

*Universidade
Católica de
Brasília*

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
STRICTO-SENSU EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Mestrado

**ASSOCIAÇÃO ENTRE FENÓTIPOS MUSCULARES E
VARIÁVEIS DA APTIDÃO FÍSICA AERÓBIA EM
MULHERES IDOSAS**

Autor: Antônio Marcos Motta

Orientador: Prof. Dr. Francisco José Godim Pitanga

Brasília
2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Dissertação de autoria de Antônio Marcos Motta, intitulada, “ASSOCIAÇÃO ENTRE FENÓTIPOS MUSCULARES E VARIÁVEIS DA APTIDÃO FÍSICA AERÓBIA EM MULHERES IDOSAS”, requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação Física, defendida e aprovada em, ____ de _____ de 2008, pela banca examinadora constituída por:

Profº Dr. Francisco José Godim Pitanga
Orientador

Profº Dr. Francisco Martins

Profº Dr. Ricardo Jacó de Oliveira

BRASÍLIA
2008

ANTONIO MARCOS MOTTA

ASSOCIAÇÃO ENTRE FENÓTIPOS MUSCULARES E VARIÁVEIS DA APTIDÃO
FÍSICA AERÓBIA EM MULHERES IDOSAS

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação Física da Universidade Católica de Brasília (UCB) para obtenção do Grau de Mestre.

Orientador: Dr. Francisco José Godim Pitanga

BRASÍLIA

2008

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a:

Algumas pessoas especiais que Deus colocou na minha vida. A ajuda de vocês, o carinho, a amizade e a compreensão foram determinantes para que eu chegasse até aqui. O caminho foi árduo, cheio de espinhos, mas não poderia deixar de falar o quanto valeu à pena, o quanto foi bonito e gratificante passar por tudo isso, quantas pessoas maravilhosas tive a oportunidade de conhecer e, mesmo aqueles que se opuseram, foram importantes, pois serviram de aprendizado e motivação para nunca desistir frente às adversidades.

Francisco José Bastos. Querido tio, exemplo de homem, de pai e filho, de profissional e acima de tudo de ser humano. Sua ajuda foi fundamental em vários aspectos. Quando abriu as portas do seu escritório para que eu pudesse estudar, a ajuda financeira, enfim, obrigado de coração por ser um dos responsáveis pela realização desse sonho;

Ao meu querido chefe (Oldemar Spínola), gostaria que soubesse do meu respeito e admiração por você. A sua história de vida, a sua conduta ética e moral, as suas atitudes de humanidade são exemplos que observo e procuro segui-los. Sem o seu carinho e amizade e principalmente pela ajuda em vários aspectos, talvez conseguisse, mas seria muito mais difícil. Agradeço-te meu querido pai de coração por ter segurado a minha mão em tantos momentos difíceis e por tudo que até hoje tem feito por mim. Moras em meu coração e és muito especial. Fica aqui o meu sincero muito obrigado;

Ao professor mestre e colaborador Ricardo Moreno Lima, saiba meu amigo que nessa trajetória tão sonhada você foi decisivo para que tudo isso esteja acontecendo. Além de abrir as portas da sua casa e me hospedar quando cheguei a Brasília, Fui contemplado com a sua amizade, carinho e respeito. Isso foi o mais importante, pois me senti seguro e muito a vontade ao seu lado. Sem falar da excelente orientação e da paciência que teve sempre comigo, essa dissertação é sua. Obrigado mesmo de coração por tudo. Desejo o que há de melhor e sei que pela pessoa que é Deus vai sempre te proteger e ajudar. É merecedor dos melhores bancos das universidades em nosso país;

Ao amigo e irmão de coração Paulo Russo Segundo, conviver com esse ser humano singular foi um presente de Deus. Abriu as portas da sua casa para mim. Esteve ao meu lado sempre e me fez sorrir a todo o momento com o seu jeito Paulo de ser. Aprendi com o Paulo a ser uma pessoa melhor, a valorizar primeiro as qualidades dos seres humanos, a andar bem humorado e acreditando sempre. Obrigado meu querido amigo, não teria palavras para dizer o quanto é especial e importante para mim. Deus te abençoe;

Ao professor doutor Ricardo Jacó Oliveira, reconheço e admiro o seu bom trabalho frente ao nosso programa de pós-graduação *Strictu-Senso* em Educação Física. Agradeço por nunca abandonar os seus alunos e por fomentar pesquisa e extensão dentro da nossa querida Universidade. Agradeço por me estender as mãos em um momento tão difícil e delicado. Obrigado pela ajuda e por conduzir de forma tão responsável o nosso curso;

Ao meu irmão Jose Eduardo Motta (*in memorian*), você teve uma breve passagem nesse plano e infelizmente não teve muitas oportunidades de ser feliz e aproveitar aquilo que é dado por Deus de mais sagrado que é a vida. Gostaria de ter convivido e curtido mais você, mas infelizmente isso não foi possível. Peço desculpas pelo que deixei de fazer para ajudá-lo, mas saiba que sempre te amarei. Que Deus esteja sempre ao seu lado na eternidade da vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus pela vida, pelo amor que me ensinou a ter no coração, por ter colocado pessoas especiais no meu caminho e por estar sempre ao meu lado nos piores momentos da minha vida e nunca ter permitido que eu desistisse de lutar para alcançar meus objetivos;

Aos amigos especiais Oldemar e Ana Spínola, Joel e Yara por inúmeras razões, inclusive pela grande paciência e compreensão que sempre tiveram comigo quando não podia dar aula devido ao mestrado. Das palavras de incentivo e conforto e, principalmente, pela confiança que depositaram no meu trabalho. Fica aqui o meu muito obrigado de coração;

Aos amigos e família brasileiro Paulo russo (oxente my Love), Rafael (Rafilsks), Carlos Ernesto (Carlão), Marcelo Magalhães (Ogrinho), Jeeser (cabecinha de cearense) que foram grandes companheiros nessa jornada. Agradeço de coração por tudo. Pelo carinho, amizade, abrigo, as idas e vindas ao aeroporto para me buscarem, a me aturarem (essa foi a pior parte). Queridos vocês são muito especiais e ofereço, também, esse mestrado a todos. Serão sempre lembrados por mim, não saberia como retribuir essa amizade tão preciosa;

Aos amigos do LAFIT, que me trataram com carinho e respeito me deixando sempre à vontade. Sou grato por isso. Aprendi muito nesse laboratório e conseqüentemente com todos vocês;

À família do Rafilsks (papai e mamãe) e irmãos (Dani e Marcelo), não tenho palavras para agradecer a receptividade, o carinho e por me deixarem sempre à vontade nesse lar abençoado por Deus. Ofereceram-me uma cama quentinha e um aconchego de família. Fica aqui o meu muito obrigado;

Ao professor George Oliveira e ao curso de Fisiopatologia Aplicada, fundamental na minha formação. Suas aulas e dedicação enquanto professor serviram de exemplo para a minha vida profissional. Ficam aqui meus sinceros agradecimentos.

Aos queridos e prestativos funcionários do mestrado em Educação Física, principalmente a Cida, sempre atenciosa e com muitas palavras de carinho que minimizavam nossas angústias e pela pessoa maravilhosa que é, sempre nos atendia com um sorriso. Ao Weslen, pela amizade e prestatividade, sempre disposto a nos ajudar. À Sabrina, mesmo com tão pouco tempo na secretaria do mestrado, já nos conquistou com seu jeito atencioso nos ajudando a resolver nossos problemas. Fica aqui o meu muito obrigado de coração;

Ao professor Francisco Pitanga, que aceitou esse desafio de me orientar até o fim, fica aqui o meu muito obrigado;

À Debora Fonseca Motta, por tentar me proporcionar momentos agradáveis e pelo amor que busca me oferecer, obrigado de coração pelas coisas boas que fez por mim e pelos bons momentos que passamos juntos. Além de me ajudar com muita paciência na diagramação desse trabalho.

Ao professor Dr. Herbert Gustavo Simões, por ter permitido que eu participasse do seu grupo de estudo e pesquisa quando tinha disponibilidade. Um exemplo de profissional que me oportunizou muitos aprendizados em fisiologia do exercício e avaliação funcional;

A todo corpo docente e aos colegas do mestrado em Educação Física da Universidade Católica de Brasília;

À Universidade Católica de Brasília por nos oferecer laboratórios e ensino de excelência. Por incentivarem os programas de pesquisa e extensão, principalmente no nosso mestrado e doutorado. Essa atitude vem contribuindo muito para formação de profissionais mais bem preparados.

À Risoleta Caldas (Riso), sempre muito prestativa e carinhosa comigo. Sempre me ajudando e facilitando as coisas para que eu tivesse condições apropriadas para estudar. Sem falar da sua torcida e incentivo para que eu galgue um lugar ao sol. Meu muito obrigado de coração.

À minha adorada tia Heda, por sempre me ajudar e me escutar nos momento que mais precisei, por sempre me receber em sua casa de portas abertas e fazer com que eu saísse de lá sempre melhor de como entrei. Muito obrigado tia por tudo.

Ao amigo e professor Kiko Borges, que permitiu que eu nadasse na sua piscina e me sentisse muito melhor depois de me exercitar. Gosto muito das suas aulas de Educação Física e do ambiente saudável que sempre proporcionou. Isso permitiu que a minha mente ficasse mais leve para encarar as dificuldades da vida, inclusive a confecção desse estudo.

Ao professor José Galdino, por fomentar sempre a busca pelo conhecimento de excelência e estimular a pesquisa e extensão desde a época de faculdade. Agradeço pela oportunidade de ter sido seu aluno e monitor na disciplina Fisiologia do Exercício.

Por fim, agradeço a todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indireta para que esse sonho fosse realizado. A participação no mestrado começou com a minha primeira professora, que foi fundamental para me alfabetizar, com isso, dando início a uma vida longa debruçada nos livros e artigos. Não pensem que a história acaba aqui, estamos apenas começando, sempre é tempo de aprender e de ensinar. A partir desse momento nossa responsabilidade só aumento, temos um papel perante a sociedade de socializar conhecimento e contribuir sempre para melhorar a educação no nosso país.

Muito abrigado a todos pelo carinho e por sempre me fazer acreditar que era possível. Um beijo no coração de cada um de vocês.

“Não basta ensinar ao homem uma especialidade, porque se tornará assim uma máquina utilizável e não uma personalidade. É necessário que adquira um sentimento, um senso prático daquilo que vale a pena ser empreendido, daquilo que é belo, do que é moralmente correto”.

(Albert Einstein.)

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	12
LISTA DE TABELAS	13
LISTA DE ABREVIATURAS	14
RESUMO	17
ABSTRACT	19
1. INTRODUÇÃO	21
2. OBJETIVOS	23
2.1. Objetivo geral	23
2.2. Objetivo específico	23
3. REVISÃO LITERATURA	24
3.1. Envelhecimento	24
3.2. Envelhecimento e exercício físico	25
3.3. Envelhecimento do sistema muscular	26
3.4. Sarcopenia	27
3.4.1. Sarcopenia e AVD's (atividades de vida diária)	29
3.4.2. Sarcopenia e densidade mineral óssea	30
3.4.3. Sarcopenia e temperatura corporal	30
3.4.4. Sarcopenia e resistência á insulina	31
3.4.5. Sarcopenia e taxa metabólica basal	32
3.4.6. Efeitos da sarcopenia sobre a capacidade aeróbica	32
4. METODOLOGIA	34
4.1. Tipo de estudo	34
4.2. Amostra populacional	34
4.3. Panorama do estudo	34
4.3.1. Cuidados éticos	35
4.3.2. Avaliação cardiorrespiratória	35
4.3.3. Avaliação da força muscular	38
4.3.4. Avaliação da composição corporal	40
4.4. Tratamento estatístico	42
5. RESULTADOS	43
5.1. Caracterização da amostra	43
6. DISCUSSÃO	49
6.1. Aspectos gerais	49
6.2. Mecanismos	51
6.3. Treinamento resistido	53
6.4. Originalidade do estudo	55
6.5. Limitações do estudo	55
7. CONCLUSÃO	56

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
9. ANEXOS	67
ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	67
ANEXO B – CARTA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA	73
ANEXO C – QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	74
ANEXO D – IPAQ.....	75

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Teste esrgoespirométrico com o equipamento utilizado no estudo (LAFIT).37
- Figura 2.** Curvas dos equivalentes ventilatórios de oxigênio e dióxido de carbono. Um dos critérios utilizados para identificação dos limiares ventilatórios.....37
- Figura 3.** Gráfico representando as curvas do $P_{et}O_2$ e $P_{et}CO_2$. Um dos critérios utilizados para identificação dos limiares.37
- Figura 4.** Aparelho isocinético biodex system 3 pro. Equipamento utilizado para avaliar a força muscular..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 5.** Voluntária no momento da realização do teste isocinético.39
- Figura 6.** DXA (absortometria por raios-x de dupla energia).....41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características da amostra estudada (n=176).	44
Tabela 2. Correlação entre pico de torque e variáveis na aptidão aeróbia.	45
Tabela 3. Correlação entre variáveis relacionadas à massa livre de gordura com variáveis da aptidão aeróbia.	46
Tabela 4. Características dos participantes de acordo com a classificação de sarcopenia.	47
Tabela 5. Regressão logística para a associação entre sarcopenia e baixo pico de torque com o tempo de teste e consumo de oxigênio pico. Resultados são expressos em odds ratio (intervalo de confiança a 95%).	48

LISTA DE ABREVIATURAS

AHA = American Heart Association;

DC_{max} = Débito Cardíaco Máximo;

Dif. a-vO₂ = Diferença arteriovenosa de oxigênio;

DMO = Densidade Mineral Óssea;

DXA = Absortometria por raios-X de Dupla Energia (do inglês, Dual-energy X - ray Absorptiometry);

ECG = Eletrocardiograma;

IMC = Índice de Massa Corporal;

IPAQ = Questionário Internacional de Atividade Física (do inglês, *International Physical Activity Questionnaire*);

LAFIT = Laboratório de avaliação física e treinamento;

LEEFS = Laboratório de Estudos em Educação Física e Saúde;

LV₁ = Limiar Ventilatório 1;

LV₂ = Limiar Ventilatório 2;

LV₁T = Tempo de Teste em que Ocorreu o Primeiro Limiar Ventilatório;

LV₂T = Tempo de Teste em que Ocorreu o Segundo Limiar Ventilatório;

LV₁VO₂A = Consumo de Oxigênio Absoluto no Limiar Ventilatório 1;

LV₁VO₂R = Consumo de Oxigênio Relativo no Limiar Ventilatório 1;

LV₂VO₂A = Consumo de Oxigênio Absoluto no Limiar Ventilatório 2;

LV₂VO₂R = Consumo de Oxigênio Relativo no Limiar Ventilatório 2;

MGLA = Massa Livre de Gordura Apendicular;

MLG = Massa Livre de Gordura;

MLGT = Massa Livre de Gordura Total;

NAF = Nível de Atividade Física;

PetCO₂ = Pressão Expirada Final de Dióxido de Carbono;

PetO₂ = Pressão Expirada Final de Oxigênio;

PSE = Percepção Subjetiva de Esforço;

PT = Pico de Torque;

PT% = Pico de Torque Relativo;

TBM = Taxa Metabólica Basal;

Tmax = Tempo Total do Teste;

TTG = Teste de Tolerância à Glicose;

UCB = Universidade Católica de Brasília;

VCO_2 / VO_2 = razão de troca respiratória;

VCO_2 = Produção de Dióxido de Carbono;

VE = Ventilação;

VE/VCO_2 = Equivalente Ventilatório de Dióxido de Carbono;

VE/VO_2 = Equivalente Ventilatório de Oxigênio;

VO_2 = Consumo de Oxigênio;

VO_{2max} = Consumo de Oxigênio Máximo;

$VO_{2\text{ pico A}}$ = Consumo de Oxigênio Absoluto no Pico de Esforço;

$VO_{2\text{ pico R}}$ = Consumo de Oxigênio Relativo no Pico de Esforço;

RESUMO

O envelhecimento é um processo inexorável e está associado com um declínio progressivo das funções fisiológicas e modificações importantes na composição corporal. A diminuição da capacidade aeróbia máxima (VO_2 pico), a perda de massa livre de gordura (MLG) e força muscular são exemplos de algumas alterações que acometem os idosos, mesmo quando estão engajados em programas de exercícios físicos. Essa perda de massa muscular e força, fenômeno conhecido como sarcopenia, pode influenciar a capacidade aeróbia dessa população. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi verificar a associação entre fenótipos relacionados ao sistema muscular com variáveis da aptidão física aeróbia em mulheres idosas. Participaram da investigação 176 voluntárias com idade média $66,7 \pm 5,46$ anos. Todas as voluntárias foram submetidas a uma avaliação cardiorrespiratória. A força muscular foi avaliada utilizando-se um dinamômetro isocinético e a avaliação da composição corporal foi realizada por meio do absorptometria por raios-x de dupla energia (DXA). Para examinar o relacionamento entre os fenótipos musculares com as variáveis obtidas no teste de esforço cardiopulmonar (TEC), foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson. A comparação do desempenho no teste de esforço cardiopulmonar entre as voluntárias classificadas como sarcopênicas e as não assim classificadas foi examinada por meio do teste t de Student não pareado. Para verificar a associação entre força muscular e aptidão aeróbia, foi calculada a odds ratio com intervalo de confiança a 95%. O nível de significância foi um valor de ($p \leq 0,05$). As análises foram realizadas no software SPSS for Windows versão 12.0 e o software STATA versão 7.0. Como resultado do presente estudo, as variáveis pico de torque (PT) e pico de torque relativo (PT%) correlacionaram-se positiva e significativamente com as variáveis relacionadas à aptidão aeróbia, com exceção no pico de torque percentual e a variável VO_2 (L/min) no limiar ventilatório 1 (LV_1). As variáveis relacionadas à MLG correlacionaram-se positiva e significativamente com as obtidas no TEC. Entretanto, nem sempre esse relacionamento ocorreu de forma significativa. Os indivíduos sarcopênicos apresentaram PT significativamente inferior quando comparados aos não-sarcopênicos. Em se tratando das variáveis relacionadas à aptidão aeróbia, os indivíduos sarcopênicos apresentaram valores significativamente menores para as seguintes variáveis: VO_2 (L/min) no LV_1 , no LV_2 e no momento da exaustão, e VO_2 pico ($ml.kg.min^{-1}$). Os indivíduos com baixo PT apresentaram um risco significativamente maior 2,47 (1,17 – 5,20) e 3,29 (1,56 – 6,92)

para apresentar baixo tempo de teste e baixo $VO_{2\text{ pico}}$, respectivamente. Por fim, os achados do presente estudo confirmam evidências prévias de que a manutenção da força e massa magra com o avançar da idade são importantes para a concomitante manutenção da capacidade aeróbia. Contudo, pode-se concluir que, de uma forma geral, os fenótipos relacionados ao sistema muscular apresentaram uma correlação positiva e estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) com as variáveis da aptidão física aeróbia obtidas em um TEC em mulheres idosas. As idosas sarcopênicas apresentam força inferior quando comparados às não-sarcopênicas, assim como, apresentam menores índices da capacidade aeróbia. Adicionalmente, a baixa força muscular contribui para um baixo tempo de teste e baixo $VO_{2\text{ pico}}$.

