

Camila Camargos Zampa

**CAPACIDADE AERÓBICA E NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA EM IDOSOS DE
DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS**

Belo Horizonte
Mestrado em Ciências da Reabilitação
Universidade Federal de Minas Gerais
2009

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

Camila Camargos Zampa

**CAPACIDADE AERÓBICA E NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA EM IDOSOS DE
DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, nível mestrado, da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Área de concentração: Desempenho Funcional Humano.

Orientadora: Prof^a. Dra. Raquel Rodrigues Britto

Co-orientadora: Prof^a. Dra. Verônica Franco Parreira

Belo Horizonte
Mestrado em Ciências da Reabilitação
Universidade Federal de Minas Gerais

2009

Z26c Zampa, Camila Camargos
2009 Capacidade aeróbica e nível de atividade física em idosos de diferentes faixas etárias. [manuscrito] /Camila Camargos Zampa– 2009.
92 f., enc.: il.

Orientadora: Raquel Rodrigues Britto
Co-orientadora: Verônica Franco Parreira

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.
Bibliografia: f. 45-51

1. Idoso. 2. Capacidade aeróbica. 3. Nível de atividade física. 4. Valor de referência I. Britto, Raquel Rodrigues. II. Parreira, Verônica Franco. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 796-053.9

*Dedico esta dissertação aos meus avós e ao meu pai, fonte de sabedoria e
bondade...*

AGRADECIMENTOS

À Deus, por sempre iluminar o meu caminho e colocar pessoas tão especiais em minha vida.

Aos meus pais, Hélio e Marilene, e meus irmãos, Renata e Thiago, pelo amor incondicional e por sempre me apoiarem em todas as minhas escolhas. Pai, se não fosse você, eu jamais conseguiria!!!

À minha querida orientadora, Prof^a. Raquel Rodrigues Britto, por ter acreditado em mim e tornado esse sonho possível!!! Agradeço pela amizade, confiança, ensinamentos e dedicação aos projetos que desenvolvemos juntas desde a época da minha graduação. Minha eterna admiração e respeito!!!

À minha co-orientadora, Prof^a. Verônica Franco Parreira, pela competência, carinho, valiosas contribuições e incentivo à pesquisa.

À minha grande amiga Patrícia Azevedo Garcia, pela parceria nas coletas, mas principalmente pelos momentos de choros e risos, trabalho e descontração, você é uma segunda irmã!!!

Ao Léo, pelo carinho, paciência, apoio constante e principalmente pelo amor. Obrigada por agüentar meu cansaço. Sem você teria sido tudo mais difícil!!!

Às minhas amigas e companheiras do mestrado, Danielle Corrêa França, Danielle Soares Vieira, Maria Clara Alencar, em especial à Danielle Aparecida Gomes Pereira e Fernanda Lima Lopes, pela disponibilidade e dedicação, vocês são peças fundamentais nessa conquista!!!

Aos voluntários desta pesquisa, pelo carinho, simplicidade e possibilidade de aprendizado diário. Nunca me esquecerei de vocês!!!

Aos colegas e amigos do mestrado, em especial à Pollyanna Figueiredo e Dayane Montemezzo, pelas conversas, conselhos, desabafos, enfim pela amizade sincera e eterna.

Aos bolsistas e voluntários do Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório.

Ao Prof. Marcelo Veloso e à Prof^a. Tereza Cristina Silva Brant pelos ensinamentos no período de estágio em docência.

A toda minha família, em especial ao meu padrinho João Octávio pelo amor, presença constante e apoio em todas as minhas escolhas e conquistas.

Aos funcionários do Departamento de Fisioterapia e do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação, em especial a Marilane, pela disponibilidade para me ajudar sempre que precisei.

Enfim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional, o meu MUITO OBRIGADA!!!

“Gigantes são os mestres, nos ombros dos quais eu me elevei” (Isaac Newton)

