrica; 2) Avaliação da Composição Corporal, incluindo percentual de gordura corporal, percentual de massa muscular, densidade mineral óssea; 3) Variáveis Hemodinâmicas: pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD). 4) Variáveis de Avaliação Neuromusculares, incluindo a espessura muscular, a qualidade muscular, o ângulo de penação, o comprimento de fascículo, o volume muscular, a área de sessão transversa, o teste de uma repetição máxima (Teste de 1-RM), a contração isométrica voluntária máxima, o teste de pico de torque concêntrico no dinamômetro isocinético e salto com contramovimento (CMJ).

O projeto será realizado na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ESEFID/UFRGS), que se localiza na Rua Felizardo, 750, no bairro Jardim Botânico de Porto Alegre. As avaliações serão realizadas na mesma Escola, no laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX). As sessões terão duração em torno de 45 minutos a 60 minutos, e ambos serão ministrados por um professor de Educação Física capacitado e acompanhado por um dos pesquisadores responsáveis por este projeto.

Todos os procedimentos descritos acima serão acompanhados e realizados por pessoas qualificadas e toda explicação necessária será fornecida durante o teste, além de quaisquer dúvidas. Estes testes visam avaliar as diferentes formas de manifestação de força ao longo do processo de envelhecimento e verificar os possíveis mecanismos associados.

Existem riscos mínimos relacionados à execução do projeto, como a possibilidade de ocorrerem alguns eventos adversos ao longo do projeto, desconforto, cansaço, dores musculares e articulares, uma vez que você estará fazendo esforço físico. Os eventos adversos são considerados como qualquer ocorrência médica inconveniente sofrida por um participante da pesquisa que necessariamente apresenta relação causal com a intervenção em investigação.

No entanto, todos os esforços serão realizados no sentido de diminuir esses riscos através da avaliação de informações preliminares sobre a sua saúde e aptidão. O sujeito será instruído a realizar os exercícios e testes de forma de uma maneira confortável, e se necessário você receberá o atendimento adequado. Estas avaliações e testes são amplamente empregados em pesquisas e já foram realizados diversas vezes por nossa equipe, sendo extremamente seguros.

Durante as coletas de dados estará presente no LAPEX estará disponível uma linha telefônica para a necessidade de contatar o serviço de atendimento móvel de urgência (SAMU – 192). Os pesquisadores responsáveis por este projeto são o Professor Doutor Giovani dos

Santos Cunha e sua orientanda Karen de Lima Pereira, assim como outros alunos que estarão envolvidos na realização deste projeto, sendo todos capacitados para execução do estudo.

Os dados coletados neste estudo estarão em sigilo e de posse do responsável pelo estudo por no mínimo 5 anos, sendo que serão utilizados para questões vinculadas à pesquisa e área acadêmica, sendo que os mesmos só serão disponibilizados sob o seu consentimento.

A participação neste estudo é absolutamente voluntária, sem qualquer tipo de gratificação, sendo que em qualquer momento deste projeto você poderá interrompê-la. Não haverá custos para você participar deste estudo, incluindo avaliações e outras despesas relacionadas ao projeto. Quaisquer custos de deslocamento, caso haja a necessidade, e/ou que se refere à ocorrência de evento adverso decorrente da pesquisa serão de responsabilidade dos pesquisadores responsáveis. Você terá direito a um relatório individual com os resultados de sua aptidão física relacionada à saúde, bem como, a diversos indicadores de saúde.

O pesquisador responsável poderá ser contatado pelo telefone (51) 3308-5819, assim como sua orientanda pelo fone (55) 99101-8522 para esclarecer qualquer dúvida ou comunicar algum problema a respeito da sua participação nessa pesquisa. Também, se você sentir qualquer violação dos seus direitos, você poderá contatar o Comitê de Ética e Pesquisa da UFRGS, pelo telefone (51) 3308-3738. Qualquer evento adverso grave será informado ao CEP em menos de 48h seguintes a ocorrência. Durante o andamento desse estudo você poderá se recusar a prosseguir a qualquer momento e poderá pedir desligamento da pesquisa.

Uma via deste documento ficará com você e a outra ficará guardada com os pesquisadores desse projeto. Ambas as vias vão estar assinadas por você e pelo pesquisador responsável.

Tendo conhecimento integral das informações relativas à minha participação no referido projeto de pesquisa, eu _____ declaro minha concordância em participar do mesmo.