PALAVRAS CHAVE: Aptidão aeróbia, Envelhecimento, Sarcopenia, Fenótipos musculares, Treinamento resistido.

ABSTRACT

Aging is an inexorable process and is associated with a progressive decline of physiological functions and important changes in body composition. The decrease in maximum aerobic capacity (peak VO_2), the loss of muscle strength and fat-free mass (MLG) are examples of some changes that affect the elderly, even when they are engaged in programs of physical exercise. This loss of muscle mass and strength, a phenomenon known as sarcopenia, can influence the aerobic capacity of the population. Thus, the purpose of this study was to investigate the association between phenotypes related to the muscular system with variables of aerobic fitness in older women. 176 volunteers participated in the research with an average age 66.7 ± 5.46 years. All volunteers were subjected to a cardiorespiratory evaluation. Muscle strength was assessed by using an isokinetic dynamometer and evaluation of body composition was performed by dual energy X-ray absorptiometry (DXA). To examine the relationship between the phenotypes muscle with the variables obtained in cardiopulmonary test (CT), was used Pearson correlation coefficient. The comparison of performance in CT between sarcopênicas classified as voluntary and not so classified was examined by the Student t test not paired. The relationship between low muscle strength and low aerobic fitness, it was calculated the rate of prevalence and the confidence interval to 95%. The level of significance was a value of ($p \leq 0.05$). The tests were performed in the software SPSS for Windows version 12.0 and STATA software version 7.0. As a result of this study, the variables torque peak (TP) and torque peak relative (TP%) were positively and significantly related to aerobic fitness, except in TP% and the VO_2 (L/min) in ventilatory threshold (LV_1). Variables related to FFM positively and significantly correlated with those obtained in the CT. Sarcopenic subjects showed significantly lower TP when compared to non-Sarcopenic ones and had significantly values for the following variables related to aerobic fitness: VO_2 (L/ min) in the LV_1 in LV_2 and at the time of exhaustion, and VO_2 peak (ml.kg.min^{-1}). Individuals with low TP had a significantly higher risk of showing low test time (OR=2.47; 95% CI 1.17 to 5.20) and low peak VO_2 (OR=3.29; 95% CI 1.56 to 6.92). The findings in this study confirm previous evidence that maintaining the strength and lean mass with age is important for the simultaneous maintenance of aerobic capacity. It can be therefore conclude that, as a whole, the phenotypes related to the muscular system showed a positive and statistically significant ($p \leq 0.05$) with the aerobic fitness components found in a test of cardiopulmonary assessment in older women. Sarcopenic subjects were found to have

both lower strength and lower aerobic fitness when compared to non-sarcopenic ones. In addition, low muscle strength was shown to contribute to low test time and low VO₂ peak.

WORDS - KEY: Aerobic fitness, Aging, Sarcopenia, Phenotypes muscle, Resistance Training.

1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo inexorável que está associado com um declínio progressivo na maioria dos sistemas fisiológicos. Por exemplo, capacidade aeróbia máxima, geralmente expressada pelo consumo de oxigênio pico (VO_2 pico), declina com o avançar da idade, até mesmo em pessoas idosas que permanecem engajadas em programas regulares de exercícios aeróbios vigorosos (PROCTOR & JOYNER, 1997). Em um recente estudo longitudinal de 6 anos (HOLLENBERG et al., 2006), foi observado que o declínio em ambos os sexos ocorre em uma taxa de 18 e 24% por década de vida para mulheres e homens respectivamente. Esse processo requer atenção dos pesquisadores na medida em que indivíduos que mantêm adequada capacidade aeróbia tem menor probabilidade de morte por todas as causas bem como de doenças cardiovasculares (BLAIR et al., 1995). Entretanto, intervenções para manter ou restaurar níveis adequados de VO_2 pico são de grande importância.

De acordo com hábitos de estilo de vida, tal qual, prática de atividade física (ADES & TOTH, 2005), o envelhecimento orgânico fisiológico contribui com o declínio concomitante na capacidade aeróbia. VO_2 pico reflete o produto entre o débito cardíaco máximo e a capacidade máxima de extração de oxigênio (diferença arteriovenosa de oxigênio). Com o envelhecimento, há um declínio no desempenho cardiovascular, isto é, débito cardíaco máximo, volume sistólico e frequência cardíaca (FERRARI et al., 2003). A responsividade cardíaca ao estímulo beta adrenérgico está diminuída em indivíduos mais velhos. Por essa razão, a contratilidade miocárdica e taquicardia induzida pelo exercício estão enfraquecidas. (FLEGG et al., 1995). Deste modo, apesar de o envelhecimento atingir o ventrículo esquerdo, o mecanismo de Frank-Starling, não é suficiente para conferir níveis de débito cardíaco máximo em jovens. Além disso, o declínio na força e massa muscular, um processo amplamente referido como sarcopenia, pode também contribuir para o declínio associado à idade na aptidão aeróbia (FLEG & LAKATTA, 1988). Entretanto, esta observação não é consensual (PROCTOR & JOYNER, 1997). Diferentes abordagens metodológicas têm produzido resultados conflitantes e o papel da sarcopenia no declínio do envelhecimento permanece obscuro.

O treinamento de endurance é tipicamente visto como um meio efetivo para melhorar a capacidade aeróbia em sujeitos jovens ou idosos. (POEHLMAN et al., 2002; MALBUT et al., 2002). Consensualmente, é bem aceito que o treinamento resistido (TR) é uma forma de intervenção efetiva para controlar ou restringir a sarcopenia (TRAPPE et al., 2002). Isto tem sido demonstrado devido ao aumento na força e massa muscular como resultado de

programas de TR em indivíduos idosos. (HENWOOD et al., 2008). Contudo, em contraste ao treinamento de endurance, o TR não é consensualmente considerado capaz de alterar favoravelmente a capacidade aeróbia. De fato, estudos em sujeitos jovens e de meia idade têm falhado ao detectar a melhora induzida pelo TR no VO_2 pico (MARCINIK et al., 1991). Além do mais, são esperados valores de força normais em indivíduos jovens que não limite sua capacidade para desempenhar exercício aeróbio. Em outra direção, tem sido relatado que testes de exercício aeróbio em idosos pode ser comprometido pela fragilidade do músculo esquelético (FLEG & LAKATTA, 1988; BRAITH & VINCENT, 1999). Em associação com o fato de que a sarcopenia está possivelmente relacionada com o declínio da aptidão aeróbia, isto pode estar conjecturado que o TR pode aumentar a aptidão aeróbia em pessoas idosas.

Sendo assim, será que a massa muscular e força influenciam nas variáveis relacionadas à aptidão aeróbia? Como uma tentativa para ajudar a esclarecer o tema, esse será o foco de investigação do presente estudo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Verificar a associação entre fenótipos relacionados ao sistema muscular com variáveis da aptidão física aeróbia em mulheres idosas.

2.2. Objetivo específico

- Correlacionar a força muscular e a massa livre de gordura com variáveis obtidas em um teste de esforço cardiopulmonar.

- Comparar o desempenho obtido no teste de esforço cardiopulmonar entre as participantes classificadas como sarcopênicas e aquelas não classificadas como sarcopênicas.

- Verificar a associação entre sarcopenia e baixa aptidão física aeróbia.

- Verificar a associação entre baixa força muscular e baixa aptidão cardiorrespiratória.

3. REVISÃO LITERATURA

3.1. Envelhecimento

O envelhecimento é um processo complexo e inexorável que envolve muitos fatores como a genética, o estilo de vida e doenças-crônicas, atingindo todas as pessoas após a maturação. Esse processo, é o resultado de muitas alterações morfofuncionais que acontecerão, reduzindo de maneira negativa e significativa as capacidades das diversas funções orgânicas, tais quais, as cardiovasculares, neuromusculares, esqueléticas, endócrinas, psicológicas, entre outras e, bem como, o aparecimento de algumas doenças que são mais comuns nessa população, como as doenças do coração, alguns tipos de câncer, problemas de ordem osteomioarticulares, diabetes mellitus tipo 2, hipertensão arterial sistêmica, doença mental, entre outras (ACSM, 2000; VERAS, 1999).

Esta série de processos ocorre em organismos vivos e com o passar do tempo leva à perda de adaptabilidade, alteração funcional e eventualmente a morte. O alvo dos estudos tem sido pesquisar qual a melhor intervenção para que essa população alcance e/ou preserve a capacidade funcional. Ou seja, atenuar as limitações impostas pela idade. A capacidade funcional é descrita como a capacidade de manter as habilidades físicas e mentais com autonomia - capacidade de decisão e comando; e independência - capacidade de realizar algo com seus próprios meios (SHEPHARD, 1997).

No ano de 2030, o número de indivíduos acima de 65 anos pode alcançar 70 milhões somente nos Estados Unidos. Essa mudança demográfica não é privilégio apenas dos norte americanos. Esse crescimento da população vem ocorrendo na maioria das regiões do planeta. Como causas, temos o crescimento da indústria farmacêutica, que vem oferecendo medicamentos cada vez mais eficazes para o controle e tratamento das doenças crônico-degenerativas, controle e erradicação das doenças infecto-contagiosas e, com o avanço biotecnológico, cada vez mais os métodos diagnósticos estão mais sofisticados e precisos. Além do mais, o desenvolvimento de técnicas cirúrgicas cada vez mais modernas e eficientes acaba refletindo em um aumento expressivo na expectativa de vida da população mundial (SHEPHARD, 1997; MATSUDO, 2001). Outra situação que vem contribuindo, também, com o envelhecimento mundial é a diminuição da fertilidade entre as mulheres devido às mudanças de paradigmas e do novo contexto social proporcionado pela modernidade (RAMOS, 1993).

No Brasil a população também está envelhecendo. Em 1996 os idosos representavam 7,8 milhões de habitantes. Entre os anos de 1950 a 2020 estima-se o aumento de 16 vezes o número de pessoas com mais de 60 anos, que é o ponto de corte proposto pela Organização Mundial de Saúde - OMS para classificação da população como idosa. E as causas do envelhecimento no Brasil são as mesmas dos países desenvolvidos que foram supracitadas (OMS, 1997). No ano de 2030 o Brasil terá a sexta população mundial em número de idosos (RAMOS, 1993). Essa nova característica demográfica terá influência direta sobre o contexto sócio-cultural e econômico do País. Contudo, novas políticas de saúde pública deverão ser desenvolvidas de forma a suprir as necessidades de uma nova população que cresce.

3.2. Envelhecimento e exercício físico

Com o avanço da idade cronológica as pessoas tendem a se tornar mais sedentárias, ocasionando uma diminuição de suas capacidades físicas e, com as alterações psicológicas que acompanham a senescência (sentimento de velhice, estresse, depressão, isolamento social) interferem na diminuição das atividades físicas, tendo como conseqüências, aparição de doenças crônicas que contribuem na deteriorização do processo de envelhecimento (Matsudo et al., 2000).

A prática regular de atividade física ou exercício físico vem sendo estimulada pelos profissionais da área de saúde, tendo como pressuposto que a mesma tem papel importante na prevenção e tratamento de diversas doenças crônicas, tais quais, doenças cardiovasculares, diversos tipos de câncer, diabetes, saúde mental e sarcopenia, além do mais, atenuam os efeitos deletérios causados pelo envelhecimento (Kohl, 2001; Friedenreich, 2001; Thune & Furberg, 2001; Hu et al., 2001; Yaffe, 2001).

É importante diferenciar ambas as situações (atividade física e exercício físico), sendo que a atividade física é qualquer movimento corporal produzido pela musculatura esquelética que resulte em um gasto calórico acima dos níveis de repouso; e o exercício físico é uma atividade repetitiva, planejada, que tem como objetivo a manutenção e melhoria de um ou mais componentes da aptidão física (Caspersen et al., 1985). Sendo assim, nem toda atividade física é um exercício físico, mas todo exercício físico é uma atividade física.

A participação em atividade física regular (exercícios aeróbios e de força) fornece várias respostas favoráveis que contribuem para um envelhecimento saudável. Como observado no estudo de Frontera et al. (1988) foram acompanhados 12 idosos saudáveis com idade entre 60 e 72 anos que foram submetidos a 12 semanas de treinamento resistido onde os

participantes fizeram três séries de oito repetições a 80% de 1RM em cada sessão de intervenção. Houve um aumento de 107,4% da força nos músculos extensores do joelho esquerdo e um aumento de 226,7% da força nos músculos flexores do joelho esquerdo, ambos os resultados com significância estatística. Dados importantes, também, foram obtidos no estudo de Fiataroni et. al. (1990), no qual 10 idosos com idade média de 90,2 anos foram submetidos a 8 semanas de treinamento resistido, a carga inicial foi de 50% 1RM e ao término do estudo era de 80% 1RM, os resultados demonstraram ganhos de força e hipertrofia significativos sugerindo, também, segurança nesse tipo de exercício para essa população. Muitas têm sido descobertas recentemente de acordo com a adaptabilidade dos vários sistemas biológicos, assim como os meios em que o exercício regular pode influenciá-los (ACSM, 2000). As contribuições quanto ao papel do exercício físico relacionadas à saúde são bastante evidenciadas pela literatura, haja visto que o American College of Sports Medicine e a The American Heart Association criaram um documento com as recomendações de exercício físico quanto ao tipo e quantidade necessários para melhorar e manter a saúde da população adulta e idosa. Essas recomendações foram desenvolvidas por um grupo de cientistas com larga experiência em gerontologia, ciências do exercício, epidemiologia, ciência do comportamento e saúde pública. E tem como objetivo principal recomendar níveis de atividade física que sejam capazes de melhorar e manter a saúde da população de um modo geral.

3.3. Envelhecimento do sistema muscular

Todos os sistemas corporais estão susceptíveis e vulneráveis ao processo de envelhecimento. Entre os 25 e 65 anos de idade há uma diminuição substancial da massa magra (MG) ou massa livre de gordura (MLG) de 10 a 16% por conta das perdas na massa óssea, no músculo esquelético e na água corporal total (MATSUDO et al. 2000). A massa magra é constituída por água, vísceras, osso, tecido conectivo e músculo, sendo neste último onde ocorre a maior perda com o envelhecimento (cerca de 40%). Algumas alterações que acometem o tecido muscular foram observadas por Kamel (2002) que são decréscimo da massa muscular e da área de secção transversa; infiltração de tecido gorduroso e conectivo no músculo; decréscimo do tamanho e do número de fibras do tipo II; decréscimo do número de fibras do tipo I; desarranjo dos miofilamentos e das linhas Z dos sarcômeros; decréscimo do número de unidades motoras. A perda ou diminuição importante de massa muscular foi denominada de sarcopenia que segundo Roubenoff et al. (1997) são as alterações na quantidade e qualidade muscular que acompanham o envelhecimento. Essa diminuição do

tecido muscular inicia de maneira significativa por volta dos 50 anos e potencializa-se mais contundentemente aos 60 anos (DESCHENES, 2004). Os músculos estriados esqueléticos com suas importantes funções corporais (contração muscular, locomoção, produção de força e sustentação) podem ser mais bem adaptados quando estimulados em suas quatro qualidades físicas (força, potência, hipertrofia e resistência). A contração muscular, função primária do músculo esquelético, é definida como a ativação das fibras musculares com uma tendência das fibras se encurtarem, sendo precedida do evento mecânico uma sucessiva cascata de eventos elétricos (Faulkner, 2003). O músculo é constituído por diferentes tipos de fibras classicamente caracterizadas como fibras musculares do tipo I e do tipo II, sendo que as do tipo II podem ser classificadas em dois subtipos: tipos IIa e IIb. Nos mamíferos o número de fibras em um músculo é determinado no nascimento sofrendo pequenas alterações ao longo da vida, exceto em caso de lesões ou doenças. Em contraste com o que ocorre com as fibras musculares, o número de miofibrilas e, conseqüentemente, a área de secção transversal da fibra, aumenta com o crescimento normal ou devido à hipertrofia induzida pelo treinamento de força podendo atrofiar devido à imobilização, sedentarismo, lesão, doença ou pelo próprio processo de envelhecimento (Faulkner, 2003). As fibras do tipo IIb são as que mais sofrem alterações com o envelhecimento, elas chegam a representar 60% das fibras musculares em adultos jovens e tem um decréscimo importante ao longo da vida chegando apenas a 30% em indivíduos com 80 anos de idade. Há, portanto, uma redução significativa ao longo dos anos, caracterizando nos idosos movimentos mais lentos e uma redução importante na capacidade de produzir força e potência que são características peculiares desse tipo de fibra muscular (DESCHENES, 2004). O músculo tem um papel importante na melhoria e manutenção da qualidade de vida dessa população e quando comprometido afetam as atividades recreacionais, a alegria de viver e a independência dos idosos. Portanto, a diminuição da força e da potência contribui para o aumento do número de quedas e acidentes observados entre essa população (DESCHENES, 2004). Dados do estudo de Miller et al. (1978) observou que 20% dos idosos que tiveram fratura do quadril devido a quedas não recuperam a habilidade de caminhar. Dentre os vários fatores que contribuem para esse processo (hormonais e nutricionais, endócrinos, neurológicos e genéticos), o sedentarismo se encontra entre um dos mais importantes.