RESUMO

Estudos que indicam valores de referência para a capacidade aeróbica especificamente de idosos são escassos e essenciais para a identificação de déficit funcional. **Objetivos:** Caracterizar a capacidade aeróbica e o nível de atividade física de idosos de diferentes faixas etárias e estabelecer equações de referência para o consumo de oxigênio (VO_2). **Métodos:** A capacidade aeróbica de 63 idosos da comunidade, 31 homens e 32 mulheres, divididos em grupo 1: 65-69 anos, grupo 2: 70-79 anos e grupo 3: 80 e mais anos foi avaliada por teste de esforço máximo com análise dos gases expirados utilizando o protocolo de rampa em esteira ergométrica e o nível de atividade física foi identificado pelo questionário Perfil de Atividade Humana (PAH). A Análise estatística, considerando $\alpha= 0,05$, foi realizada por meio de testes não paramétricos (*Jonckheere-Terpstra*, *Mann-Whitney*, Exato de Fisher e correlação de Spearman) para análise da diferença e associação. Equações de predição para o VO_2 , específicas para cada sexo, foram estabelecidas por meio de um modelo de regressão linear. **Resultados:** No grupo 1 foi encontrado um valor mediano superior de produção de dióxido de carbono (VCO_2) e inferior de equivalente ventilatório de dióxido de carbono (VE/VCO_2) em relação ao grupo 2 ($VCO_2= 1755 \times 1367 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$; $VE/VCO_2= 31 \times 34 \text{ L}\cdot\text{mL}^{-1}$ respectivamente), ($p<0,01$). Valores medianos superiores de ventilação pulmonar (VE) ($52,5 \times 42 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$), VO_2 ($21,8 \times 16,6 \text{ mL}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), VCO_2 ($1755 \times 1166 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$), frequência cardíaca (FC) ($142 \times 130 \text{ bpm}$), pulso de oxigênio (VO_2/FC) ($11 \times 9 \text{ mL}\cdot\text{batimento cardíaco}^{-1}$) e duplo produto (FC x PAS) ($29.920 \times 23.500 \text{ bpm}\cdot\text{mmHg}$) foram encontrados no grupo 1 quando comparado ao grupo 3 ($p<0,01$). Houve correlação ($p<0,001$) entre idade e VO_2 ($r=-0,518$), idade e VCO_2 ($r=-0,549$) e PAH e VO_2 ($r=0,498$). As equações estabelecidas considerando idade, índice de massa corporal (IMC) e o tempo de teste incremental (TI) foram: para homens, 1: $VO_2= 56,896 - (0,396 \times \text{Idade}) - (0,380 \times \text{IMC}) + (0,410 \times \text{TI})$ e para mulheres, 2: $VO_2= 44,954 - (0,394 \times \text{Idade}) - (0,178 \times \text{IMC}) + (0,741 \times \text{TI})$. As equações estabelecidas considerando apenas as variáveis antropométricas (idade e IMC) foram: para homens, 3: $59,607 - (0,352 \times \text{Idade}) - (0,449 \times \text{IMC})$ e para mulheres, 4: $54,310 -$

$(0,374 \times \text{Idade}) - (0,309 \times \text{IMC})$. **Conclusões:** Este estudo confirma a redução progressiva da capacidade aeróbica nos idosos e sua relação com a idade e com o nível de atividade física. As equações propostas podem ser utilizadas como referência para testes realizados em idosos segundo o mesmo protocolo (equações 1 e 2) ou para outros testes desde que efetuados em esteiras (equações 3 e 4).

ABSTRACT

Studies that indicate reference values for the aerobic capacity specifically to elderly people are rare and essential for the identification of functional impairment. **Objectives:** Characterize the aerobic capacity and the physical activity level of elderly people with different ages and establish reference equations for the oxygen uptake (VO_2). **Methods:** The aerobic capacity of 63 community elderly people, 31 men and 32 women, divided in group 1: 65-69 years, group 2: 70-79 years and group 3: 80 and more years old was evaluated by incremental test with gas analysis exhaled using the ramp protocol in ergometric treadmill and the physical activity level was identified by questionnaire Human Activity Profile (HAP). The Statistical analysis considering $\alpha=.05$ was carried out by means of non-parametric tests (*Jonckheere-Terpstra*, *Mann-Whitney*, *Exact of Fisher* and *Spearman's* correlation) for analysis of the difference and association. Prediction equations for the VO_2 , specific for each sex, were established by means of a model of linear regression. **Results:** In group 1 was founded a higher median value of carbon dioxide production (VCO_2) and lower of ventilatory equivalent for carbon dioxide (VE/VCO_2) in relation to the group 2 ($VCO_2= 1755 \times 1367 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$; $VE/VCO_2= 31 \times 34 \text{ L}\cdot\text{mL}^{-1}$ respectively), ($p < 0.01$) Higher median values of pulmonary ventilation (VE) ($52.5 \times 42 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$), VO_2 ($21.8 \times 16.6 \text{ mL}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), VCO_2 ($1755 \times 1166 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$), heart rate (HR) ($142 \times 130 \text{ bpm}$), oxygen pulse (VO_2/FC) ($11 \times 9 \text{ mL}\cdot\text{beat}^{-1}$) and double product (HR x SP) ($29.920 \times 23.500 \text{ bpm}\cdot\text{mmHg}$) were founded in group 1 when compared with group 3 ($p < 0.01$). Correlations ($p < 0.001$) were found between age and VO_2 ($r = -0.518$), age and VCO_2 ($r = -0.549$) and HAP and VO_2 ($r = 0.498$). The equations established considering age, body mass index (BMI) and the time of incremental test (T) were: for men, 1: $VO_2 = 56.896 - (0.396 \times \text{Age}) - (0.380 \times \text{BMI}) + (0.410 \times T)$ and for women, 2: $VO_2 = 44.954 - (0.394 \times \text{Age}) - (0.178 \times \text{BMI}) + (0.741 \times T)$. The equations established considering only the antropometric variables (age and BMI) were: for men, 3: $59.607 - (0.352 \times \text{Age}) - (0.449 \times \text{BMI})$ and for women, 4: $54.310 - (0.374 \times \text{Age}) - (0.309 \times \text{BMI})$.