Porto Alegre _____ de _____ de _____

Assinatura do participante: _____

Nome do pesquisador: _____

Assinatura do pesquisador: _____

APÊNDICE – 2 TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO –

Pais ou Responsáveis legais

Estamos convidando a seu filho(a) a participar do estudo intitulado “EFEITOS DAS DIFERENTES FORMAS DE MANIFESTAÇÕES DE FORÇA SOBRE OS PARÂMETROS NEUROMUSCULARES EM CRIANÇAS, JOVENS ADULTOS E IDOSOS”, orientado pelo Prof. Dr. Giovani dos Santos Cunha. O presente estudo é caracterizado como transversal e tem por objetivo avaliar as diferentes formas de manifestação de força ao longo do processo de envelhecimento e verificar os possíveis mecanismos associados, considerando variáveis neurais, morfológicas e antropométricas. Identificar e compreender o comportamento de diferentes manifestações da força durante o processo de envelhecimento e suas relações com o tamanho corporal, idade cronológica, fatores neuromusculares e arquitetura muscular ajudará a compreendermos melhor os efeitos do envelhecimento sobre diferentes formas de manifestação da força muscular.

Essa pesquisa será composta de crianças, adultos jovens e idosos de ambos os sexos. Este estudo está vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ESEFID-UFRGS). Os participantes deverão comparecer em 2 etapas de avaliação. Na sessão 1 serão realizadas o preenchimento da anamnese, do Questionário de Prontidão de Atividade Física (PAR-Q) e do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ); a mensuração da frequência cardíaca e da pressão arterial, ambas em repouso; as avaliações antropométricas (estatura e massa corporal); da composição corporal (DXA) e da arquitetura muscular (ultrassom). Além disso, serão realizados os testes familiarização para minimizar os efeitos da aprendizagem do exercício para o testes de uma repetição máxima (1RM), que se caracteriza pela maior carga que pode ser levantada na realização de uma repetição de extensão de joelhos, avaliando assim a força dinâmica máxima de membros inferiores; protocolos no dinamômetro isocinético, contendo testes de força nos quais você terá que produzir força contra um braço de alavanca, que medirá a quantidade de força produzida de forma isométrica (sem movimento) e dinâmica; como também o salto em tapete de contato para verificar a potência dinâmica dos membros inferiores. Após a etapa do teste de familiarização, com no mínimo 48 horas de intervalo, será realizada uma sessão 2 para reteste do teste de uma repetição máxima (1RM), do teste de contração isométrica voluntária máxima (CIVM), do teste de pico de torque concêntrico e excêntrico no dinamômetro isocinético e salto com contra movimento (CMJ).

Como benefícios de sua participação no estudo: você receberá 1) Avaliação Antropométrica; 2) Avaliação da Composição Corporal, incluindo percentual de gordura corporal, percentual de massa muscular, densidade mineral óssea; 3) Variáveis Hemodinâmicas: pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD). 4) Variáveis de Avaliação Neuromusculares, incluindo a espessura muscular, a qualidade muscular, o ângulo de penação, o comprimento de fascículo, o volume muscular, a área de sessão transversa, o teste de uma repetição máxima (Teste de 1-RM), a contração isométrica voluntária máxima, o teste de pico de torque concêntrico no dinamômetro isocinético e salto com contramovimento (CMJ).

O projeto será realizado na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ESEFID/UFRGS), que se localiza na Rua Felizardo, 750, no bairro Jardim Botânico de Porto Alegre. As avaliações serão realizadas na mesma Escola, no laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX). As sessões terão duração em torno de 45 minutos a 60 minutos, e ambos serão ministrados por um professor de Educação Física capacitado e acompanhado por um dos pesquisadores responsáveis por este projeto.

Todos os procedimentos descritos acima serão acompanhados e realizados por pessoas qualificadas e toda explicação necessária será fornecida durante o teste, além de quaisquer dúvidas. Estes testes visam avaliar as diferentes formas de manifestação de força ao longo do processo de envelhecimento e verificar os possíveis mecanismos associados.

Existem riscos mínimos relacionados à execução do projeto, como a possibilidade de ocorrerem alguns eventos adversos ao longo do projeto, desconforto, cansaço, dores musculares e articulares, uma vez que você estará fazendo esforço físico. Os eventos adversos são considerados como qualquer ocorrência médica inconveniente sofrida por um participante da pesquisa que necessariamente apresenta relação causal com a intervenção em investigação.

No entanto, todos os esforços serão realizados no sentido de diminuir esses riscos através da avaliação de informações preliminares sobre a sua saúde e aptidão física. O sujeito será instruído a realizar os exercícios e testes de forma de uma maneira confortável, e se necessário você receberá o atendimento adequado. Estas avaliações e testes são amplamente empregados em pesquisas e já foram realizados diversas vezes por nossa equipe, sendo extremamente seguros.