3.4. Sarcopenia

A idade avançada está associada com mudanças profundas na composição corporal (BAUMGARTNER, 1995). Uma mudança que está de modo crescente sendo reconhecida por ter conseqüências nos idosos é a perda de massa muscular e deterioração na qualidade do músculo (KAMEL, 2002). Este fenômeno foi chamado sarcopenia, termo criado por Rosenberg em 1989, oriundo do grego que significa “deficiência de carne” e denota o declínio de massa muscular e força que ocorrem com o envelhecimento saudável (ROUBENOFF, 2000). Sarcopenia está ligada a diversas limitações físicas e funcionais que pode prejudicar a qualidade de vida e aumentar os custos dos cuidados com a saúde dos indivíduos afetados (ALEXANDER et al., 1992; DUTTA, 1995). Isto, combinado com evidência crescente indicando uma prevalência elevada de graus clinicamente significativos de sarcopenia em idosos tornando a sarcopenia um importante problema de saúde pública.

A sarcopenia é dependente de fatores genéticos e ambientais e tem sido associada a diversos problemas de saúde, tais quais, osteoporose, intolerância à glicose, disfunção da termorregulação, diminuição da capacidade funcional e aumento do número de quedas trazendo conseqüências indesejáveis para esta população (FIATARONE et al., 1994; KENNEY et al., 1995). Algumas das suas possíveis causas incluem mudanças relacionadas ao envelhecimento, fatores tróficos hormonais, mudanças no consumo alimentar, metabolismo das proteínas, atrofia por desuso e diminuição das unidades motoras (DUTTA et al., 1995), estresse oxidativo aumentado, desregulação de citosinas catabólicas, alterações relacionada a idade na homeostase do cálcio e acoplamento excitação-contração, e redução da atividade física (ROUBENOFF, 2000; NAVARRO ET AL., 2001).

Os mecanismos possíveis para a diminuição da força, da massa e qualidade muscular incluem uma diminuição da inervação do músculo esquelético pelos motoneurônios alfa, declínio da densidade capilar e a atrofia seletiva das fibras musculares do tipo IIB (LEXELL, 1995). A perda da inervação pelo músculo constitui um prejuízo que tem como conseqüência a perda da capacidade de contração muscular, sem esse estímulo essencial que ocorre na junção mioneural ocorrerá uma deficiência de impulsos elétricos para o músculo com iminente atrofia por desuso. O declínio da densidade capilar acarretará em um menor aporte de oxigênio e nutrientes para o tecido diminuindo, assim, sua capacidade metabólica. Contudo uma variedade de estudos tem relatado uma associação das mudanças relacionadas com a idade nas variáveis força, massa e qualidade muscular com a diminuição da capacidade funcional, fisiológica e metabólica levando a incapacidade e morbidade na população idosa. Na última década, principais avanços em nossos conhecimentos sobre a patogênese da sarcopenia

têm ocorrido. Isto tem sido acompanhado por um interesse em explorar diferentes intervenções pra prevenir ou reverter à condição.

Ainda não há um consenso com relação à prevalência de sarcopenia. Por ainda não existir um ponto de corte definido para a transição da redução do tecido muscular fisiológica para a patológica entre os diversos grupos étnicos. Ainda não há dados disponíveis na literatura. Contudo, Baumgartner et al. (1998) classificou os indivíduos como tendo sarcopenia patológica aqueles que apresentavam uma massa muscular apendicular relativa mais do que dois desvios padrões abaixo da média de um grupo referencial de indivíduos jovens. Sabemos que a massa muscular apendicular corresponde ao somatório da massa muscular dos braços e das pernas. Sua relativização é feita dividindo pela estatura (em metros) elevando ao quadrado. O ponto de corte proposto por Baumgartner et al. (1998) foi de uma massa muscular apendicular relativa menor que 7,26 Kg/m² e menor que 5,45 Kg/m² para homens e mulheres, respectivamente.

A prevalência de sarcopenia por esta definição aumentou de 13-24% em pessoas com idade de 65-70 anos para acima de 50% daquelas mais velhas com idade de 80 anos de idade ou mais. Foi observada uma prevalência maior em homens do que nas mulheres. A presença de sarcopenia se associou com um risco 3 a 4 vezes maior para o desenvolvimento de alguma incapacidade, mesmo depois de ajustes para idade, sexo, obesidade, etnia, status sócio-econômico e estilo de vida saudável. Estudo realizado por Melton et al. (2000), usando uma definição similar a de Baumgartner, verificou a prevalência de sarcopenia em 699 indivíduos com idade superior a 65 anos. O método utilizado para estimar a massa muscular foi a Absortometria por raios-X de dupla energia (DXA). Nesse estudo foi encontrada uma prevalência de sarcopenia em torno de 6 a 15%. Outro achado do estudo foi que aqueles com diagnóstico de sarcopenia apresentavam uma quantidade maior de limitações funcionais e físicas quando comparados aos não-sarcopênicos. Contudo, muitos estudos disponíveis na literatura evidenciam que a sarcopenia é um problema relacionado com muitas desordens e a sua prevenção e tratamento deve ser feita o quanto antes para que a população não sofra das suas indesejáveis conseqüências.

3.4.1. Sarcopenia e AVD's (atividades de vida diária)

Os níveis reduzidos de massa muscular e força, características dos indivíduos sarcopênicos apresentam impacto negativo nas atividades de vida diária da população idosa. Mais do que 25% dos idosos têm dificuldades ou são incapazes de desempenhar atividades simples, tais quais, subir um lance de escadas, levantar um peso de 4,5 kg ou simplesmente levantar-se de uma cadeira (JANSSEN, 2006; JETTE & BRANCH, 1981; BASSEY et al.,

1992). Muitos especialistas atribuem esse fato à sarcopenia. O risco de quedas é uma preocupação muito grande nessa população, devido à fragilidade óssea e muscular que, em muitos casos, acompanham a senescência. Uma queda poderia causar fraturas graves e causar prejuízos na qualidade de vida dessa população. Alguns estudos como o de Whipple et al (1987), evidenciaram que a força muscular dos avaliados mostrou-se significativamente menor nos indivíduos que já tinham apresentado um evento de queda. Outra constatação importante observada foi a relação da baixa força muscular com a perda de autonomia para a realização das AVD's (HUBERT et al., 1993).

Algumas propostas de intervenção têm sido sugeridas para prevenir a perda da capacidade funcional nessa população, contudo, o treinamento resistido parece ser o mais indicado para preservar ou restaurar a perda de massa muscular dos idosos e conseqüentemente, preservar sua autonomia e independência. Entretanto, alguns cuidados devem ser tomados acerca dessa população. Sendo assim, é possível compreender que a preservação da força muscular na terceira idade é de fundamental importância para a manutenção ou menor declínio na capacidade funcional que surge com o envelhecimento (BRILL et al., 2000).

3.4.2. Sarcopenia e densidade mineral óssea

A diminuição da massa óssea e deterioração da microarquitetura do tecido ósseo com concomitante aumento da fragilidade caracterizam-se como osteoporose (PINHEIRO, 2001). Nesse sentido muitos fatores contribuem para determinar o pico de massa óssea: genética, hormônios circulantes, nutrição adequada (principalmente a ingestão de cálcio) e nível de atividade física (NAF), (ACSM, 2000). No entanto, alguns estudos mostram uma correlação positiva entre sarcopenia e densidade mineral óssea (JACOBSON et al., 1984). Esses estudos observaram, com base em seus resultados, que a força associou-se com a densidade mineral óssea (DMO), mesmo após ajustes para diferentes variáveis (tempo de menopausa, NAF, reposição hormonal). Portanto, como a força muscular tem uma relação direta com a área de secção transversa do músculo, percebe-se que, muito provavelmente, os baixos níveis de força, que é um quadro comum em indivíduos sarcopênicos, refletem em uma diminuição na DMO. Contudo, mas pesquisas são necessárias para elucidar essa questão.

3.4.3. Sarcopenia e temperatura corporal

O músculo estriado esquelético possui muitas funções que vão além do processo contrátil para que haja movimento corporal. Duas funções importantes atribuídas a esse tecido

são a contribuição para manutenção da temperatura corporal e para o processo de termorregulação (TONNER et al., 1986). Sendo assim, ambientes frios causam prejuízos para os indivíduos com pouca massa muscular ou sarcopênicos, pois haverá um prejuízo na capacidade de produção de calor, resultando em um isolamento térmico periférico deficiente. Já em ambientes com temperaturas mais elevadas, haverá um aumento da temperatura interna, resultando em uma sobre carga orgânica para essa população (DAVY E SEALS, 1994).

3.4.4. Sarcopenia e resistência á insulina

A resistência a insulina é uma anormalidade freqüente em diabéticos tipo 2 (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 1996). Essa anormalidade metabólica reduz em 35-40% o nível de consumo da glicose pela célula quando comparado com indivíduos não diabéticos (CARO et al., 1989). Esse consumo é mediado pela insulina e ocorre primariamente no músculo esquelético e está diretamente relacionado com a quantidade de massa muscular e inversamente associado com a gordura corporal (YKI-JARVINEN & KOIVISTO, 1983). Portanto, o tecido muscular responde primariamente pelo “turn over” da glicose plasmática, sugerindo que a diminuição do tecido muscular resultante do envelhecimento ou de outros fatores tenha alguma associação com a resistência à insulina ou à intolerância à glicose. A insulina é um hormônio protéico produzido nas células beta do pâncreas que tem como principal função mediar a entrada da glicose plasmática para dentro das células insulino-dependentes. Esse processo ocorre quando o hormônio se liga ao seu receptor de membrana e sinaliza para que ocorra uma série de reações em cascata de fosforilação até a translocação da proteína transportadora de glicose (GLUT4) para a membrana celular. Esse processo é responsável pela entrada da glicose na célula, onde a mesma vai ser transformada em glicogênio ou ser utilizada de imediato para transformação de energia (CLINTON, 2004). Nesse sentido, Bloesch et al. (1988) investigaram a associação entre alterações na composição corporal decorrente do envelhecimento com a tolerância à glicose em 24 indivíduos divididos em dois grupos. O primeiro grupo era composto por 12 jovens (25 ± 1 anos de idade) e o outro grupo era composto por 12 idosos (73 ± 1 anos de idade). Em ambos foi observado similaridade à massa corporal, entretanto os idosos apresentaram maior massa de gordura corporal quando comparados com o grupo de jovens. Conseqüentemente, apresentaram intolerância à glicose após teste de intolerância à glicose (TTG). Os autores sugerem que essa desordem metabólica seja devido a uma menor massa livre de gordura encontrada nos idosos. Entretanto, serão necessárias futuras pesquisas para estabelecer qual a melhor forma de tratamento, como

também verificar se o exercício resistido pode prevenir ou até mesmo reverter esse quadro, já que esse tipo de exercício é o mais indicado para aumentar a massa livre de gordura.

3.4.5. Sarcopenia e taxa metabólica basal

Todos os processos metabólicos do corpo acabam resultando na produção de calor (McARDLE, 2003). A taxa metabólica basal (TMB) é a quantidade de energia necessária para a manutenção das funções vitais do organismo, sendo medida em condições padrão de jejum, repouso físico e mental em ambiente tranquilo com controle de temperatura, iluminação e sem ruído (BURSZTEIN et al., 1989). A sua medição pode ser feita através da análise direta de calor produzido pelo organismo (calorimetria direta) ou pelo cálculo de calor indiretamente (calorimetria indireta) a partir da análise de gases, consumo de oxigênio (O_2) e produção de dióxido de carbono (CO_2), tanto para fins diagnósticos quanto para nutricionais. A TMB é o principal componente do gasto energético diário. Podendo representar de 50% do gasto diário em indivíduos muito ativos fisicamente e 70% nos indivíduos sedentários do total de energia gasta diariamente (McARDLE, 2003). Alguns fatores influenciam a TMB, dentre eles a massa livre de gordura responde por grande parte, principalmente em situações de repouso (TATARANI & RAVUSSIN, 1995). Com o processo de envelhecimento, há um declínio da TMB e uma concomitante perda de massa muscular. Como esse tecido é metabolicamente ativo, sugere-se que uma diminuição importe na sua constituição tenha uma importante influência no declínio do metabolismo. Nesse sentido, Poehlman et al. (1993) avaliaram a TMB e massa magra em 183 mulheres saudáveis (idade entre 18 e 81 anos) observaram que ambos declinam com o envelhecimento. Os autores relataram que esse declínio da TMB foi explicado principalmente pela perda de massa magra.

Os dados disponíveis mostram que a preservação da massa muscular pode minimizar o declínio da TMB, com isso, é necessário intervenções que atenuem esse declínio, pois a perda muscular tem um efeito negativo em vários aspectos da saúde.

3.4.6. Efeitos da sarcopenia sobre a capacidade aeróbica

A capacidade aeróbia máxima ($VO_{2\ max}$) diminui progressivamente com a idade (3). A sua magnitude depende de fatores genéticos e ambientais, como o nível de atividade física realizado pelo indivíduo (FLEG & LAKATA, 1998). Nos homens esse declínio é mais acentuado do que nas mulheres. O $VO_{2\ max}$ é determinado pela capacidade do sistema cardiovascular de prover sangue oxigenado aos músculos ativos, como refletido no débito cardíaco máximo (DC_{max}), e na capacidade do músculo em atividade de extrair oxigênio do

sangue, como manifestado na diferença arteriovenosa de oxigênio (Dif. a-vO₂), (WEISS et al., 2006).

Sendo assim, uma diminuição acentuada na massa livre de gordura poderá trazer repercussões negativas no que concerne a capacidade aeróbia, pois o tecido muscular é um sítio metabólico ativo, no qual possui muitas enzimas oxidativa e mitocôndrias, que são fundamentais para aperfeiçoar os processos de transferência de energia no organismo. Ratificando essa hipótese, Fleg and Lakata (1998) sugerem que as bases fisiológicas para essa associação é adotada por ter uma relação direta entre massa muscular esquelética e a sua capacidade sobre o consumo de oxigênio para o metabolismo energético. Entretanto, a MLG também pode estar relacionada aos fatores da circulação central conhecidos por influenciar a capacidade aeróbia máxima. Portanto, Weiss et al., (2006), também explicam essa diminuição da capacidade aeróbia pela limitada capacidade do coração senescente gerar altos níveis de débito cardíaco ou pela reduzida diferença arteriovenosa de oxigênio. Alguns autores, também observaram que, MLG está fortemente relacionada com o volume sanguíneo entre humanos adultos sedentários de diferentes idades. Pela razão do volume sanguíneo poder exercer uma importante influência no volume sistólico ventricular esquerdo que é um determinante direto do DC (HUNT et al., 1998).

Proctor & Joyner (1997) estudaram a relação entre redução da aptidão aeróbia e MLG em idosos. Eles observaram que os níveis reduzidos do VO₂ máx sofrem influência da composição corporal, principalmente pela perda de massa muscular. Contudo, pode-se concluir que a sarcopenia tem uma forte influência no declínio da capacidade aeróbia, pois a literatura tem sugerido que a reduzida força e massa muscular característica dos idosos, contribuem para o declínio da capacidade aeróbia. Portanto é importante a adoção de medidas preventiva e terapêuticas para minimizar os efeitos da sarcopenia e melhorando a expectativa e qualidade de vida dessa população.

4. METODOLOGIA

4.1. Tipo de estudo

O presente estudo apresenta corte transversal, sendo as variáveis dependentes os índices obtidos no teste ergoespirométrico, e as variáveis independentes o pico de torque isocinético e a massa livre de gordura, avaliados, respectivamente, pelo dinamômetro isocinético e pelo DXA.

4.2. Amostra populacional

A amostra do presente estudo foi composta por idosas recrutadas da comunidade local e participantes de um projeto de pesquisa desenvolvido pelo Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação Física da Universidade Católica de Brasília (UCB). Elas foram contatadas através de um convite via ligações telefônicas, nas quais as participantes recebiam uma breve explicação do estudo. Após a aplicação dos critérios de exclusão, um total de 176 voluntárias com idade média de $66,7 \pm 5,46$ anos fizeram parte do estudo. Os critérios de exclusão adotados no presente estudo foram os seguintes: indivíduos com implante de prótese metálica, com implante de marca-passo artificial, que fizeram cirurgia de prótese do quadril, as que eram incapazes de caminhar sem a ajuda adicional de terceiros, as que faziam uso de medicamentos beta-bloqueadores e as que apresentaram quaisquer desordens metabólicas ou endócrinas conhecidas em afetar o sistema músculo-esquelético. Cada voluntário respondeu um questionário de histórico médico (anamnese), sobre terapia de reposição hormonal, hábitos de estilo de vida e uso de medicamentos. As características da amostra estão apresentadas na tabela 1.