Conclusions: This study confirms the gradual reduction of the aerobic capacity in elderly people and its relation with the age and with the physical activity level. The equations proposed may be used as reference for tests performed in elderly people according to the same protocol (equations 1 and 2) or for other tests since that effected in treadmill (equations 3 and 4).

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATS / ACCP – *American Thoracic Society / American College of Chest Physicians*

AVD – Atividades de Vida Diária

CO₂ - Dióxido de carbono

EAA - Escore Ajustado de Atividade

EMA - Escore Máximo de Atividade

FC - Freqüência Cardíaca

FR - Freqüência Respiratória

IMC - Índice de Massa Corporal

Kg - Quilogramas

LA - Limiar Anaeróbico

LTPA – *Leisure Time Physical Activity*

m – metro

máx – máximo/a

MEEM - Mini Exame do Estado Mental

N₂ - Nitrogênio

O₂ - Oxigênio

PA - Pressão Arterial

PAD – Pressão Arterial Diastólica

PAH – Perfil de Atividade Humana

PAS – Pressão Arterial Sistólica

PPT – *Physical Performance Test*

RER – *Respiratory Exchange Ratio* – no português: Razão de troca respiratória

SpO₂ - Saturação periférica da hemoglobina em oxigênio

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

Vc - Volume corrente

VCO₂ - Produção de Dióxido de carbono

VE - Ventilação Pulmonar

VE/VCO₂ - Equivalente Ventilatório de Dióxido de carbono

VE/VO₂ - Equivalente Ventilatório de Oxigênio

VO₂ - Consumo de Oxigênio

VO₂/FC – Pulso de Oxigênio

SUMÁRIO

Capítulo 1 - INTRODUÇÃO	13
1.1 Envelhecimento e Fragilidade	14
1.2 Alterações fisiológicas do envelhecimento	16
1.2.1 <i>Sistema pulmonar</i>	16
1.2.2 <i>Sistema cardiovascular</i>	18
1.2.3 <i>Sistema metabólico</i>	19
1.3 Avaliação da Capacidade Aeróbica pela Ergoespirometria	20
1.3.1 <i>Capacidade aeróbica em idosos</i>	22
1.4 Justificativa	27
1.5 Objetivos do Estudo	28
1.5.1 <i>Objetivo Geral</i>	28
1.5.2 <i>Objetivos Específicos</i>	28
Capítulo 2 – MATERIAL E MÉTODOS	29
2.1 Delineamento	29
2.2 Local de Realização	29
2.3 Amostra	29
2.3.1 <i>Participantes</i>	29
2.3.2 <i>Critérios de Inclusão</i>	30
2.3.3 <i>Critérios de Exclusão</i>	31
2.4 Aspectos Éticos	31
2.5 Instrumentos de Medida	32
2.5.1 <i>Sistema metabólico de análise de gases</i>	32
2.5.2 <i>Esteira ergométrica</i>	35
2.5.3 <i>Eletrocardiógrafo</i>	36
2.5.4 <i>Esfignomanômetro e Estetoscópio</i>	37
2.5.5 <i>Oxímetro de pulso</i>	37
2.5.6 <i>Escala Categórica de Borg Modificada</i>	38
2.5.7 <i>Balança calibrada</i>	38
2.5.8 <i>Perfil de Atividade Humana</i>	38
2. 6 Variáveis Analisadas	39
2.6.1 <i>Primárias</i>	40

2.6.2 Secundárias.....	40
2.7 Procedimentos e coleta de dados.....	41
2.8 Análise dos dados.....	43
Capítulo 3 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
Capítulo 4 - ARTIGO: Capacidade aeróbica e nível de atividade física em idosos de diferentes faixas etárias.....	52
Capítulo 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
APENDICES.....	77
ANEXOS.....	86

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas houve um crescimento acentuado do número de idosos nos países de Terceiro Mundo^{1,2}. No Brasil, a proporção de idosos na população vem aumentando de forma rápida desde o início da década de 60, em função do declínio da taxa de fecundidade^{1,3} e melhor controle das enfermidades. Com o aumento da parcela da população idosa, observa-se também o crescimento de doenças crônico-degenerativas e incapacidade física nessa faixa etária^{4,5,6}. O processo de envelhecimento biológico e/ou o surgimento de doenças crônicas resultam no comprometimento da capacidade funcional dos idosos, o que leva à dificuldade para a realização de suas atividades de vida diária (AVD)^{7,8,9,10,11}.