Durante as coletas de dados estará presente no LAPEX estará disponível uma linha telefônica para a necessidade de contatar o serviço de atendimento móvel de urgência (SAMU – 192). Os pesquisadores responsáveis por este projeto são o Professor Doutor Giovani dos

Santos Cunha e sua orientanda Karen de Lima Pereira, assim como outros alunos que estarão envolvidos na realização deste projeto, sendo todos capacitados para execução do estudo.

Os dados coletados neste estudo estarão em sigilo e de posse do responsável pelo estudo por no mínimo 5 anos, sendo que serão utilizados para questões vinculadas à pesquisa e área acadêmica, sendo que os mesmos só serão disponibilizados sob o seu consentimento. A participação neste estudo é absolutamente voluntária, sem qualquer tipo de gratificação, sendo que em qualquer momento deste projeto você poderá interrompê-la. Não haverá custos para você participar deste estudo, incluindo avaliações e outras despesas relacionadas ao projeto. Quaisquer custos de deslocamento, caso haja a necessidade, e/ou que se refere à ocorrência de evento adverso decorrente da pesquisa serão de responsabilidade dos pesquisadores responsáveis. Você terá direito a um relatório individual com os resultados de aptidão física relacionada à saúde, bem como a diversos indicadores de saúde.

O pesquisador responsável poderá ser contatado pelos telefones (51) 3308-5819, assim como sua orientanda pelo fone (55) 99101-8522 para esclarecer qualquer dúvida ou comunicar algum problema a respeito da sua participação nessa pesquisa. Também, se você sentir qualquer violação dos seus direitos, você poderá contatar o Comitê de Ética e Pesquisa da UFRGS, pelo telefone (51) 3308-3738. Qualquer evento adverso grave será informado ao CEP em menos de 48h seguintes a ocorrência. Durante o andamento desse estudo você poderá se recusar a prosseguir a qualquer momento e poderá pedir desligamento da pesquisa.

Uma via deste documento ficará com você e a outra ficará guardada com os pesquisadores desse projeto. Ambas as vias vão estar assinadas por você e pelo pesquisador responsável.

Tendo conhecimento integral das informações relativas à minha participação no referido projeto de pesquisa, eu _____ declaro minha concordância em participar do mesmo.

Porto Alegre _____ de _____ de _____

Assinatura do participante: _____

Nome do pesquisador: _____

Assinatura do pesquisador: _____

APÊNDICE – 3 TERMO DE ASSENTIMENTO

Você está sendo convidado a participar de um estudo intitulado “EFEITOS DAS DIFERENTES FORMAS DE MANIFESTAÇÕES DE FORÇA SOBRE OS PARÂMETROS NEUROMUSCULARES EM CRIANÇAS, JOVENS ADULTOS E IDOSOS”, com objetivo avaliar o comportamento da força muscular durante o processo de envelhecimento e tentar identificar quais variáveis podem explicar esse comportamento em crianças, jovens adultos e idosos, de ambos os sexos. Este estudo está vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ESEFID-UFRGS).

Para podermos conhecer melhor como seus músculos funcionam, precisamos realizar testes físicos como por exemplo: medir a quantidade de gordura, de músculo e ossos que você tem em seu corpo através de um equipamento de imagem, além da quantidade de força que você pode fazer em aparelhos de musculação computadorizados. Existem pequenos riscos relacionados à execução dos testes do estudo, como a possibilidade de ocorrerem desconfortos relacionado aos equipamentos, cansaço, dores musculares e articulares, uma vez que você estará fazendo esforço físico. No entanto, todos os esforços serão realizados no sentido de diminuir esses riscos através da avaliação de informações preliminares sobre a sua saúde e aptidão física.

Estas avaliações e testes são amplamente empregados em estudos e já foram realizados diversas vezes por nossa equipe, sendo seguros. Você receberá todas as explicações necessárias para realizar os testes de uma maneira confortável, e se necessário você receberá o atendimento adequado.

O estudo será realizado na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ESEFID/UFRGS), que se localiza na Rua Felizardo, 750, no bairro Jardim Botânico de Porto Alegre. As avaliações serão realizadas na mesma Escola, no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX), fone: (51) 33085819. As sessões terão duração em torno de 45 minutos a 60 minutos, e ambos serão ministrados por um professor de Educação Física capacitado e acompanhado por um dos pesquisadores responsáveis por este projeto. Este estudo é de autoria de Karen de Lima Pereira, sob orientação do professor Giovani dos Santos Cunha, que poderão instruir quanto as eventuais dúvidas em qualquer momento do estudo.