Após uma breve explanação sobre os objetivos, procedimentos envolvidos, benefícios e riscos possíveis sobre o protocolo do estudo, um termo de consentimento livre e esclarecido foi lido e assinado por cada participante da pesquisa. Os procedimentos e delineamento do estudo foram submetidos e subseqüentemente aprovados pelo comitê de ética da Universidade Católica de Brasília (UCB-DF) antes do início da coleta de dados.

4.3. Panorama do estudo

Inicialmente, todos os participantes foram convidados a participar de uma palestra sobre a relação e implicações existentes entre atividade física e saúde. As que mostraram

interesse em participar do estudo foram convidadas para uma segunda visita, na qual assinaram o termo de consentimento e foi realizada a aplicação da anamnese. Para as voluntárias que apresentaram os requisitos de participação na presente pesquisa foram agendadas três visitas aos laboratórios: Avaliação Cardiorrespiratória, Avaliação da Força Muscular e Avaliação da Composição Corporal. Algumas das voluntárias realizaram avaliação da força e da composição corporal no mesmo dia, entretanto, no dia da Avaliação Cardiorrespiratória nenhum outro procedimento era agendado. Para cada voluntária, todas as três avaliações eram realizadas em um período de tempo não superior a dez dias, durante o qual eram instruídas a não alterar suas rotinas diárias habituais.

4.3.1. Cuidados éticos

Devido às características fisiológicas dos indivíduos, avaliou-se que a coleta de dados não teve impacto negativo sobre o voluntário, a família ou o meio em que ele vive. Contudo, os dados coletados são confidenciais com acessibilidade, apenas, aos pesquisadores responsáveis e ao próprio voluntário. Antes do início da pesquisa, foi dada entrada junto ao comitê de ética da Universidade Católica de Brasília (UCB). Após aprovação do protocolo utilizado na pesquisa, foi iniciado o recrutamento dos voluntários.

Os voluntários foram convidados a assinar um termo de consentimento livre e esclarecido, no qual continha todas as informações sobre a pesquisa, tais quais, vantagens e desvantagens. Cada participante tinha total liberdade para aceitar ou recusar o armazenamento e utilização dos dados, assim como, serem voluntários da pesquisa. A autorização se deu através da assinatura no termo de consentimento livre e esclarecido. Todos os dados obtidos através dos testes aplicados nos voluntários poderão ser utilizados para futuras publicações em artigos e revistas científicas especializadas, sendo omitida a identidade de todos os voluntários.

4.3.2. Avaliação cardiorrespiratória

Toda a amostra foi submetida a um teste de esforço cardiopulmonar com a finalidade de obter índices da aptidão aeróbia. O exame foi realizado em uma esteira rolante (modelo RT 300 Pro, Moviment, Brasil). Os procedimentos foram conduzidos no Laboratório de Estudos em Educação Física e Saúde (LEEFS), o qual é climatizado em torno dos 22°C e apresenta os equipamentos e medicações necessárias para uma eventual situação de emergência. Monitoração eletrocardiográfica (ECG Digital, Micromed, Brasil) foi realizada antes, durante e depois do esforço físico obedecendo a seguinte seqüência lógica: repouso (12 derivações

padrão), durante toda a realização do esforço (três derivações: CM5, D2M e V2M) e 06 minutos de recuperação. O exame foi supervisionado por um médico cardiologista e foi conduzido sob o protocolo de rampa previamente elaborado para que a exaustão ocorresse entre 08 e 12 minutos. O mesmo protocolo foi seguido por todas participantes. A cada dois minutos a pressão arterial foi mensurada utilizando-se um esfigmomanômetro de coluna de mercúrio, e a percepção subjetiva de esforço (PSE) monitorada utilizando-se como instrumento a escala de Borg original. Durante a realização do esforço, as voluntárias respiraram através de uma máscara de silicone (Hans Rudolf, Alemanha). O consumo de oxigênio (VO_2), a produção de dióxido de carbono (VCO_2) e a ventilação pulmonar (VE) foram mensurados, a cada ciclo respiratório, através de um analisador de gases (Metalyzer 3b, CórteX, Alemanha). O *software* utilizado para gerenciar o exame foi o Ergo PC Elite *for Windows* (Micromed, Brasil), o qual controla a velocidade e inclinação da esteira através de interface de comunicação com o computador.

Adotou-se o ponto de corte da American Heart Association (1972) para classificação do nível de aptidão cardiopulmonar, onde $VO_{2max} \text{ ml.Kg.min}^{-1} < 13 =$ aptidão muito fraca, de 13 a 17 = fraca, 18 a 23 = Regular, 24 a 34 = Boa e $> 35 =$ Excelente. Os limiares ventilatórios foram identificados na amostra usando os seguintes critérios abaixo de acordo com:

- Limiar Ventilatório 1 (LV_1):

1. Perda de linearidade entre produção de VCO_2 e o consumo de VO_2 , denominada razão de troca respiratória (VCO_2/VO_2);
2. Menor valor da $PetO_2$ precedendo seu sistemático aumento;
3. Perda da linearidade entre ventilação (VE) e o VO_2 , observada a partir dos equivalentes ventilatórios de oxigênio (VE/VO_2) e de dióxido de carbono (VE/VCO_2).

- Limiar Ventilatório 2 (LV_2):

1. Verificação do maior valor da $PetCO_2$ precedendo sua queda sistemática e/ou
2. Perda da linearidade da relação entre VE e VCO_2 verificada a partir do equivalente ventilatório de dióxido de carbono (VE/VCO_2).

O consumo de oxigênio pico (VO_2 pico) foi considerado como a média do consumo de oxigênio durante os 20 segundos finais de exercício. Finalmente, para verificar associação com os fenótipos musculares, foram utilizadas como variáveis dependentes:

- Tempo de teste em que ocorreu o primeiro limiar ventilatório (LV_1T);
- Consumo de oxigênio, expresso de forma absoluta (L/min), no momento em

que ocorreu o primeiro limiar ventilatório (LV_1VO_2A);

- Consumo de oxigênio, expresso de forma relativa ($ml/kg/min^{-1}$), no momento em que ocorreu o primeiro limiar ventilatório (LV_1VO_2R);
- Tempo de teste em que ocorreu o segundo limiar ventilatório (LV_2T);
- Consumo de oxigênio, expresso de forma absoluta (L/min), no momento em que ocorreu o segundo limiar ventilatório (LV_2VO_2A);
- Consumo de oxigênio, expresso de forma relativa ($ml/kg/min^{-1}$), no momento em que ocorreu o segundo limiar ventilatório (LV_2VO_2R);
- Tempo total de teste (Tmax);
- Consumo de oxigênio pico expresso de forma absoluta (L/min) ($VO_{2\text{ pico A}}$);
- Consumo de oxigênio pico expresso de forma relativa ($ml/kg/min^{-1}$) ($VO_{2\text{ pico R}}$).

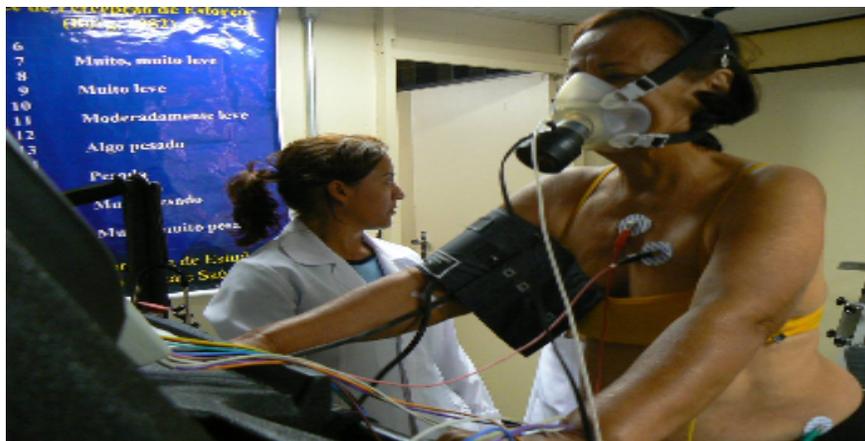


Figura 1. Teste esgoespirométrico com o equipamento utilizado no estudo (LAFIT).

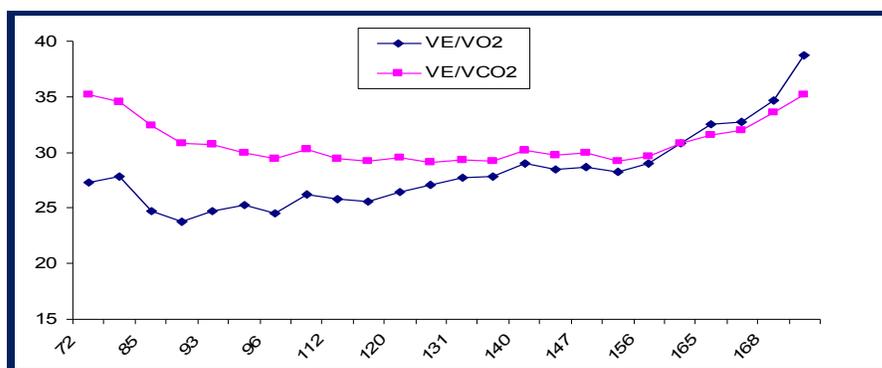


Figura 2. Curvas dos equivalentes ventilatórios de oxigênio e dióxido de carbono. Um dos critérios utilizados para identificação dos limiares ventilatórios.

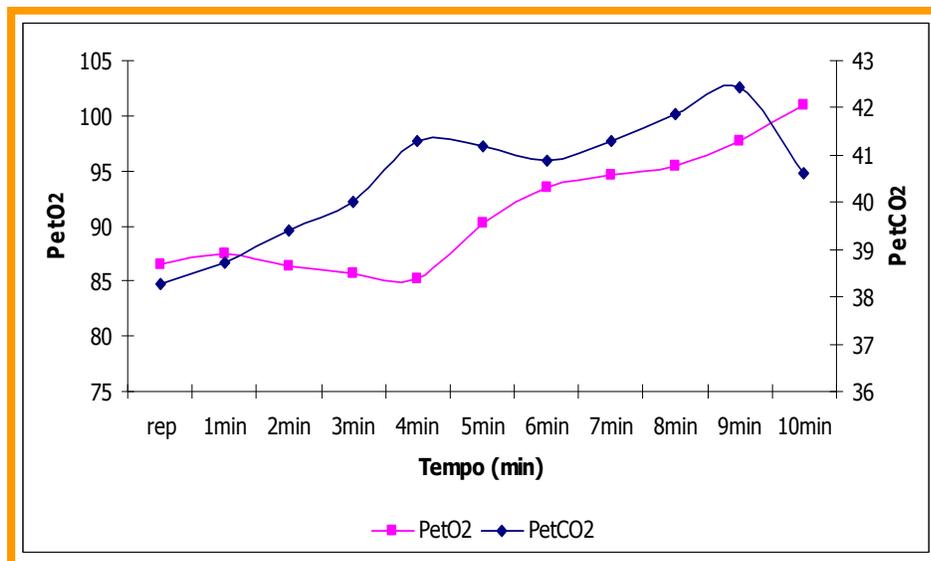


Figura 3. Gráfico representando as curvas do PetO₂ e PetCO₂. Um dos critérios utilizados para identificação dos limiares.

4.3.3. Avaliação da força muscular

Como índice da força muscular foi avaliado o desempenho muscular isocinético do quadríceps utilizando-se o dinamômetro isocinético Biodex System 3 Pro (*Biodex Medical Systems, New York, USA*) do Laboratório de avaliação física e treinamento (LAFIT) da Universidade Católica de Brasília (UCB-DF). Antes da realização do teste, foi oferecido um período de aquecimento específico para membros inferiores no próprio equipamento, como também, uma familiarização prévia ao teste. As voluntárias ficaram em posição de sedestração no dinamômetro isocinético. A coxa, tronco e pelve foram estabilizadas com cintos, para o isolamento do grupo muscular que seria recrutado, eliminando assim uma possível contribuição de grupos musculares acessórios. Realizou-se um alinhamento do eixo articular e do eixo de rotação. O braço de resistência foi posicionado na região distal da tíbia, utilizando como referência anatômica o maléolo medial. Cada etapa do teste e a execução correta do movimento foram previamente descritas verbalmente para as voluntárias. Antes do início do teste, para melhor compreensão da execução do mesmo e familiarização com o aparelho, foi possibilitada uma execução experimental seguida de um período de descanso. O protocolo consistiu de três séries de quatro repetições com intervalo de trinta segundos, na velocidade angular de 60°/s. Considerou-se como o pico de torque (PT) o valor mais alto da curva de força, no momento da extensão do joelho do membro inferior dominante. Este valor foi ainda relativizado à massa corporal e expresso como pico de torque percentual (PT%).

Nesse sentido, PT e PT% representaram variáveis independentes durante as análises. Estímulos verbais foram oferecidos durante a execução do teste.



Figura 4. Aparelho isocinético Biodex System 3 pro. Equipamento utilizado para avaliar a força muscular.



Figura 5. Voluntária no momento da realização do teste isocinético.

4.3.4. Avaliação da composição corporal

As medidas de composição corporal foram realizadas no laboratório de imagens da Universidade Católica de Brasília (UCB). No momento inicial, foram detectados os valores antropométricos de massa corporal dos voluntários através de uma balança digital de marca Fiziola com capacidade máxima de 150 quilogramas (kg) e uma precisão de 50 gramas (g), a estatura foi medida por um estadiômetro acoplado à balança, sendo os resultados expressos em metros (m), e com precisão de 0,1 centímetros (cm). Em seguida foi calculado o índice de massa corporal (IMC) utilizando a seguinte equação: $IMC = \text{Massa Corporal} / \text{Estatura}^2$.

A composição corporal foi mensurada através de absorptometria por raios-x de dupla energia (DXA), utilizando o equipamento de marca Lunar, modelo DPX-IQ (Lunar Corporation, Madison, WI, USA), com software 4.7e. Esse equipamento permite diferenciar três compartimentos em apenas uma aquisição. Além de estimar a densidade mineral óssea, massa gorda e massa livre de gordura, também mensuram minerais e lipídios circulantes, sendo um método não-invasivo e seguro. Este método expõe o avaliado a mínima quantidade de radiação de 38 e 70 keV, e os exames são realizados em um período de tempo relativamente curto (aproximadamente 25 minutos). Os raios-X são emitidos a partir de uma fonte por baixo do sujeito e passam através dele. Os raios-X atenuados, após passarem através dos sujeitos, são medidos por um detector discriminatório de energia situado acima do sujeito, no braço de escaneamento. Este aparelho realiza, a cada intervalo de 1 cm, escaneamentos transversos do corpo com 120 *pixels* (o menor ponto que forma uma imagem digital) cada, que produzem dados da proporção de atenuação (LOHMAN, 1996). Alguns estudos validaram o método para avaliar a massa livre de gordura corporal em idosos, como o de Visses et al. (1999) que avaliou 60 idosos (70-79 anos) fazendo uma comparação com a tomografia computadorizada. Wang et al. (1996) também compararam esses dois modelos de avaliação da massa livre de gordura, concluindo ser o DXA um bom método para essa finalidade. Adicionalmente, Hansen et al. (1999) demonstraram que o método é considerado válido para avaliar a composição corporal em mulheres idosas. Os índices obtidos através desta técnica que entraram como variáveis dependentes nas análises foram:

- Massa Livre de Gordura Total (MLGT): tecido não ósseo livre de gordura de corpo inteiro expresso em kg;
- Massa Livre de Gordura Total relativa (MLGT relativa): tecido não ósseo livre de gordura de corpo inteiro dividido pela estatura ao quadrado, expresso em kg/m². Trata-se de uma equação análoga ao IMC, que elimina diferenças MLGT decorrentes de diferenças de estatura;

- Massa Livre de Gordura Apendicular (MLGA): tecido não ósseo livre de gordura apendicular. Refere-se ao somatório da massa livre de gordura dos membros inferiores e dos membros superiores expresso em kg;
- Massa Livre de Gordura Apendicular relativa (MLGA relativa): tecido não ósseo livre de gordura apendicular dividido pela estatura ao quadrado, expresso em kg/m^2 . Trata-se de uma equação análoga ao IMC, que elimina diferenças na MLGA decorrentes de diferenças de estatura.

O percentual de gordura obtido através do DXA foi utilizado com a finalidade de melhor caracterizar a amostra.

Ao ser colocada na máquina, a voluntária estava com o corpo plano em decúbito dorsal, centralizado com a linha medial da capa do *scanner* e em relação às laterais da mesa, com sua cabeça, aproximadamente, a 2,5 cm abaixo da linha horizontal superior da capa do *scanner*. A posição dos braços estava ao lado do corpo, com as palmas das mãos apoiadas na mesa do aparelho sem que houvesse contato com o corpo. Os membros inferiores encontravam-se estendidos, sendo utilizada uma fita de velcro para mantê-los próximos e dar suporte aos pés de forma que ficassem numa angulação de 45° com relação ao plano vertical. As avaliações foram realizadas pelo mesmo técnico devidamente treinado para esse procedimento.

Para diagnóstico de sarcopenia, foi utilizado o ponto de corte proposto por Baumgartner et al. (1995) que é caracterizado por uma massa muscular apendicular relativa (corresponde ao somatório da massa muscular dos braços e pernas e sua relativização se faz dividindo pela estatura em metros elevada ao quadrado) menor que $5,45 \text{ kg/m}^2$.



Figura 6. DXA (absortometria por raios-x de dupla energia).