Dessa forma, é importante avaliar a capacidade funcional do idoso, que de acordo com Veras R (2006)⁷ pode ser definida como: "a capacidade do indivíduo manter as habilidades físicas e mentais necessárias para uma vida independente e autônoma". Várias aptidões definem, em conjunto, a capacidade funcional do idoso, e, entre elas, a cardiorrespiratória ou aeróbica é considerada de grande importância, pois permite identificar a habilidade do sistema cardiopulmonar em disponibilizar substratos energéticos e oxigênio (O₂) para a realização de atividade física¹².

A forma mais acurada de avaliação da capacidade aeróbica é a mensuração direta do consumo de oxigênio (VO₂)⁹. O VO₂ é uma variável confiável e representativa da capacidade cardiorrespiratória, sendo considerado um dos principais parâmetros utilizados na avaliação do metabolismo aeróbico¹³. O VO₂ máximo (VO₂ máx) representa a taxa máxima de utilização do O₂ pelos músculos durante o exercício e é considerado a medida padrão ouro da limitação funcional do sistema cardiopulmonar⁹. Sua mensuração direta é realizada por meio da coleta dos gases expirados durante um teste de esforço cardiopulmonar máximo ou ergoespirometria¹⁴.

A ergoespirometria não somente avalia a capacidade de reserva funcional do sistema cardiopulmonar, mas também fornece compreensão abrangente das respostas clínicas, eletrofisiológicas e hemodinâmicas quando comparada à ergometria convencional, tornando-se assim um recurso não invasivo de grande importância na

avaliação tanto de indivíduos aparentemente saudáveis, quanto daqueles que apresentam comprometimento cardiovascular e/ou pulmonar¹⁵.

Diretrizes para a sua realização são encontradas em diversos estudos^{16,17,18,19,20}. A presença de ambiente adequado, equipamento emergencial, monitorização constante, critérios de interrupção e contraindicações bem definidos tornam o método seguro^{17,18,20,21}.

Apesar da avaliação da capacidade aeróbica por meio da ergoespirometria ter sido utilizada em publicações científicas que inseriram a população idosa^{22,23,24,25,26,27,28,29,30}, são escassos os estudos que avaliaram exclusivamente os idosos^{8,9,31,32} e que incluíram indivíduos numa faixa etária mais avançada.^{33,34,35} A relação entre a capacidade cardiorrespiratória e o nível de atividade física rotineira também foi pouco investigada nessa parcela da população^{25,26,27,29}. E ainda, a determinação de equações para prever o VO_2 muitas vezes foram criadas baseadas numa amostra que incluiu indivíduos até 80 anos^{25,29}, restringindo a identificação dos idosos que se encontram abaixo do limite inferior esperado.

Sendo assim, e principalmente considerando o envelhecimento populacional e a necessidade de serem estabelecidas políticas adequadas para essa população específica, nos diversos níveis de atenção à saúde, a melhor caracterização da capacidade aeróbica poderá contribuir para o direcionamento de programas de prevenção e de reabilitação.

Neste sentido, este estudo foi planejado para caracterizar a capacidade cardiorrespiratória de idosos de diferentes faixas etárias (65-69 anos, 70-79 anos e 80 e mais anos), utilizando a ergoespirometria como método de avaliação padrão ouro e relacioná-la ao nível de atividade física identificado por meio de um questionário específico.

1.1 Envelhecimento e Fragilidade

O envelhecimento populacional se estendeu nas últimas décadas por vários países do Terceiro Mundo, inclusive no Brasil que, desde o início desse milênio, já é considerado um país de velhos^{1,2}. A partir da década de 60, a população brasileira

começou a envelhecer de forma rápida^{1,3} e atualmente os idosos representam cerca de 10% da população geral². As projeções indicam que em 2050, a pirâmide etária brasileira será semelhante à atual estrutura dos países desenvolvidos, sendo que 19,8% de pessoas terão 65 anos e mais de idade⁴.