A sua participação neste estudo é absolutamente voluntária, sem qualquer tipo de gratificação. Contudo, os custos com o deslocamento até o Laboratório de Pesquisa do Exercício na Escola de Educação Física da UFRGS será de responsabilidade dos pesquisadores, caso haja a necessidade. Você terá direito a um relatório individual com os resultados de sua força muscular, bem como, da quantidade de gordura, músculo e ossos que tem em seu corpo.

Você é livre para realizar quaisquer perguntas antes, durante e após o estudo, estando livre para abandonar o estudo, pois não ficaremos bravos com você caso deseje desistir de participar. O seu nome não será divulgado em nenhum momento do estudo. Acredito ter entendido todas as informações que eu li ou foram lidas para mim sobre o Projeto intitulado: “EFEITOS DAS DIFERENTES FORMAS DE MANIFESTAÇÕES DE FORÇA SOBRE OS PARÂMETROS NEUROMUSCULARES EM CRIANÇAS, JOVENS ADULTOS E IDOSOS”.

Ficaram claros para mim quais os objetivos deste estudo, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos. Ficou claro também, que minha participação neste estudo é absolutamente voluntária, sem qualquer tipo de gratificação.

Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar meu assentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades, prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o assentimento do adolescente para a participação neste estudo.

Nome do Participante		Data
Assinatura		

Nome do Pesquisador	Data

ANEXOS

ANEXO - 1 QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA (PAR-Q)

PAR-Q

Physical Activity Readiness Questionnaire
QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA

Este questionário tem objetivo de identificar a necessidade de avaliação clínica e médica antes do início da atividade física. Caso você marque um SIM, é fortemente sugerida a realização da avaliação clínica e médica. Contudo, qualquer pessoa pode participar de uma atividade física de esforço moderado, respeitando as restrições médicas.

O PAR-Q foi elaborado para auxiliar você a se auto-ajudar. Os exercícios praticados regularmente estão associados a muitos benefícios de saúde. Completar o PAR-Q representa o primeiro passo importante a ser tomado, principalmente se você está interessado em incluir a atividade física com maior frequência e regularidade no seu dia a dia.

O bom senso é o seu melhor guia ao responder estas questões. Por favor, leia atentamente cada questão e marque SIM ou NÃO.

- | SIM | NÃO | |
|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 1. Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema cardíaco e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2. Você sente dor no tórax quando pratica uma atividade física? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 3. No último mês você sentiu dor torácica quando não estava praticando atividade física? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 4. Você perdeu o equilíbrio em virtude de tonturas ou perdeu a consciência quando estava praticando atividade física? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 5. Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia ser agravado com a prática de atividades físicas? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 6. Seu médico já recomendou o uso de medicamentos para controle da sua pressão arterial ou condição cardiovascular? |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 7. Você tem conhecimento de alguma outra razão física que o impeça de participar de atividades físicas? |

Declaração de Responsabilidade

Assumo a veracidade das informações prestadas no questionário "PAR-Q" e afirmo estar liberado(a) pelo meu médico para participação em atividades físicas.

Nome do(a) participante:

Nome do(a) responsável se menor de 18 anos:

Data

Assinatura
(Assinatura do Responsável no caso de menor de 18 anos)

ANEXO - 2 QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO CURTA (IPAQ)



QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO CURTA -

Nome: _____
Data: ____ / ____ / ____ Idade : ____ Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: ____ Minutos: ____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar

CENTRO COORDENADOR DO IPAQ NO BRASIL– CELAFISCS -
INFORMAÇÕES ANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO DE RESULTADOS NO BRASIL
Tel-Fax: – 011-42298980 ou 42299643. E-mail: celafiscs@celafiscs.com.br
Home Page: www.celafiscs.com.br IPAQ Internacional: www.ipaq.ki.se

moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentado durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?
_____ horas _____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?
_____ horas _____ minutos

PERGUNTA SOMENTE PARA O ESTADO DE SÃO PAULO

5. Você já ouviu falar do Programa Agita São Paulo? () Sim () Não

6.. Você sabe o objetivo do Programa? () Sim () Não

CENTRO COORDENADOR DO IPAQ NO BRASIL – CELAFISCS -
INFORMAÇÕES ANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO DE RESULTADOS NO BRASIL
Tel-Fax: – 011-42298980 ou 42299643. E-mail: celafiscs@celafiscs.com.br
Home Page: www.celafiscs.com.br IPAQ Internacional: www.ipaq.ki.se