4.4. Tratamento estatístico

Após a verificação da distribuição normal das variáveis sob estudo, as análises foram conduzidas utilizando-se testes paramétricos. Os dados são apresentados através de procedimentos da estatística descritiva, mais especificamente, média e desvio padrão. Para examinar o relacionamento entre os fenótipos musculares com as variáveis obtidas no teste de esforço cardiopulmonar, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson. A comparação do desempenho no teste de esforço cardiopulmonar entre as voluntárias classificadas como sarcopênicas e as não assim classificadas foram examinadas por meio do teste t de Student não pareado. Para verificar a associação entre sarcopenia e baixa aptidão física aeróbia, bem como a associação entre força muscular e aptidão aeróbia, calculou-se a odds ratio com o intervalo de confiança a 95%. Nesse sentido, baixa força muscular e baixa aptidão física aeróbia foram definidas como as voluntárias pertencentes ao quartil inferior da presente amostra. O nível de significância adotado foi um valor de $P \leq 0,05$. As análises foram realizadas no software SPSS for Windows versão 12.0 e o software STATA versão 7.0.

5. RESULTADOS

5.1. Caracterização da amostra

Nesta sessão, em um primeiro momento, serão apresentados os dados referentes às características descritivas, considerando-se médias e desvios-padrão de todas as variáveis avaliadas. A Tabela 1 apresenta as características antropométricas (estatura, peso corporal, IMC, MLGT, MLGT Relativa, MLGA e MLGA Relativa, e percentual de gordura); medidas obtidas com o dinamômetro isocinético (PT e PT%), variáveis hemodinâmicas (frequência cardíaca e pressões sanguínea sistólica e diastólica), e cardiorrespiratórias coletadas no teste de esforço cardiopulmonar (tempo até exaustão, consumo de oxigênio pico absoluto e relativo). Nenhuma intercorrência foi observada durante a aplicação do teste de esforço em esteira ou teste no dinamômetro isocinético.

Tabela 1. Características da amostra estudada (n=176).

Variável	Média	± DP
Idade (anos)	66,7	5,46
FC (bpm)	74,26	11,1
PT (Nm)	95,96	22,87
PT relativo ao peso corporal (%)	147,55	30,51
MLGT (kg)	37,17	4,19
MLGA (kg)	14,32	1,94
MLGA relativa (kg)	6,12	0,66
MLGT relativa (kg)	15,91	1,36
Peso (kg)	64,65	10,36
Estatura (m)	1,52	0,06
IMC (kg/m ²)	27,69	3,95
% Gordura	39,62	5,96
PAS (mmHg)	126,11	16,23
PAD (mmHg)	77,72	9,22
VO _{2pico} (L/min)	1,11	0,25
VO _{2pico} (ml.kg.min ⁻¹)	17,19	3,25

FC = Frequência Cardíaca; **PT** = Pico de Torque; **PT%** = Pico de Torque Percentual; **MLGT** = Massa Livre de Gordura Total; **MLGA** = Massa Livre de Gordura Apendicular; **IMC** = Índice de Massa Corporal; **PAS** = Pressão Arterial Sistólica; **PAD** = Pressão Arterial Diastólica; **VO_{2pico}(L/min)** = Consumo de Oxigênio pico Absoluto; **VO_{2máx}(ml.kg.min⁻¹)** = Consumo Oxigênio pico Relativo.

A tabela 2 apresenta a correlação entre pico de torque (PT) e variáveis da aptidão aeróbia. Em relação ao PT, as análises foram realizadas tanto com os valores absolutos como relativos ao peso corporal. Em relação às variáveis da aptidão aeróbia, as análises incluíram tempo de teste, consumo de oxigênio expresso de forma absoluta (L/min) e relativo ao peso corporal (ml.kg.min⁻¹) em três momentos: Limiar Ventilatório 1, Limiar Ventilatório 2 e Exaustão. As variáveis PT absoluto e relativo correlacionaram-se positiva e significativamente com as variáveis relacionadas à aptidão aeróbia, com exceção no pico de torque percentual e a variável consumo de oxigênio absoluto no limiar ventilatório 1.

Tabela 2. Correlação entre pico de torque e variáveis na aptidão aeróbia.

Variáveis	PT (Nm)	PT%
LV ₁ T (segundos)	0,29*	0,35*
LV ₁ VO ₂ (ml.kg.min ⁻¹)	0,19*	0,21*
LV ₁ VO ₂ (L/min)	0,46*	0,09
LV ₂ T (segundos)	0,31*	0,42*
LV ₂ VO ₂ (ml.kg.min ⁻¹)	0,26*	0,30*
LV ₂ VO ₂ (L/min)	0,56*	0,16*
Tmáx (segundos)	0,33*	0,42*
VO ₂ Pico (L/min)	0,61*	0,21*
VO ₂ Pico (ml.kg.min ⁻¹)	0,33*	0,37*

* Correlação significativa entre as variáveis ($P \leq 0,05$)

LV₁ T = Tempo do Limiar Ventilatório 1; LV₁ VO₂ (ml.kg.min⁻¹) = Consumo de Oxigênio Relativo no Limiar Ventilatório 1; LV₁ VO₂ (L/min) = Consumo de Oxigênio Absoluto do Limiar Ventilatório 1; LV₂ T = Tempo no Limiar Ventilatório 2; LV₂ VO₂ (ml.kg.min⁻¹) = Consumo de Oxigênio Relativo no Limiar Ventilatório 2; LV₂ VO₂ (L/min) = Consumo de Oxigênio Absoluto no Limiar Ventilatório 2; Tmáx. = Tempo Máximo de Teste em segundos; VO₂ Pico (L/min) = Consumo de Oxigênio Pico Absoluto; VO₂ Pico (ml.kg.min⁻¹) = Consumo de Oxigênio Pico Relativo; PT = Pico de Torque; PT% = Pico de Torque Percentual.

A tabela 3 apresenta a correlação entre variáveis relacionadas à MLG com as obtidas através do teste de esforço cardiopulmonar. Brevemente, as variáveis de MLG foram: MLGT, MLGT relativa, MLGA e MLGA relativa. As variáveis relacionadas à aptidão aeróbia foram as mesmas descritas no parágrafo anterior. De uma forma geral, as variáveis relacionadas à MLG correlacionaram-se positiva e significativamente com as obtidas no teste de esforço cardiopulmonar. Entretanto, nem sempre esse relacionamento ocorreu de forma significativa o que pode ser observado com mais objetividade na tabela 3.

Tabela 3. Correlação entre variáveis relacionadas à massa livre de gordura com variáveis da aptidão aeróbia.

Variáveis	MLGT	MLGT Relativa	MLGA	MLGA Relativa
LV ₁ T (segundos)	0,10	-0,01	0,17*	0,10
LV ₁ VO ₂ (ml.kg.min ⁻¹)	0,19*	0,01	0,23*	0,09
LV ₁ VO ₂ (L/min)	0,61*	0,35	0,51*	0,28*
LV ₂ T (segundos)	0,06	-0,04	0,15*	0,10
LV ₂ VO ₂ (ml.kg.min ⁻¹)	0,16*	-0,03	0,26*	0,13
LV ₂ VO ₂ (L/min)	0,63*	0,34*	0,58*	0,34*
T _{máx} (segundos)	0,04	-0,05	0,14	0,10
VO ₂ Pico (L/min)	0,65*	0,37*	0,60*	0,36*
VO ₂ Pico (ml.kg.min ⁻¹)	0,19*	-0,01	0,29*	0,16*

* Correlação significativa entre as variáveis ($P \leq 0,05$)

LV₁ T = Tempo do Limiar Ventilatório 1; **LV₁ VO₂ (ml.kg.min⁻¹)** = Consumo de Oxigênio Relativo no Limiar Ventilatório 1; **LV₁ VO₂ (L/min)** = Consumo de Oxigênio Absoluto no Limiar Ventilatório 1; **LV₂ T** = Tempo do Limiar Ventilatório 2; **LV₂VO₂(ml.kg.min⁻¹)** = Consumo de Oxigênio Relativo no Limiar Ventilatório; **LV₂ VO₂ (L/min)** = Consumo de Oxigênio Absoluto no Limiar Ventilatório 2; **T_{máx}** = Tempo Máximo de Teste. **MLGT** = Massa Livre de Gordura Total; **MLGT Relativa** = Massa Livre de Gordura Total Relativa; **MLGA** = Massa Livre de Gordura Apendicular; **MLGA Relativa** = Massa Livre de Gordura Apendicular Relativa.

A tabela 4 apresenta as características da amostra de acordo com a classificação de sarcopenia proposta por Baumgartner et al. (1998). Foi observado que 28 participantes foram classificados como sarcopênicos o que representou uma prevalência de 15,9 %. O teste T para amostras independentes revelou que não houve diferença significativa de idade entre os grupos, porém, os indivíduos sarcopênicos apresentaram PT significativamente inferior quando comparados aos não-sarcopênicos, sendo esta observação pertinente tanto ao PT absoluto com ao PT relativo ao peso corporal. Em se tratando das variáveis relacionadas à aptidão aeróbia, os indivíduos sarcopênicos apresentaram valores significativamente menores para as seguintes variáveis: VO₂ absoluto (L/min) no LV1, no LV2 e no momento da exaustão, e VO₂ pico relativo (ml.kg.min⁻¹).

Tabela 4. Características dos participantes de acordo com a classificação de sarcopenia.

Variáveis	Sarcopênicos	Não-Sarcopênicos
N (%)	28 (15,9)	148 (84,1)
Idade (anos)	66,52 ± 5,32	68,25 ± 6,14
PT	74,32 ± 15,60*	100 ± 21,72
PT (%)	129,98 ± 22,50*	158,87 ± 30,75
LV ₁ T (s)	287,85 ± 87,32	292,82 ± 98,31
LV ₁ VO ₂ (ml.kg.min ⁻¹)	12,24 ± 2,44	12,66 ± 2,45
LV ₁ VO ₂ (L/min)	0,71 ± 0,21*	0,83 ± 0,19
LV ₂ T (s)	485,78 ± 95,16	503,40 ± 115,88
LV ₂ VO ₂ (ml.kg.min ⁻¹)	15,09 ± 2,90	15,87 ± 3,00
LV ₂ VO ₂ (L/min)	0,87 ± 0,23*	1,05 ± 0,22
Tmáx (s)	562,71 ± 119,42	591,92 ± 127,03
VO ₂ Pico (L/min)	0,93 ± 0,24*	1,15 ± 0,24
VO ₂ Pico (ml.kg.min ⁻¹)	16,11 ± 3,0*	17,38 ± 3,27

* Correlação significativa entre as variáveis ($P \leq 0,05$)

PT = Pico de Torque; **PT (%)** = Pico de Torque Percentual; **LV₁ T** = Tempo do Limiar Ventilatório 1; **LV₁ VO₂ (ml.kg.min⁻¹)** = Consumo de Oxigênio Relativo do Limiar Ventilatório 1; **LV₁ VO₂ (L/min)** = Consumo de Oxigênio Absoluto do Limiar Ventilatório 1; **LV₂ T** = Tempo do Limiar Ventilatório 2; **LV₂VO₂ (ml.kg.min⁻¹)** = Consumo de Oxigênio Relativo do Limiar Ventilatório 2; **LV₂ VO₂ (L/min)** = Consumo de Oxigênio Absoluto do Limiar Ventilatório 2; **Tmáx** = Tempo Máximo do Teste; **VO₂ Pico (L/min)** = Consumo de Oxigênio Pico Absoluto; **VO₂ Pico (ml.kg.min⁻¹)** = Consumo de Oxigênio Pico Relativo.

A tabela 5 apresenta a associação entre sarcopenia, baixo PT absoluto e baixo PT relativo ao peso corporal com baixo tempo de teste e baixo VO₂ pico, sendo esta associação examinada por meio da regressão logística. Foram considerados baixos valores de PT, tempo de teste e VO₂ pico, aqueles enquadrados no quartil inferior da presente amostra. Nesse sentido, os valores abaixo do qual o indivíduo era classificado como baixo foram 81Nm, 129,65%, 15,16 ml.kg.min⁻¹ e 494 segundos para o PT absoluto, PT relativo ao peso corporal, VO₂ pico e tempo de teste, respectivamente.

Tabela 5. Regressão logística para a associação entre sarcopenia e baixo pico de torque com o tempo de teste e consumo de oxigênio pico. Resultados são expressos em odds ratio (intervalo de confiança a 95%).

	Baixo Tempo de Teste	Baixo VO ₂ pico
Sarcopenia	1,32 (0,53 – 3,28)	1,32 (0,53 – 3,28)
Baixo PT Absoluto	2,47 (1,17 – 5,20)*	3,29 (1,56 – 6,92)*
Baixo PT Relativo	5,09 (2,39 – 10,82)*	5,91 (2,76 – 12,64)*

* Denota que a associação é estatisticamente significativa ($P \leq 0,05$).

6. DISCUSSÃO

6.1. Aspectos gerais

O presente estudo teve como objetivo principal verificar a associação entre os fenótipos relacionados ao sistema muscular (PT, PT%, MLGT, MLGT relativa, MLGA, MLGA relativa) com variáveis da aptidão física aeróbia (LV_1 T, LV_1 VO_2 ml.kg.min⁻¹ LV_1 VO_2 L/min, LV_2 T, LV_2 VO_2 ml.kg.min⁻¹ LV_2 VO_2 L/min, T_{máx}, VO_2 Pico L/min, VO_2 Pico ml.kg.min⁻¹), em mulheres idosas. Dentre os objetivos específicos propostos foi verificada a correlação entre força muscular e MLG com as supracitadas variáveis do teste de esforço cardiopulmonar. Foi feita uma comparação do desempenho obtido no teste de esforço cardiopulmonar entre as participantes classificadas como sarcopênicas e não sarcopênicas. E por fim, foi verificada a associação entre sarcopenia e baixa aptidão física aeróbia e entre baixa força muscular e baixa aptidão cardiorrespiratória. Em conjunto, os achados do presente estudo confirmam evidências prévias de que a manutenção da força e massa magra com o avançar da idade é importante para a concomitante manutenção da capacidade aeróbia.

Alguns estudos foram realizados com o intuito de verificar a associação entre fenótipos musculares e aptidão aeróbia, porém, a abordagem utilizada na presente investigação a tornam diferenciada. Por exemplo, os estudos disponíveis adotam como índice da capacidade aeróbia o VO_2 máximo e/ou tempo até a exaustão. Além dessas variáveis, o presente estudo analisou também a associação com o limiar ventilatório, que é definido como a intensidade do exercício na qual o aumento na ventilação torna-se desproporcional ao aumento na produção de potência e velocidade de locomoção durante um teste de esforço incremental (MacIntosh, 2003). A importância de se estudar o limiar ventilatório está no fato de que esta variável se correlaciona, por exemplo, com o desempenho de endurance (MACINTOSH, 2003) e com a sobrevida em pacientes com insuficiência cardíaca (WASSERMAN et al., 2002).

Outro aspecto original do presente estudo foi a comparação da capacidade aeróbia entre idosos sarcopênicos e não-sarcopênicos. Após uma ampla revisão de literatura, não foi encontrado nenhum estudo delineado com este propósito. Nesse sentido, Baumgartner et al. (1998) propuseram um ponto de corte abaixo do qual o indivíduo era classificado como sarcopênico. O ponto de corte foi definido por uma MLGA relativa abaixo de dois desvios padrão de um grupo de referência composto por jovens, o que, para as mulheres, correspondeu a um valor abaixo de 5,45 kg/m². Utilizando esta abordagem, foi verificado que

idosas sarcopênicas apresentam valores de força muscular significativamente menores que as não sarcopênicas. Adicionalmente, alguns índices da aptidão aeróbia, a exemplo do $VO_{2\text{pico}}$, mostraram-se significativamente inferiores nas sarcopênicas.

Embora alguns estudos busquem esclarecimentos acerca da relação aptidão aeróbia e força muscular através do exercício físico, poucos são os que investigaram essa relação entre os indivíduos sarcopênicos e não-sarcopênicos. Os principais achados do presente estudo demonstram que as variáveis relacionadas aos fenótipos musculares, de um modo geral, apresentaram uma correlação positiva e significativa com as variáveis do teste de aptidão cardiorrespiratória. O PT absoluto e relativo correlacionaram-se positiva e significativamente com as variáveis relacionadas à aptidão aeróbia, com exceção no pico de torque percentual e a variável consumo de oxigênio absoluto no limiar ventilatório 1. Outro achado do presente estudo foi que, de uma forma geral, as variáveis relacionadas à MLG correlacionaram-se positiva e significativamente com as obtidas no teste de esforço cardiopulmonar. Entretanto, nem sempre esse relacionamento ocorreu de forma significativa. Esses achados sugerem que a manutenção da força e da MLG são importantes, pois constituem indicativos de um melhor desempenho aeróbio.

Nesse sentido, em um dos primeiros estudos sobre a temática, realizado por Flegg and Lakatta (1988), que tinha como objetivo principal investigar o papel do decréscimo da massa muscular na redução associada ao envelhecimento do consumo de oxigênio máximo. A amostra do estudo foi constituída de 184 voluntários de ambos os sexos não obesos e saudáveis com idades entre 22 e 87 anos. Todos participantes foram submetidos a um teste de esforço com o objetivo de avaliar o $VO_{2\text{max}}$. A massa muscular foi mensurada pela excreção urinária de creatinina de 24h. Os autores concluíram que uma grande parcela do declínio associado à idade relativo ao consumo de oxigênio máximo em indivíduos não treinados em endurance é explicado pela perda de massa muscular observada com o avançar da idade.

Hunt et al., (1998) analisaram os dados de 103 adultos sedentários saudáveis de ambos os sexos com idades entre 18-75 anos. O principal achado do estudo foi que a MLG, principalmente a massa muscular esquelética, teve uma correlação forte e positiva com a capacidade aeróbia. ($r= 0.80$, $p < 0.001$) na população estudada e que fatores relacionados à circulação central influenciaram esse relacionamento, tais como, volume sistólico e volume sanguíneo.