Com o aumento da parcela da população idosa, ocorrem modificações no perfil de saúde que resultam no crescimento da ocorrência de doenças crônico-degenerativas e incapacidade física nessa faixa etária^{4,5,6}. No Brasil, são mais de 11 milhões de pessoas com 60 anos e mais acometidas por doenças crônicas e cerca de 3 milhões com incapacidade funcional⁶.

Nesse estágio da vida, a redução da reserva dos diversos sistemas fisiológicos, determinada pelo efeito combinado do envelhecimento biológico, condições crônicas, tabagismo e sedentarismo, priva os idosos de uma “margem de segurança” e promove uma maior susceptibilidade a efeitos adversos. Em condições limítrofes, eventos simples, como uma infecção respiratória, podem desencadear conseqüências graves em outros sistemas, elevando a mortalidade³. Desta forma, o avançar da idade relaciona-se com o aumento da proporção de idosos mais vulneráveis e frágeis.

A fragilidade pode ser definida como uma síndrome clínica, de natureza multifatorial, que resulta de mudanças fisiológicas decorrentes do processo de envelhecimento ou de doença grave e/ou comorbidades, incluindo doenças crônicas cardiovasculares e pulmonares^{36,37}.

Essa síndrome leva a perda da capacidade homeostática de resistir aos estressores, promovendo um risco aumentado para resultados de saúde adversos incluindo quedas, piora da mobilidade ou incapacidade para a realização de AVD, hospitalização e morte^{36,37,38}.

Em um estudo de Fried *et al.* (2001)³⁶ um fenótipo da fragilidade clínica para idosos foi operacionalizado, constituindo-se num fator preditivo independente para a incidência das adversidades citadas acima. Sua validade interna e de critério foram estabelecidas no estudo de Bandeen-Roche *et al.* (2006)³⁸. Ele se baseia em 5 elementos: 1) perda de peso não intencional ($\geq 4,5$ Kg ou 5% do peso corporal no ano anterior); 2) exaustão avaliada por auto-relato de fadiga na semana anterior, indicada pela freqüência na qual o indivíduo “sentiu que teve que fazer esforços para fazer

tarefas habituais” e que “não conseguiu levar adiante suas coisas”, questões que fazem parte da escala de depressão do *Center for Epidemiological Studies* (CES-D); 3) diminuição da força de preensão medida com dinamômetro na mão dominante e ajustada ao sexo e ao índice de massa corporal (IMC); 4) baixo nível de atividade física medido pelo dispêndio semanal de energia em Kilocalorias, ajustado segundo o sexo (com base no auto-relato das atividades e exercícios físicos realizados, avaliados pelo *Minnesota Leisure Time Activities Questionnaire*), 5) lentidão medida pelo tempo gasto em segundos para percorrer uma distância de 4,6 m (ajustada segundo o sexo e estatura). Indivíduos com três ou mais dessas características são classificados como frágeis. O estado pré-frágil (fragilidade intermediária) é indicado pela presença de 1 ou 2 critérios e demonstra um risco aumentado para o idoso tornar-se frágil nos próximos 3-4 anos³⁶.

Todos os fatores citados acima são resultantes da influência das variações genéticas e mudanças moleculares sobre o declínio fisiológico³⁹, já que a fragilidade é representada por uma queda de energia que ocorre em espiral, decorrente da diminuição das reservas fisiológicas e mesmo desregulação de múltiplos sistemas^{36,37}, envolvendo alterações em nível molecular, fisiológico e clínico^{38,39}.

Portanto, o envelhecimento é caracterizado por modificações que podem acometer diversos órgãos e sistemas, principalmente o sistema cardiopulmonar e músculo-esquelético²⁴.

1.2 Alterações fisiológicas do envelhecimento

1.2.1 Sistema pulmonar

As alterações fisiológicas no sistema pulmonar do idoso englobam modificações que ocorrem nos pulmões, na caixa torácica, na musculatura respiratória e no *drive* respiratório, caracterizadas pela redução do recolhimento elástico do pulmão, da complacência da parede torácica, da força dos músculos respiratórios e da resposta do organismo à hipóxia e hipercapnia^{12,40,41,42,43}. Essas mudanças resultam numa significativa diminuição da capacidade funcional do sistema pulmonar⁴², tornando-se

relevantes em situações que requerem aumento da demanda fisiológica, tais como no exercício e nas doenças^{12,43}.

A diminuição do recolhimento elástico dos pulmões e o aumento da resistência ao fluxo aéreo levam a uma progressiva retenção de ar, o que aumenta a complacência pulmonar, caracterizando o “enfisema” senil. Estas alterações estão associadas ao declínio da capacidade de difusão do pulmão, contribuindo para o aumento do gradiente alvéolo-arterial de O₂^{40,41,42,43} (diferença de O₂ entre alvéolo e artéria)⁴⁴.

A principal modificação fisiológica do envelhecimento relacionada à caixa torácica consiste na diminuição de sua complacência dinâmica^{12,40,41,42,43}, o que poderia gerar redução do volume corrente (Vc) e aumento da frequência respiratória (FR)⁴². No entanto, estudos realizados em nosso laboratório utilizando a pletismografia respiratória por indutância não identificaram esta alteração do padrão respiratório no repouso^{45,46}.

As mudanças estruturais que ocorrem no pulmão e na parede torácica promovem alterações na postura e redução na capacidade do diafragma de gerar força, aumentando o trabalho respiratório nos idosos^{12,40,41,42}. Portanto, situações de sobrecarga sobre a musculatura diafragmática, como um pós-operatório, podem culminar com a falência desse músculo⁴².

Os músculos respiratórios também sofrem modificações com o avançar da idade, que levam à redução da força muscular respiratória^{12,40,41,42,43,46,47,48}. A diminuição da força, num determinado nível de ventilação pulmonar, pode exigir o recrutamento de músculos acessórios, aumentando o custo de O₂ da respiração¹², além de poder predispor o idoso a hipoventilação, ao aumento da FR e a fadiga frente ao surgimento de doenças como pneumonia^{40,41}.

Além de todas as mudanças estruturais do sistema pulmonar, o processo de envelhecimento caracteriza-se por alteração no *drive* respiratório (estímulo aferente ao centro respiratório e eferente aos músculos respiratórios)⁴². Com o aumento da idade, há menor resposta do organismo a hipóxia e a hipercapnia^{40,41,42,43,47}, resultando numa reduzida resposta ventilatória em casos de insuficiência cardíaca e infecção ou agravamento da obstrução de via aérea⁴¹, além de aumentar o risco de isquemia e infarto do miocárdio durante um procedimento cirúrgico⁴⁷.

Todas essas modificações relacionadas ao sistema pulmonar contribuem para uma limitação ventilatória ao exercício. Essa limitação juntamente com a perda de massa muscular levam ao aumento do trabalho respiratório e paralelamente a uma queda do VO_2 máx, resultando numa diminuição na capacidade do idoso de realizar atividade física⁴⁰.

Associada à influência pulmonar, a alteração da resposta cardiovascular também é responsável pelo declínio da capacidade ao exercício^{12,40,47,49,50,51}.

1.2.2 Sistema cardiovascular

Em relação ao sistema cardiovascular, o processo de envelhecimento relaciona-se com mudanças na sua estrutura e função que acometem o coração, vasos arteriais e resposta barorreflexa^{12,47,49,50,51}. Essas modificações são caracterizadas pela hipertrofia cardíaca, juntamente com uma resposta reduzida do coração ao estímulo simpático, enrijecimento das grandes artérias e mudanças no sistema barorreflexo^{12,47,49,50,51}. Todas essas alterações prejudicam a manutenção da homeostase circulatória e podem promover um declínio da função corporal⁴⁹, aumentando, por exemplo, o risco das cirurgias cardiovasculares (a limitada capacidade de reserva cardíaca torna-se relevante em situações de estresse)⁴⁷ e reduzindo o limiar para o aparecimento de doenças cardíacas⁵⁰, que estão associadas, no seu aspecto clínico e subclínico, com o estado frágil e pré-frágil no idoso⁵².

A velhice está associada ao aumento do peso do coração, refletindo em algum grau uma hipertrofia e enrijecimento do ventrículo esquerdo^{12,47,49,50,51}. Este fator torna o idoso mais susceptível ao desenvolvimento de falência diastólica, que pode evoluir para uma insuficiência cardíaca^{47,49,50,51}. Além disso, com o envelhecimento, o coração torna-se menos sensível à estimulação simpática β - adrenérgica. Assim, não é possível alcançar os níveis máximos de frequência cardíaca (FC) obtidos na juventude, havendo uma queda de cerca de 5 a 10 batimentos cardíacos por década. Esse comprometimento promove um declínio da capacidade máxima do corpo de utilizar o O_2 , constituindo num importante fator limitante do desempenho cardiovascular durante o estresse físico¹².

A aorta e as grandes artérias elásticas também sofrem alterações, tornando-se alongadas, tortuosas, rígidas e com espessamento principalmente das camadas íntima e média, promovendo evidente disfunção endotelial^{12,47,49,50,51}. Essas mudanças prejudicam a distensibilidade arterial e representam um moderado aumento na resistência periférica total, pressão arterial sistólica (PAS) e pressão de pulso [diferença entre a PAS e pressão arterial diastólica (PAD)], hipertrofia ventricular esquerda, além de um estágio precursor para o desenvolvimento da aterosclerose^{12,47,49,50,51}.