Em estudo realizado por Vivacqua et al. (2003), foi utilizado o teste ergoespirométrico máximo sob o protocolo de rampa em esteira rolante e medidas de massa muscular esquelética de coxas pela ressonância magnética. A amostra foi composta por 25 homens

portadores de insuficiência cardíaca congestiva (ICC) estáveis avaliados e comparados com 12 indivíduos saudáveis. Os autores demonstraram que, entre os pacientes, houve correlações positivas e significativas entre a massa muscular esquelética e as variáveis obtidas no teste ergoespirométrico. Essas correlações foram significativas tanto para variáveis no pico de esforço como no limiar anaeróbio, achados que corroboram os do presente estudo. O papel da massa muscular esquelética no declínio associado à idade no consumo de oxigênio máximo é definido insuficientemente por causa das mudanças confundidoras na capacidade oxidativa e na gordura corporal e a dificuldade de quantificar a massa muscular ativa durante o exercício. No estudo de David N. (1997), foi investigando uma amostra de 32 sujeitos de ambos os sexos separados em 4 grupos (dois grupos com mulheres divididas por faixa etária, grupo de jovens com média de idade 26 ± 4 anos e grupo das mais velhas 61 ± 8 anos; e dois grupos de homens, seguindo o mesmo critério de divisão das mulheres, 24 ± 4 e 64 ± 4), os quais eram treinados em endurance por 5 anos ou mais. No citado estudo, os componentes musculares foram estimados utilizando o DXA e o consumo de oxigênio máximo medido por meio de um teste cardiopulmonar utilizando o protocolo de Bruce. Os autores concluíram que há uma redução da capacidade aeróbia por quilograma de músculo apendicular em homens e mulheres treinados, o que contribui para a redução do consumo máximo de oxigênio observado durante o envelhecimento.

6.2. Mecanismos

Embora o presente estudo e outros disponíveis na literatura demonstrem uma associação de força e massa muscular com a capacidade aeróbia de indivíduos idosos, os mecanismos que explicam tais observações não são totalmente conhecidos. A capacidade aeróbia máxima ($VO_{2\text{máx}}$) diminui progressivamente com a idade (BUSKIRK, 1987). Os homens demonstram um declínio maior que as mulheres (FLEG et al., 1988; HOLLOSZY, 1995) e sua magnitude dependente de fatores genéticos, bem como de fatores ambientais, tal qual, os níveis de atividade física realizado pelo indivíduo (FLEG et al., 1988). O $VO_{2\text{ máx}}$ é determinado pela capacidade do sistema cardiovascular de prover sangue oxigenado aos músculos ativos e é determinado pelo débito cardíaco máximo (DC) e, pela capacidade do músculo ativo extrair oxigênio do sangue, manifestado na diferença arteriovenosa de oxigênio (Dif. a- vO_2). Entretanto, a diminuição no $VO_{2\text{ máx}}$ observada com o envelhecimento pode estar relacionada à diminuição do débito cardíaco máximo. O coração sofre alterações na sua forma e função com o envelhecimento, pouco se fala de atrofia cardíaca, no entanto esse é um

processo comum ao envelhecimento e em pessoas sedentárias, como da absorção de oxigênio pelos tecidos ($Dif a-vO_2$) (FLEG et al., 1995).

Esses achados são indicativos de que menos músculos em uma pessoa tende a interferir de maneira negativa na capacidade aeróbia, pois haveria uma diminuição da ($Dif. a-vO_2$). Essa hipótese também foi sugerida no estudo Weiss et al., (2006), nesse trabalho eles verificaram o declínio da capacidade aeróbia e seus determinantes fisiológicos em diferentes gêneros. O débito cardíaco é o resultado da relação entre a frequência cardíaca e o volume de ejeção. Se qualquer um dos seus determinantes sofrer modificações irá alterar o débito cardíaco. No estudo de (HOLLENBERG, 2006), foram investigados 339 mulheres e 253 homens idosos relativamente saudáveis, como principal achado observou-se que havia um declínio progressivo no volume expiratório forçado em 1 segundo (FEV_1) e na frequência cardíaca máxima, sendo está uma variável que tem influência direta no débito cardíaco e conseqüentemente na aptidão cardiorrespiratória

A MLG, principalmente a massa muscular esquelética, está relacionada com a capacidade aeróbia máxima entre humanos saudáveis. A base para esta associação fisiológica é adotada por ter uma relação direta entre massa muscular esquelética e sua capacidade para consumo de oxigênio. O fato de o tecido muscular ser o local responsável pelos processos oxidativos de transformação de energia durante o exercício, pode explicar em parte esses achados. No músculo existe um aporte enzimático e de rações acopladas (glicólise, beta-oxidação, ciclo do ácido tricarboxílico e cadeia de transporte de elétrons) que são responsáveis pelo metabolismo aeróbio. Pessoas com maior percentual de MLG teoricamente possuem mais mitocôndrias e mais enzimas oxidativas, constituindo um ambiente mais favorável para alcançar um melhor desempenho aeróbio. Outra hipótese que explica, em parte, essa associação é o perfil de fibras musculares. Pessoas com maior quantidade de fibras musculares tipo IIa, que são fibras intermediárias e possuem maior capacidade oxidativa, conseqüentemente apresentariam melhor desempenho cardiovascular (HAGERMAN et al., 2000).

Neste sentido, alguns autores vêm apontando o treinamento resistido (TR) como uma modalidade de exercício capaz de melhorar a capacidade aeróbia (LIMA, 2005). Esse tipo de exercício parece melhorar a tolerância aos esforços físicos dos idosos, o que repercute em maior autonomia para realizar as atividades da vida diária dessa população. Esse fato vem sendo observado em alguns estudos. Idosas com maior quantidade de MLG têm maior tolerância aos testes de esforço. Isso pode ser explicado por uma menor fadiga muscular periférica.

Esses resultados podem contribuir para uma melhor escolha na conduta quanto aos exercícios mais apropriados que podem e devem ser oferecidos a esta população. Além de verificar se essa associação é verdadeira nesta amostra, o objetivo que se busca, impreterivelmente, é a melhoria e manutenção da capacidade funcional dessa população. Dessa maneira, uma contribuição à sua qualidade de vida vai ser oferecida, com um menor ônus quando comparado aos procedimentos medicamentosos e as indesejáveis internações hospitalares.

6.3. Treinamento resistido

O treinamento resistido é uma modalidade de exercício que tem crescido em popularidade ao longo das últimas duas décadas. Particularmente pelo seu papel na melhora do desempenho atlético pelo aumento da força muscular, potência e velocidade, hipertrofia, resistência muscular localizada e desempenho motor (Kramer et al., 2004). Tradicionalmente, essa modalidade de exercício era praticada por poucos indivíduos, por exemplo, aqueles que tinham como objetivo aumentar a massa muscular (hipertrofia), tais como os fisiculturistas. Contudo, atualmente existe um melhor conhecimento acerca dos seus benefícios relacionados à saúde e à doenças crônicas e só recentemente foram reconhecidos (ACSM; 1990).

Antes de 1990 o TR não fazia parte da recomendação em programas de exercício físico e reabilitação. Atualmente vem sendo recomendado para idosos e cardiopatas pelo Colégio Americano de Medicina Desportiva (ACSM) e American Heart Association (AHA) e tem demonstrado eficiência em retardar o aparecimento de certas disfunções ocasionadas pelo envelhecimento e participando do processo terapêutico de várias doenças (FIATARONE et al., 1990; HAGERMAN et al., 2000; VINCENT et al. 2002). Essa atividade é compatível até mesmo para idosos de noventa anos de idade (FIATARONE et al., 1990). Além do mais este tipo de exercício vem conquistando maior espaço e uma nova conotação pelos profissionais da área de saúde e pela população em geral. Sendo hoje um componente necessário nos programas de reabilitação.

O presente estudo, bem como outras evidências anteriores, demonstram uma associação entre fenótipos musculares com a capacidade aeróbia de idosos. Por outro lado, é bem documentado que o treinamento resistido aumenta a força e massa muscular dessa população, portanto, é possível especular que o citado tipo de exercício interfere positivamente na capacidade aeróbia de indivíduos com idade avançada. De fato, alguns estudos como o de Frontera et al., 1990 sugerem o treinamento resistido como uma intervenção capaz de melhorar a capacidade aeróbia de idosos, via aumento capilarização do

músculo esquelético, melhorando assim o fluxo sanguíneo e o aporte de oxigênio para a região. Adicionalmente, Frontera et al. (1990) observaram que a citrato sintetase, enzima importante do metabolismo oxidativo que participa do Ciclo de Krebs, encontrou-se com atividade significativamente aumentada e em maiores concentrações após o programa de treinamento, constituindo um mecanismo explicativo do fenômeno. Curiosamente, o mesmo fenômeno não ocorre com o músculo cardíaco, quando o mesmo está exposto a uma sobrecarga de pressão crônica, processo de remodelamento denominado hipertrofia cardíaca concêntrica. Neste caso, há uma diminuição da densidade capilar, tornando o coração mais susceptível a eventos isquêmicos.

O $VO_{2\text{ máx}}$ inicialmente, foi o índice que apresentou maior validade para o desempenho cardiorrespiratório e por isso, considerado por muitos pesquisadores da área como *gold standard*, o mesmo representa a mais alta captação de oxigênio alcançada por um indivíduo, respirando ar atmosférico ao nível do mar (ROBISON et al., 1938). No entanto, ao longo dos anos percebeu-se que esse indicador fisiológico por si só não retrata com perfeição a condição de o indivíduo tolerar esforços submáximos (COSTILL et al., 1973). Nesse sentido, Hickson et al. (1980) após a aplicação de treinamento resistido, observou um aumento da tolerância ao esforço sem acontecer nenhuma melhora no $VO_{2\text{ máx}}$ da amostra. Corroborando com este estudo, Marcinik et al. (1991), encontraram melhora no desempenho de endurance de seus voluntários sem nenhuma alteração significativa da capacidade aeróbia máxima. Nesse estudo, foi observado que para uma mesma intensidade absoluta, menores níveis de lactato sanguíneo foram acumulados quando comparados os dados pré e pós-intervenção (LIMA et al., 2005). Adicionalmente, Fiatarone et al. (1990) verificou uma correlação com a velocidade de caminhada e a força muscular nos idosos. Corroborando com esses achados, estudo realizado pelo nosso grupo verificou o efeito do treinamento resistido sobre os índices da capacidade aeróbia de mulheres idosas. A amostra foi composta por 51 idosas, as quais foram randomizadas para dois possíveis grupos: Grupo controle (n=25; idade média $68 \pm 6,38$ anos) e Grupo experimental (n=26; idade média $68,04 \pm 6,78$ anos). O grupo experimental foi submetido ao treinamento resistido para os principais grupos musculares 3 vezes por semana por um período de 6 meses, enquanto que ao grupo controle foi solicitado que mantivessem suas rotinas habituais. Foram observados aumentos significativos ($p \leq 0,05$) no grupo experimental após a intervenção nas variáveis tempo até exaustão e VO_2 pico, o que não foi verificado no grupo controle. Concluiu-se então que 6 meses de treinamento resistido foi capaz de causar adaptações positivas sobre índices da capacidade aeróbia em uma amostra de mulheres idosas (LIMA et al., 2008).

6.4. Originalidade do estudo

Alguns estudos foram realizados com o intuito de verificar a associação entre fenótipos musculares e aptidão aeróbia, porém, a abordagem utilizada na presente investigação a torna diferenciada. Exemplos são os estudos disponíveis que adotam como índice da capacidade aeróbia o VO_2 máx e/ou tempo até a exaustão. Além dessas variáveis, o presente estudo analisou também a associação com o limiar ventilatório, que é definido como a intensidade do exercício na qual o aumento na ventilação torna-se desproporcional ao aumento na produção de potência e velocidade de locomoção durante um teste de esforço incremental (MACINTOSH, 2003). A importância de se estudar o limiar ventilatório está no fato de que esta variável se correlaciona, por exemplo, com o desempenho de endurance (MACINTOSH, 2003) e com a sobrevida em pacientes com insuficiência cardíaca (WASSERMAN et al., 2002).

6.5. Limitações do estudo

Existem limitações no presente estudo. O valor de corte usado para definir sarcopenia foi proposto originalmente por Baumgartner et al., em uma amostra de caucasianos, uma etnia distinta. No presente estudo foi usado voluntárias brasileiras. Por esta razão, a aplicabilidade de tal critério seria questionável, entretanto, ele não estará no escopo do presente estudo para estabelecer prevalência, etiologia ou conseqüências da sarcopenia. O ponto de corte foi usado para estabelecer dois grupos baseados no estado de MLG das participantes o que tornou possível a comparação entre os grupos. Em conjunto com o fato que outras abordagens foram usadas para avaliar a relação entre a MLG, força e variáveis do teste de aptidão cardiopulmonar, nós estamos confiantes que os critérios empregados para definição de sarcopenia nos permitiram a alcançar a investigação proposta e não distorceu os resultados observados. Contudo, este estudo realça a importância de uma definição consensual de sarcopenia.

Foi utilizado o VO_2 pico como critério para alcançar o final do teste, pois nessa amostra populacional, composta por idosas, não é muito comum alcançar um platô no consumo de oxigênio. Talvez isso possa ser explicado, por limitações periféricas, menos MLG que precipita uma interrupção do teste antes de se alcançar o máximo.

7. CONCLUSÃO

A partir dos objetivos estabelecidos e mediante os resultados obtidos, pode-se concluir que os fenótipos relacionados ao sistema muscular tiveram uma correlação positiva e estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) com as variáveis da aptidão física aeróbia obtidas em um teste de esforço cardiopulmonar em mulheres idosas. No entanto outras conclusões foram observadas no presente estudo:

A variável força muscular, representada pelo PT e PT%, correlacionou-se positiva e significativamente ($p \leq 0,05$) com as variáveis relacionadas com a aptidão aeróbia.

De uma forma geral, as variáveis da massa livre de gordura, correlacionaram-se positiva e significativamente ($p \leq 0,05$) com as variáveis obtidas no teste de esforço cardiopulmonar, no entanto, essa correlação nem sempre ocorreu de forma significativa.

Os indivíduos sarcopênicos apresentam menor força muscular do que os não sarcopênicos mesmo quando essa força é relativizada ao peso corporal. Adicionalmente, os indivíduos sarcopênicos apresentam uma menor tolerância aos esforços físicos, ou seja, menor VO_2 pico e a ocorrência de um limiar anaeróbio em intensidades menores de esforço quando comparados aos indivíduos não sarcopênicos submetidos a um teste de esforço cardiopulmonar. O mesmo não foi percebido em relação ao tempo de teste, onde os resultados não apresentaram significância estatística.

As idosas com baixa força muscular possuem um risco relativo maior 2,47 (1,17 – 5,20) e 3,29 (1,56 – 6,92), de apresentar menor tempo de teste e baixo consumo de oxigênio pico quando submetidas a um teste de esforço cardiopulmonar, mesmo quando a força é relativizada ao peso corporal. Curiosamente, as idosas que apresentavam quadro clínico de sarcopenia, os resultados não foram estatisticamente significativos ($p \leq 0,05$) denotando influências na qualidade muscular e, não apenas, na sua morfologia sobre as variáveis da aptidão aeróbia.

Sendo assim, o presente estudo conclui de uma forma geral que massa e força musculares influenciam na capacidade aeróbia das mulheres idosas.

No entanto, sugere-se que sejam realizados mais estudos em populações de ambos os gêneros para melhor verificar esses resultados.

Finalmente, acredita-se que os achados desse estudo sejam de grande valia para os profissionais da área de saúde. Recomenda-se que tais profissionais, em especial os de Educação Física, se familiarizem com esse conteúdo, para que possam fazer programas de

intervenção para prevenir, controlar e tratar a sarcopenia e com isso, melhorar a qualidade de vida da população.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADES PA, AND TOTH MJ. Accelerated Decline of Aerobic Fitness With Healthy Aging: What Is the Good News? *Circulation* **112**, 624 - 626. 2005

ALEXANDER BN, SCHULTZ AB, WARWICK DN. Rising from a chair: effects of age and functional performance in very old men and women. *Clinical Science*: 82:321-332. 1992.

ALEXANDER NB, SCHULTZ A, WARWICK DN. Rising from a chair: effects of age and functional ability on performance biomechanics. *J Gerontol*. 1991; 46: M91-8.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Guidelines for exercise testing and prescription**. 6. ed. USA: Lippincott, Williams S & Wilkins, 2000. p. 54.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE POSITION STAND: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 1990;22:226-274.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2002; 34: 364-380.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. **Diabetes**: 1996 Vital Statistics. Alexandria, VA, 1996, pp. 11-74.

AMERICAN HEART ASSOCIATION. Exercise testing and training of apparently healthy individuals: a handbook for physicians. Dallas, Tex, USA. *American Heart Association*, pp.15. 1972.

ASTRAND P-O. Physical activity and fitness. *Am J Clin Nutr*. 1992;55: 1231S-1236S.

BASSEY EJ, FIATARONE MA, O'NEILL EF, KELLY M, EVANS WJ, AND LIPSITZ LA. Leg extensor power and functional performance in very old men and women. **Clinical Science**; 82(3): 321-7. 1992.

BAUMGARTNER RN, KOEHLER KM, GALLAGHER D, ROMERO L, HEYMSFIELD SB, ROSS RR, GARRY PJ, AND LINDEMAN RD. Epidemiology of Sarcopenia among the Elderly in New Mexico. **American Journal of Epidemiology**;147:755-63. 1998.