As modificações estruturais que ocorrem no coração e nos vasos arteriais promovem em conjunto uma excessiva sobrecarga cardíaca e demanda de O₂, relacionando-se com eventos cerebrovasculares e disfunção renal⁴⁹.

Ademais, o mecanismo baroreflexo arterial está relativamente alterado com o avançar da idade^{12,47,49,51}, observando-se um declínio no controle dos barorreceptores arteriais em modular a atividade cardíaca cronotrópica⁴⁹. Como consequência, a regulação da pressão sanguínea torna-se mais lenta, resultando no aumento da tendência a picos irregulares de pressão, arritmias e hipotensão postural que, por sua vez, podem promover tontura, fraqueza, quedas, síncope e acidente vascular encefálico^{12,47,49,51}.

1.2.3 Sistema metabólico

Em relação ao metabolismo, observa-se no idoso uma alteração na utilização do O₂, caracterizada pela diminuição do VO₂ no repouso, no limiar anaeróbico (LA) (intensidade de exercício físico na qual a produção de energia pelo metabolismo anaeróbico predomina em relação ao metabolismo aeróbico)³² e no esforço máximo⁸.

O VO₂, uma importante medida da aptidão cardiorrespiratória^{19,28}, alcança seu valor máximo entre 20 a 30 anos de idade e, a partir daí, reduz aproximadamente 10% a cada década de vida^{9,12,41,47,50,51}. O decréscimo do VO₂ que acompanha o envelhecimento pode acelerar-se entre os 65 a 75 anos e novamente de 75 a 85 anos¹².

A diminuição do VO_2 máx, indicador mais preciso da capacidade cardiorrespiratória (potência aeróbica)^{14,19}, está relacionada à redução da FC máxima, débito cardíaco máximo e contratilidade, presença de perda muscular esquelética ou sarcopenia, dentre outros fatores^{8,12,24,28,41,47,50,51}. Essa diminuição implica em baixo nível de atividade física, exaustão precoce, lentidão na velocidade de marcha - 3 dos 5 critérios utilizados por Fried *et al.* (2001)³⁶ para definir fragilidade-, além de dependência funcional^{23,27} (caracterizada por um VO_2 abaixo de 13 mL/Kg/min)¹². Nas idades mais avançadas, o sistema de oferta e utilização de O_2 de indivíduos mais idosos e menos condicionados cai abaixo do mínimo necessário para manter um estilo de vida independente, posicionando-se perto do limiar de incapacidade¹².

Ademais, baixos níveis de VO_2 constituem fator de risco para mortalidade por diversas causas em homens e mulheres de meia-idade e idosos²⁸ e relaciona-se com a ocorrência de eventos coronarianos²⁶.

Todos os fatores citados acima dificultam a manutenção da homeostase e podem contribuir para uma maior incapacidade, hospitalização e morte, demonstrando o papel do sistema cardiopulmonar e metabólico no desenvolvimento da fragilidade e declínio da capacidade funcional com o avançar da idade. Por meio da ergoespirometria é possível avaliar a capacidade funcional aeróbica durante o exercício.

1.3 Avaliação da Capacidade Aeróbica pela Ergoespirometria

O termo ergoespirometria foi introduzido por Knipping em 1929, o primeiro a unir elementos de avaliação cardiovascular e ventilatória em condições de esforço¹³. Até a década de 1970, o VO_2 era avaliado pela coleta de ventilação pulmonar em bolsa ou balão meteorológico, por meio de uma válvula respiratória bidirecional, do qual era retirada uma amostra de gases em seringa de vidro, cujas concentrações de O_2 e dióxido de carbono (CO_2) eram analisadas, caracterizando o sistema fechado. Apesar de ser um método preciso, essa coleta de gases era feita de forma descontínua, em intervalos aproximadamente de 1 minuto, limitando a análise mais detalhada das

mudanças cardiopulmonares e metabólicas durante o esforço. Com o advento de novas tecnologias, baseadas em computadores e microprocessadores, tornou-se possível associar a análise de medidas respiratórias àquelas dos parâmetros metabólicos durante um teste máximo de exercício, de forma precisa e em tempo real, delineando assim a ergoespirometria, na qual a determinação do VO_2 é realizada em sistema aberto, baseada na diferença entre o ar inspirado e expirado a cada respiração¹⁵.

O teste de esforço cardiopulmonar ou ergoespirometria é considerado padrão ouro para avaliação da capacidade aeróbica ou desempenho cardiorrespiratório e metabólico. Trata-se de um procedimento não invasivo, válido e reprodutível, realizado sob condições de progressivo estresse físico^{13,17,53,54}.