BAUMGARTNER RN, STAUBER PM, MCHUGH D, KOEHLER KM, AND GARRY PJ. Cross-sectional age differences in body composition in persons 60+years of age. **Journal of gerontology Biological Sciences and Medical Sciences**; 50A(6):M307-M316. 1995.

BLAIR SN, KOHL HW, BARLOW CE, PAFFENBARGER RS, GIBBONS LW, AND MACERA CA. Changes in physical fitness and all cause mortality: a prospective study of healthy and unhealthy men. **JAMA.**; 273:1093-1098. 1995.

BLOESCH D, SCHUTZ Y, BREITENSTEIN E, JEQUIER E, AND FELBER JP. Thermogenic response to an oral glucose load in man: comparison between young and elderly subjects. **Journal American College of Nutrition**; 7: 471 - 483. 1988.

BORG GA. Psychophysical bases perceived exertion. **Med Sci Sports Exerc.** 1982; 14 (5): 337-81.

WEISS EP, ROBERT JS, JOHN OH, ALI AE. Gender differences in the decline in aerobic capacity and its physiological determinants during the later decades of life. **J Appl Physiol** 101: 938–944, 2006.

BRILL PA, MACERA CA, DAVIS DR, BLAIR SN, GORDON N. Muscular strength and physical function. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v. 32, n. 2, p. 412-416, 2000.

BURSZTEIN S, ELWYN DH. ASKANAZI J, KINNEY JM. 1989. Energy Metabolism, Indirect Calorimetry, and Nutrition. **Baltimore: Williams & Wilkins.**

BUSKIRK ER AND HODGSON JL. Age and aerobic power: the rate of change in men and women. **Fed Proc** 46: 1824-1829, 1987.

CARO JF, DOHM LG, PORIES WJ, SINHA MK. Cellular alterations in liver, skeletal muscle, and adipose tissue responsible for insulin resistance in obesity and type 2 diabetes. **Diabetes/Metab. Rev.** 5:665– 689, 1989.

CASPERSEN. CJ, POWELL KE, CHRISTENSON, GM, 1985. Physical activity, exercise and physical fitness. **Public Health Reports**, 100:126-131.

CLINTON RB, JOHN AH. Improvements in insulin resistance with aerobic exercise training: a lipocentric approach. **Med. Sci. Sports Exerc.**, vol. 36, N° 7, pp. 1196-1201, 2004.

COSTA, RICARDO VIVACQUA CARDOSO et al. Influência da Massa Muscular Esquelética Sobre as Variáveis Ventilatórias e Hemodinâmicas ao Exercício em Pacientes com Insuficiência Cardíaca Crônica. **Arq Bras Cardiol**, São Paulo, v. 81, n. 06, p.576-580, 31 mar. 2003.

COSTILL DL, THOMASON H, ROBERTS E. Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. **Med Sci Sports**, 1973, 5: 248-252.

DAVY KP, SEALS DR. Total blood volume in healthy young and older men. **Journal of Applied Physiology**; 76:2059-2062. 1994.

DESCHENES RM. Effects of aging on muscle fibre type and size. **Sports Med.** 2004;34 (12):809-824.

DIPIETRO L. The epidemiology of physical activity and physical function in older people. **Med Sci Sports Exerc.** 1996;28:596–600.

DUTTA C, HADLEY E. The significance of sarcopenia in old age. **J. Gerontol.** 1995; 50 (A):1-4.

POEHLMAN ET, DENINO WF, BECKETT T, KRISTEN AK, ISABELLE JD, ROMAN D, PHILIP AA. Effects of Endurance and Resistance Training on Total Daily Energy Expenditure in Young Women: A Controlled Randomized Trial. **J Clin Endocrinol Metab**, March. 87(3):1004–1009, 2002.

FAULKNER JA. Terminology for contractions of muscles during shortening, while isometric, and during lengthening. **J Appl Physiol.**, 95: 455–459, 2003.

FERRARI AU, RADAELLI A, CENTOLA M. Invited Review: Aging and the cardiovascular system. **J Appl Physiol** 95: 2591–2597, 2003.

FIATARONE MA, MARKS EC, RYAN ND, MEREDITH CN, LIPSITZ LA, EVANS WJ. High-Intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. **JAMA**; 263:3029-3034. 1990.

FIATARONE MA, O'NEILL E, RYAN N, CLEMENTS K, SOLARES G, NELSON M, et al. (1994). Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. **New England Journal of Medicine**, 330, 1769-1775.

FLEG JL, O'CONNOR F, GERSTENBLITH G, BECKER LC, CLULOW J, SCHULMAN SP, LAKATTA EG. Impact of age on the cardiovascular response to dynamic upright exercise in healthy men and women. **J Appl Physiol.**, 1995; 78: 890-900.

FLEGG JL & LAKATTA EG. Role of muscle loss in the age related associated reduction in VO_2 max. **J Appl Physiol.**, 1988; 65:1147-1151.

FRIEDENREICH CM, 2001. Physical activity and cancer prevention: from observational to intervention research. **Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention.**, 10: 287-301.

FRONTERA WR, MEREDITH CN, O'REILLY KP, EVANS WJ. Strength training and determinants of VO_2 max in older men. **J Appl Physiol.** 1990; 68:329-333.

FRONTERA WR, MEREDITH CN, O'REILLY K P, KNUTTGEN HG, EVANS WJ. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. **American Physiological Society**. v. 64, n. 3, p. 1038-1043, 1988.

GREEN J, CROUSE S. The effects of endurance training on functional capacity in the elderly: a meta-analysis. **Med Sci Sports Exerc**. 1995;27:920–926.

HAGERMAN FC, WALSH SJ, STARON RS, HIKIDA RS, GILDERS RM, MURRAY TF, TOMA K, RAGG KE. Effects of high-intensity resistance training on untrained older men. I. Strength, cardiovascular, and metabolic responses. **J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.**, 2000; 55:336B-346.

HANSEN RD, RAJA C, ASLANI A, SMITH RC, AND ALLEN BJ. Determination of skeletal muscle and fat-free mass by nuclear and dual-energy X-ray absorptiometry methods in men and women aged 51-84 y. **American Journal of Clinical Nutrition**; 70: 228-233, 1999.

HOLLENBERG M, YANG J, HAIGHT TJ, TAGER IB. Longitudinal changes in aerobic capacity; implications for concepts of aging. **Journal of Gerontology: Medical Sciences**. Vol. 61A. N° 8. 851-858.2006.

HOLLOSZY JO, KOHRT WM. Exercise in: Handbook of Physiology. Aging. Bethesda, MD: **Am. Physiol Soc.**, 1995, sect. 11 chapt. 24, p. 633-667.

HU FB, et al. Physical activity and television watching in relation to risk for type 2 diabetes mellitus in men. **Archives of Internal Medicine**, 161: 1542-1548.2001.

HUBERT HB, BLOCH DA, AND FRIES JF. Risk factors for physical disability in an aging cohort: the NHANES I Epidemiologic Followup Study. **Journal of Rheumatology**, 20(3):480-8.1993.

HUNT BE, KEVIN PD, PAMELA PJ, CHRISTOPHER AD, RACHEL EVP, HIROFUME T, AND DOUGLAS RS. Role of central circulatory factors in the fat-free mass-maximal aerobic capacity relation across age. **Am. J. Physiol**. 275: 1178 - 1182. 1998.

JACOBSON PC, BEAVER W, GRUBB SA, TAFT TN, TALMAGE RV. Bone density in women: college athletes and older athletic women. **J Orthop**; 2:328-332. 1984.

JANSSEN I. Influence of sarcopenia on the development of physical disability: the cardiovascular health study. **J Am Geriatric Soc.** 54:56-62, 2006.

JETTE AM AND BRANCH LG. The Framingham Disability Study: II. Physical disability among the aging. **American Journal of Public Health**; 71: 1211 – 1216, 1981.

KAMEL HK, MAAS D, DUTHIE EH. Role of hormones in the pathogenesis and management of sarcopenia. **Drugs Aging**; 19:865-877. 2002.

KENNEY WI, BUSKIRK ER. Functional consequences of sarcopenia: effects on thermoregulation. **Journal of Gerontology Biological Sciences and Medical Sciences.**;50:78-85. 1995.

KOHL HM, 2001. Physical activity and cardiovascular disease: evidence for a dose response. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 33: 472-483.

LEXELL J. Human aging, muscle mass, and fiber type composition. **Journal of Gerontology Biological Sciences and Medical Sciences.** 50A:11-16. 1995.

LIMA RM, OLIVEIRA RJ, SILVA VA, Efeitos do treinamento resistido sobre capacidade cardiorrespiratória de indivíduos idosos. *efdeportes*, Buenos Aires, v. 10, p. 1-7, 2005.

LIMA RM, GUIDO M, OLIVEIRA RJ, TERRA DF, BEZERRA LMA, VINHAL P, LEITE TKM. Efeito do treinamento resistido na capacidade aeróbia de mulheres idosas. **31º Simpósio Internacional de Ciência do Esporte. Da teoria à prática: do fitness ao alto rendimento**, 2008, São Paulo.

LOHMAN TG. **Dual energy x-ray absorptiometry**. In: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG. Human body composition. Copyright, 1996.

MALBUT KE, DINAN S, YOUNG A. Aerobic Training in the 'oldest old': the effect of 24 weeks of training. **British Geriatrics Society**. 31: 255-260, 2002.

MARCINIK DM, POTTS J, SCHLABACH G, WILL S, DAWSON P, HURLEY BF. Effects of strength training on lactate threshold and endurance performance. **Med Sci Sports Exerc**. 1991; 23 (6): 739-743.

MATSUDO SM, MATSUDO VR, BARROS NETO TL. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**; 8. 2000.

MATSUDO SM, MATSUDO VR, BARROS NETO TL. Atividade física e envelhecimento: aspectos epidemiológicos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 7, n. 1, p. 2-13, 2001.

MCARDLE WD, KATCH FI. AND KATCH VL. Cap. 22 - Força Muscular: Treinando os Músculos para se Tornarem mais Fortes. IN: **FISIOLOGIA DO EXERCÍCIO: Energia, Nutrição e Desempenho Humano**. Quarta edição. Guanabara Koogan. 2003.

MELTON LJ 3rd, KHOSLA S, CROWSON CS, O'CONNOR MK, O'FALLON WM, RIGGS BL. Epidemiology of sarcopenia. **Journal of American Geriatrics Society**; 48:625-630. 2000.

MILLER CW. Survival and ambulation following hip fracture. **J Bone Joint Surg Am**. 60: 930-4, 1978.

NAVARRO A, LOPEZ-CEPERO JM, SANCHEZ DEL PINO MJ. Skeletal muscle and aging. **Front Biosc**. 6:d26-44, 2001.

NEWMAN D, JOYNER MJ. Skeletal Muscle mass and the reduction of VO₂ máx. in trained older subjects. **J Appl Physiol**, Rochester, n., p.1411-1415, 03 jan. 1997.

PINHEIRO MM, AND SZEJNFELD VL. (2001). Osteoporose: quadro clínico, qualidade de vida e diagnóstico. **Revista Brasileira de Medicina**. www.cibersaude.com/revista.asp

POEHLMAN ET, GORAN MI, GARDNER AW, ADES PA, ARCIERO PJ, KATZMANROOKS SM, MONTGOMERY SM, TOTH MJ, AND SUTHERLAND PT. Determinants of decline in resting metabolic rate in aging females. **American Journal of Physiology – Endocrinology and Metabolism**; 264: 450 – 455, 1993.

PROCTOR DN AND JOYNER MJ. Skeletal muscle mass and the reduction of VO₂ max in trained older subjects. **Journal of Applied Physiology**; 82: 1411 – 1415, 1997.

RAMOS LR A explosão demográfica da terceira idade no Brasil: uma questão de saúde pública. **Gerontologia**. I:3-8. 1993.

RANDY W. BRAITH AND KEVIN R. VINCENT. Resistance exercise. ROBISON, S. et al. New records in human power. **Science**, v.85, p.409-410, 1938.

ROUBENOFF R AND HUGHES VA. Sarcopenia: current concepts. **Journal of Gerontology Biological Sciences and Medical Sciences** 55: 716-724, 2000.

ROUBENOFF R, HEYMSFIELD SB, KEHAYIAS JJ, CANNON JG, ROSENBERG IH. Standardization of nomenclature of body composition in weight loss. **American Journal of Clinical Nutrition**;66:192–196. 1997.

SHEPHARD RJ. Capítulo 3, IN: Aging, Physical activity, and Health. 1ª edição. **Human Kinetics**, 1997.

SVEDAHL K, AND MACINTOSH BR. Anaerobic threshold: The concept and methods of measurement. **Can. J. Appl. Physiol.** 28(2): 299-323. 2003 Canadian Society for Exercise Physiology.

TATARANNI PA & RAVUSSIN E. Variability in metabolic rate: biological sites of regulation. **International Journal of Obesity Metabolism Disorder**; 19 Suppl 4: S102-6, 1995.

THUNE I, AND FURBERG AS, 2001. Physical activity and cancer risk: dose-response and cancer, all sites and site-specific. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 33: 530-550.

TONER MM, SAWKA MN, FOLEY ME, PANDOF KB. Effects of body mass and morphology on thermal responses in water. **Journal of Applied Physiology**; 60:521-525.1986.

VERAS RP. A longevidade da população: um novo fenômeno. **Revista Brasileira de Home Care**. Ano V, n. 49, p. 38, 1999.

VISSER M, FUERST T, LANG T, et al. Validity of fan-beam dual-energy X-ray absorptiometry for measuring fat-free mass and leg muscle mass. **Journal of Applied Physiology**, 1999; 87(4):1513-520.

WHIPPLE RH, WOLFSON LI, AMERMAN PM. The relationship of knee and ankle weakness to falls in nursing home residents: an isokinetic study. **Journal of the American Geriatrics Society**; 35:13-20. 1987.

YAFFE K, et. al., 2001. A prospective study of physical activity and cognitive decline in elderly women: women who walk. **Archives of Internal Medicine**, 161: 1703-1708.

YKI-JARVINEN H, AND KOIVISTO VA. Effects of body composition on insulin sensitivity. **Diabetes** 32:965–969, 1983.

WANG ZM, VISSER M, MA R, BAUMGARTNER RN, KOTLER D, GALLAGHER D, AND HEYMSFIELD SB. Skeletal muscle mass: evaluation of neutron activation and dualenergy X-ray absorptiometry methods. **Journal of Applied Physiology**; 80: 824.1996.

WASSERMAN K. Anaerobic threshold and cardiovascular function. **Monaldi Arch Chest Dis**. 58: 1, 1-5, 2002.

9. ANEXOS

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE BRASÍLIA (UCB). PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LÍVRE E ESCLARECIDO

Pesquisadores Responsáveis:

- **Docentes Internos**

Ricardo Jacó de Oliveira (Coordenador)

Rinaldo Wellerson Pereira – Professor do programa de pós-graduação em Educação Física.

Adriana Cardoso Furtado Jacó de Oliveira – Aluna do Doutorado em Educação Física.

- **Alunos Pós-Graduação**

Lidia Mara Aguiar Bezerra – Aluna do Doutorado em Educação Física.

Maria Alcione Freitas e Silva - Aluna do Mestrado em Educação Física.

Heloisa Thomaz Rabelo - Aluna do Doutorado em Educação Física.

Tailce Kaley Moura Leite - Aluna do Mestrado em Educação Física.

Ricardo Moreno Lima – Aluno do Doutorado em Educação Física.

Carlos Ernesto Santos Ferreira – Aluno do Mestrado em Educação Física.

Denize Faria Terra – Aluna do Mestrado em Educação Física.

Antonio Marcos Motta – Aluno do Mestrado em Educação Física.

ESCLARECIMENTO DAS AVALIAÇÕES

Eu _____,
estou sendo convidado(a) a participar da pesquisa titulada: “Genética e atividade física em idosas brasileiras: estudos de associação e respostas ao exercício entre polimorfismos dos genes VDR, IGF-2, GDF-8, Col1 A1, ACE e a variação nos fenótipos massa e força muscular, controle motor, densidade mineral óssea, respostas hormonais e $VO_2 \text{ max}$ ”. Este é um estudo que pretende investigar se as minhas características genéticas podem estar associadas a possíveis alterações na força e na massa muscular, densidade mineral óssea,

respostas hormonais, o consumo máximo de oxigênio, o comportamento da pressão arterial após o exercício e o controle motor. Fui informado que essa pesquisa poderá auxiliar melhor o entendimento de como as minhas características genéticas podem variar em relação as minhas capacidades físicas e como responderão ao treinamento de força. Esses dados são importantes não só para prescrição de atividade física, na terceira idade, bem como auxiliar no entendimento da evolução ou manifestações de doenças desde o nascimento.

Para que eu possa decidir sobre minha participação, fui suficientemente esclarecido que os testes a serem realizados serão:

- **Avaliação da composição corporal:** será realizada por um profissional de Educação Física, avaliando-se a estatura (altura) e a massa corporal em uma balança digital. Trata-se de uma medida indolor e não-invasiva, tem como objetivo determinar o Índice de Massa Corporal, o qual classifica o indivíduo como normal, sobre-pesado e obeso. Para isso, eu realizarei a avaliação com roupas leves e descalço para que não ocorram medidas alteradas. Sendo uma avaliação que não apresenta nenhum risco.

- **Coleta Sangüínea:** Estou ciente e concordei em participar de coletas sangüíneas, que serão realizadas por pessoas qualificadas, com treinamento específico na área de manipulação de material biológico. A coleta realizar-se-á com materiais descartáveis que serão manipulados na minha presença. Trata-se de um método invasivo e dolor (dependendo da pessoa), os possíveis riscos seriam mal estar e síncope (tontura) no momento da coleta, além de hematomas ou dor local após a coleta. A avaliação será feita através de uma amostra sangüínea retirada da veia situada no antebraço. Também fui informado que o sangue coletado será armazenado para análises genéticas, hormonais e do metabolismo ósseo. Esta avaliação tem o objetivo de identificar qual grupo de genótipo eu pertença, para isso minha amostra sangüínea será cuidadosamente armazenada e analisada no Laboratório de Estudos em Biotecnologia da UCB, campus II. Além disso, também serão analisados, por meio dessa mesma amostra, os marcadores bioquímicos que demonstram a remodelação óssea, níveis de cálcio e vitamina D. Estas análises serão realizadas no LEEFS. Sendo que, todos os resultados dessas análises me serão entregues.

- **Avaliação da Densitometria Óssea e Metabolismo Ósseo:** também serei submetida a avaliações da minha densidade mineral óssea através do método de absorptometria de raio X de dupla energia (DXA), que é um método não-invasivo no qual permanecerei deitada na maca do aparelho por 5-10 minutos, enquanto o raio-X atravessa a área a ser examinada. Esta técnica é indolor, muito segura, de alta precisão e a exposição à radiação é de apenas 1 % e, com uma margem de erro de apenas 1-2% entre medidas repetidas. Este exame será realizado no laboratório de imagem da Universidade Católica de Brasília. Não existe nenhum risco a minha saúde possivelmente causado pela radiação, sendo um procedimento seguro e que não apresenta efeitos adversos.

- **Avaliação da Potência Aeróbia:** a capacidade cardiovascular será avaliada através da ergoespirometria direta, que é um exame no qual eu terei de caminhar ou correr em uma esteira elétrica, conectado a aparelhos de avaliação, tais como eletrodos para avaliar o comportamento do coração e máscara para captar amostras do ar respirado. Os possíveis riscos ao realizar os exercícios na esteira incluem: dor no peito, tonturas, náuseas, dores musculares, alterações da pressão arterial. Caso um ou mais dos sintomas citados venham a ocorrer, os equipamentos e cuidados de primeiros socorros proporcionarão toda a segurança necessária; sendo o eletrocardiograma monitorado continuamente pelo médico cardiologista, porém as chances de haver intercorrências são mínimas, sendo esse um procedimento seguro.

- **Avaliação da Força Muscular:** a força muscular dos membros inferiores (coxa) e superiores (braço) será avaliada por um aparelho isocinético, no qual terei que realizar movimentos simples com a perna, até atingir as medidas requisitadas pelo pesquisador. Os riscos deste teste seriam o aumento da pressão arterial e da frequência cardíaca, dor e fadiga muscular, porém, todos os testes serão acompanhados por profissionais capacitados a me auxiliarem, caso algum desses sintomas venham a ocorrer.

- **Teste de 1 RM:** será aplicado, também, o teste de uma repetição máxima (1 RM), cuja finalidade é mensurar a força máxima dinâmica para determinar com precisão a sobrecarga de treinamento e melhor prescrição do exercício. Inicialmente será selecionado um peso, o qual eu consiga realizar o movimento, após um aquecimento no próprio aparelho, em seguida será adicionado peso até que se chegue a um valor que não

permita que eu consiga realizar um movimento completo. Com isso, será considerado 50% do total de peso para realização dos exercícios e quando houver adaptação neuromuscular será realizado re-teste para ajuste de carga aumentando até 80% de 1RM. Serão realizadas 3 séries de 8 a 10 repetições para cada exercício, em intervalos entre as séries de 1 minuto e entre os exercícios. Assim como no teste anterior podem aparecer sintomas de dor e fadiga na musculatura, porém, a presença do profissional de Educação Física garantirá a minha segurança durante a realização deste teste.

Além dos testes acima descritos também fui esclarecido que, caso seja da minha vontade, tomarei parte em um grupo de treinamento físico, como descrito abaixo:

- **Treinamento de Força:** consistirá em exercitar a musculatura com aparelhos específicos, os quais estabilizam as articulações e possuem cargas externas. Os exercícios devem ser realizados de acordo com as orientações dos profissionais de Educação Física, devidamente qualificados, para realizar trabalhos com esta população. Esta atividade tem como objetivo melhorar e/ou preservar a massa muscular, o que poderá também influenciar nas variáveis hormonais, no metabolismo ósseo, na aptidão cardiorrespiratória e na pressão arterial. O programa terá duração de 6 meses, com frequência de 3 vezes por semana e com duração de uma hora por sessão. O local de treinamento será na sala de musculação, devidamente equipada e dentro das normas de segurança, do LEEFS da Universidade Católica de Brasília.
- **Mensuração da pressão arterial pós-exercício:** Após a sessão de treinamento de força, a pressão arterial será monitorada a cada 10 minutos, durante 1 hora. Portanto, deverei me programar para permanecer por mais 1 hora após o exercício, em apenas 2 vezes ao mês.

Fui informado de que o pesquisador responsável suspenderá a pesquisa imediatamente, e em qualquer fase, ao perceber algum risco ou dano à saúde do participante, incluindo riscos não previstos neste termo de consentimento. Além disso, o pesquisador assumirá a responsabilidade de dar assistência integral aos danos decorrentes dos riscos. Contudo, me foi informado que a pesquisa na qual participarei não envolve mais do que risco mínimo; e que serei acompanhado em tempo integral por profissionais capacitados, que se esforçarão ao máximo para me manterem seguro e confortável.

As informações obtidas neste experimento, por meio dos resultados de todos os testes, poderão ser utilizadas como dados de pesquisa científica, podendo ser publicados e divulgados, sendo resguardada a identidade e privacidade das participantes. Portanto, os dados coletados estarão acessíveis somente aos pesquisadores envolvidos, não sendo permitido o acesso a terceiros, tais como seguradoras e empregadores. Além disso, será mantido o sigilo individual visando proteger os participantes de qualquer tipo de discriminação ou estigmatização. O material biológico (sangue) obtido de cada participante será armazenado no banco de dados da Universidade Católica de Brasília, com a possibilidade de ser usado em novas pesquisas. Para isso, será indispensável que o sujeito seja contatado para conceder nova autorização para uso do material em novos projetos. Também é necessária aprovação do Comitê Ética em Pesquisa (CEP) para utilizar o material armazenado em novas pesquisas.

Além disso, a minha participação desta pesquisa é voluntária. Concordei em estar presente no local dos testes nos dias e horários marcados, informar ao professor pesquisador qualquer desconforto que por acaso venha a perceber. Fui informada que poderei, a qualquer momento, desligar-me da presente pesquisa sem nenhum constrangimento. Eu estou livre para negá-la ou para, em qualquer momento, desistir da mesma se assim desejar.

Declaro ter lido este termo de consentimento e compreendido os procedimentos nele descritos. Informo também que todas as minhas dúvidas foram respondidas de forma clara e de fácil compreensão. Estou ciente e estou de acordo em participar da referida pesquisa. Caso tenha alguma dúvida, poderei entrar em contato com os pesquisadores do projeto pelo telefone 3356-9444.

Brasília, ___ de _____ de 2008.

Nome: _____

RG: _____

Assinatura do Participante _____

Nome: _____

RG: _____

Assinatura da Testemunha _____

Nome: _____

RG: _____

Assinatura da Testemunha _____

Nome: _____

RG: _____

Assinatura do Pesquisador _____

ANEXO B – CARTA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



Universidade Católica de Brasília - UCB Comitê de Ética em Pesquisa - CEP

Brasília, 20 de março de 2007

Ofício CEP/UCB Nº 024/2007

Prezado senhor,

É com satisfação que informamos formalmente a V. Sa. que o projeto "Genética e atividade física em idosos brasileiros: estudo de associação e respostas ao exercício entre polimorfismos dos genes VDR, GDF-8, COL1A1, ACE e a variação nos fenótipos massa e força muscular, controle motor, densidade mineral óssea, respostas hemocens e VO₂ max. proposto por Rinaldo Wellerson, Adriana Cardoso Fontado, Lúcia Mara Aguiar Bazema, Maria Alzione Freitas e Silva, Helvise Thomaz Rabelo, Talice Kaley Moura Leite, Ricardo Moreno Lima, Carlos Ernesto Santos Ferreira, Túlio César de Lima Lins, Bruno Silva de Abreu, Ana Cláudia de Jesus Teixeira, Meiriele Lúcia da Silva, Priscila Álvares Lasse e Rodrigo Gomes Vieira, orientados pelo prof. Dr. Ricardo Jacó de Oliveira", foi aprovado por este CEP, em sua 61ª Reunião, realizada em 20 de março de corrente., podendo, portanto, o projeto ter a sua fase de coleta de dados iniciada. Informamos ainda que no prazo máximo de 1 (um) ano a contar desta data deverá ser enviado a este CEP um relatório escrito sobre o andamento da presente pesquisa.

Informamos ainda que para efeito de utilização em publicações, o referido projeto encontra-se registrado sob o número **CEP/UCB 014/2007**.

Atenciosamente,



Prof. Marcelo Silveira de Alcântara, M.Sc.
Coordenador
Comitê de Ética em Pesquisa - UCB

Ilmo Sr.
Ricardo Jacó de Oliveira
Brasília - DF
NESTA

ANEXO C – QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Muito obrigado por participar de nosso estudo. Por favor, preencha a ficha abaixo para podermos conhecê-la melhor.

Nome: _____

Data de nascimento: ____/____/____

Cidade/Estado de nascimento: _____

Em que país você nasceu?

Em que país seus pais nasceram?

Em que país seus avós nasceram?

Você fuma?

Não Sim. Há quanto

Tempo? _____

Qual a cor de sua pele?

Branca Negra

Morena Vermelho (indígena)

Você faz terapia de reposição hormonal

Não Sim. Há quanto

Tempo? _____

Marque um “X” caso você tenha alguma das patologias abaixo

Hipertensão Diabetes Osteoporose

Outros: _____

Você está tomando algum medicamento?

Não Sim.

Qual (is)? _____

Muito Obrigado!

ANEXO D – IPAQ



QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA

Nome: _____ Data: ___/___/___

Idade : _____ Sexo: F () M () Você trabalha de forma remunerada: () Sim () Não.
 Quantas horas você trabalha por dia: _____ Quantos anos completos você estudou:

De forma geral sua saúde está: () Excelente () Muito boa () Boa () Regular () Ruim

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 em uma semana **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

SEÇÃO 1- ATIVIDADE FÍSICA NO TRABALHO

Esta seção inclui as atividades que você faz no seu serviço, que incluem trabalho remunerado ou voluntário, as atividades na escola ou faculdade e outro tipo de trabalho não remunerado fora da sua casa. **NÃO** incluir trabalho não remunerado que você faz na sua casa como tarefas domésticas, cuidar do jardim e da casa ou tomar conta da sua família. Estas serão incluídas na seção 3.

1a. Atualmente você trabalha ou faz trabalho voluntário fora de sua casa?
 () Sim () Não – Caso você responda não **Vá para seção 2: Transporte**

As próximas questões são em relação a toda a atividade física que você fez na **última semana** como parte do seu trabalho remunerado ou não remunerado. **NÃO** inclua o transporte para o trabalho. Pense unicamente nas atividades que você faz por **pelo menos 10 minutos contínuos**:

1b. Em quantos dias de uma semana normal você **anda**, durante **pelo menos 10 minutos contínuos**, como parte do seu trabalho? Por favor, **NÃO** inclua o andar como forma de transporte para ir ou voltar do trabalho.

_____ dias por **SEMANA** () nenhum - **Vá para a seção 2 - Transporte.**

1c. Quanto tempo no total você usualmente gasta **POR DIA** caminhando como parte do seu trabalho ?

____ horas _____ minutos

1d. Em quantos dias de uma semana normal você faz atividades **moderadas**, por pelo menos 10 minutos contínuos, como carregar pesos leves **como parte do seu trabalho**?

_____ dias por **SEMANA** () nenhum - Vá para a questão 1f

1e. Quanto tempo no total você usualmente gasta **POR DIA** fazendo atividades moderadas como parte do seu trabalho?

____ horas _____ minutos

1f. Em quantos dias de uma semana normal você gasta fazendo atividades **vigorosas**, por pelo menos 10 minutos contínuos, como trabalho de construção pesada, carregar grandes pesos, trabalhar com enxada, escavar ou subir escadas **como parte do seu trabalho**:

_____ dias por **SEMANA** () nenhum - Vá para a questão 2a.

1g. Quanto tempo no total você usualmente gasta **POR DIA** fazendo atividades físicas vigorosas **como parte do seu trabalho**?

____ horas _____ minutos

SEÇÃO 2 - ATIVIDADE FÍSICA COMO MEIO DE TRANSPORTE

Estas questões se referem à forma típica como você se desloca de um lugar para outro, incluindo seu trabalho, escola, cinema, lojas e outros.

2a. O quanto você andou na ultima semana de carro, ônibus, metrô ou trem?

_____ dias por **SEMANA** () nenhum - Vá para questão 2c

2b. Quanto tempo no total você usualmente gasta **POR DIA** andando de carro, ônibus, metrô ou trem?

____ horas ____ minutos

Agora pense **somente** em relação a caminhar ou pedalar para ir de um lugar a outro na ultima semana.

2c. Em quantos dias da ultima semana você andou de bicicleta por pelo menos 10 minutos contínuos para ir de um lugar para outro? (**NÃO** inclua o pedalar por lazer ou exercício)

_____ dias por **SEMANA** () Nenhum - Vá para a questão 2e.

2d. Nos dias que você pedala quanto tempo no total você pedala **POR DIA** para ir de um lugar para outro?

_____ horas _____ minutos

2e. Em quantos dias da ultima semana você caminhou por **pelo menos 10 minutos contínuos** para ir de um lugar para outro? (**NÃO** inclua as caminhadas por lazer ou exercício)

_____ dias por **SEMANA** () Nenhum - **Vá para a Seção 3.**

2f. Quando você caminha para ir de um lugar para outro quanto tempo **POR DIA** você gasta? (**NÃO** inclua as caminhadas por lazer ou exercício)

_____ horas _____ minutos

SEÇÃO 3 – ATIVIDADE FÍSICA EM CASA: TRABALHO, TAREFAS DOMÉSTICAS E CUIDAR DA FAMÍLIA.

Esta parte inclui as atividades físicas que você fez na ultima semana na sua casa e ao redor da sua casa, por exemplo, trabalho em casa, cuidar do jardim, cuidar do quintal, trabalho de manutenção da casa ou para cuidar da sua família. Novamente pense **somente** naquelas atividades físicas que você faz **por pelo menos 10 minutos contínuos**.

3a. Em quantos dias da ultima semana você fez atividades **moderadas** por pelo menos 10 minutos como carregar pesos leves, limpar vidros, varrer, rastelar **no jardim ou quintal**.

_____ dias por **SEMANA** () Nenhum - **Vá para questão 3b.**

3b. Nos dias que você faz este tipo de atividades quanto tempo no total você gasta **POR DIA** fazendo essas atividades moderadas **no jardim ou no quintal**?

_____ horas _____ minutos

3c. Em quantos dias da ultima semana você fez atividades **moderadas** por pelo menos 10 minutos como carregar pesos leves, limpar vidros, varrer ou limpar o chão **dentro da sua casa**.

_____ dias por **SEMANA** () Nenhum - **Vá para questão 3d.**

3d. Nos dias que você faz este tipo de atividades moderadas **dentro da sua casa** quanto tempo no total você gasta **POR DIA**?

_____ horas _____ minutos

3e. Em quantos dias da ultima semana você fez atividades físicas **vigorosas no jardim ou quintal** por pelo menos 10 minutos como carpir, lavar o quintal, esfregar o chão:

_____ dias por **SEMANA** () Nenhum - **Vá para a seção 4.**

3f. Nos dias que você faz este tipo de atividades vigorosas **no quintal ou jardim** quanto tempo total você gasta **POR DIA**?

_____ horas _____ minutos

SEÇÃO 4- ATIVIDADES FÍSICAS DE RECREAÇÃO, ESPORTE, EXERCÍCIO E DE LAZER.

Esta seção se refere às atividades físicas que você fez na última semana unicamente por recreação, esporte, exercício ou lazer. Novamente pense somente nas atividades físicas que faz **por pelo menos 10 minutos contínuos**. Por favor, **NÃO** inclua atividades que você já tenha citado.

4a. Sem contar qualquer caminhada que você tenha citado anteriormente, em quantos dias da última semana você caminhou **por pelo menos 10 minutos contínuos** no seu tempo livre?

_____ dias por **SEMANA** () Nenhum - **Vá para questão 4b**

4b. Nos dias em que você caminha no seu tempo livre, quanto tempo no total você gasta **POR DIA?**

_____ horas _____ minutos

4c. Em quantos dias da última semana você fez atividades moderadas no seu tempo livre por pelo menos 10 minutos, como pedalar ou nadar a velocidade regular, jogar bola, vôlei, basquete, tênis :

_____ dias por **SEMANA** () Nenhum - **Vá para questão 4d.**

4d. Nos dias em que você faz estas atividades moderadas no seu tempo livre quanto tempo no total você gasta **POR DIA?**

_____ horas _____ minutos

4e. Em quantos dias da última semana você fez atividades vigorosas no seu tempo livre por pelo menos 10 minutos, como correr, fazer aeróbicos, nadar rápido, pedalar rápido ou fazer Jogging:

_____ dias por **SEMANA** () Nenhum - **Vá para seção 5.**

4f. Nos dias em que você faz estas atividades vigorosas no seu tempo livre quanto tempo no total você gasta **POR DIA?**

_____ horas _____ minutos

SEÇÃO 5 - TEMPO GASTO SENTADO

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.

5a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?

_____ horas ____ minutos

5b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?

_____ horas ____ minutos

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

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)