A ergoespirometria permite analisar de forma direta parâmetros ventilatórios, cardiovasculares e metabólicos⁵⁵ tais como FR, V_c , FC, VO_2 e produção de dióxido de carbono (VCO_2)⁵³. A partir destes parâmetros é possível calcular outras variáveis referentes à capacidade aeróbica do indivíduo. Dentre elas podemos citar: ventilação pulmonar (VE), equivalente ventilatório de oxigênio (VE/VO_2), equivalente ventilatório de dióxido de carbono (VE/VCO_2), razão de troca respiratória ($\text{RER} = \text{VCO}_2/\text{VO}_2$), fração expirada de oxigênio ($\%\text{FEO}_2$), fração expirada de dióxido de carbônico ($\%\text{FECO}_2$), pulso de oxigênio (VO_2/FC) e outras.

Apesar de algumas limitações para a realização do teste cardiopulmonar como a necessidade de calibração dos equipamentos, profissional treinado e experiente, paciente cooperativo, custo elevado e demanda de tempo¹³, a ergoespirometria possibilita uma avaliação global da resposta ao exercício, envolvendo os sistemas pulmonar, cardiovascular, metabólico, hematopoiético e músculo esquelético, fornecendo informações relevantes para a tomada de decisão clínica¹⁷.

O teste cardiopulmonar é um exame confiável e seguro, cuja utilidade clínica tem sido reconhecida nos últimos anos^{13,17}. Ele possibilita avaliar e diferenciar pacientes com doença cardiovascular e pulmonar; quantificar a severidade de uma doença como a insuficiência cardíaca; fornecer prognóstico de sobrevida e indicação para transplante cardíaco e/ou pulmonar; avaliar e distinguir dispnéia de diversas etiologias; fornecer indicação segura para reabilitação cardíaca e pulmonar; auxiliar no pré-operatório, na prescrição de exercícios e treinamento físico para pacientes cardíacos, sedentários e

atletas de alto nível e na avaliação da incapacidade e resposta à intervenção terapêutica; e ainda determinar nível de independência para AVD na população idosa^{13,15,17,20,21,23}.

1.3.1 Capacidade aeróbica em idosos

Os estudos que avaliaram a capacidade cardiorrespiratória na população idosa são limitados e nem todos foram realizados apenas com indivíduos de 60 anos ou mais, de ambos os sexos. Um exemplo disso é o estudo de Myers *et al.* (1991)²² que analisaram 6 diferentes protocolos de exercício executados no cicloergômetro e na esteira ergométrica em 41 homens de 49-69 anos (média de 61 anos) e encontraram valores cardiorrespiratórios superiores com a utilização da esteira em relação a bicicleta (VO_2 máx= 21,4 x 18,1 mL/Kg/min, $p < 0,01$; respectivamente). Além disso, esses autores observaram que a diferença entre o VO_2 máx mensurado e o predito, por equações de referência, foi minimizada pela utilização do protocolo do tipo rampa.

O uso de dados demográficos, da condição física e do teste máximo dos participantes para prever o VO_2 pico (valor máximo de VO_2 alcançado pelo indivíduo no momento do teste¹³) foi realizado por Kaminsky & Whaley (1998)²⁵, que avaliaram 698 indivíduos, de 14-77 anos (média de $44,75 \pm 11,7$), utilizando o protocolo de rampa em esteira ergométrica. O tempo de realização do teste foi o mais potente preditor do VO_2 pico. Além da utilização da ergoespirometria, todos os voluntários foram avaliados quanto ao nível de atividade física. Apesar da importância desse dado, os indivíduos eram classificados de acordo com um sistema que envolvia apenas 6 códigos baseados na sua atividade profissional e de recreação. Como no estudo anterior, não foram avaliados somente idosos e nem indivíduos com 80 anos ou mais.

No ano seguinte, Paterson *et al.* (1999)²³ avaliaram 298 indivíduos de 55-86 anos (média de $69,35 \pm 8,1$), selecionados de forma randomizada, estratificados em 6 grupos, na esteira ergométrica utilizando protocolo do tipo rampa. O estudo demonstrou queda significativa nos valores de VO_2 máx, FC máx e VE no LA com o avançar da idade. Por meio de um modelo exponencial, também foram estabelecidos valores mínimos de VO_2 máx compatíveis com uma vida independente nos idosos de 85 anos (17,7 mL/Kg/min para homens e 15,4 mL/Kg/min para mulheres). Além disso, esses

autores forneceram dados normativos da aptidão cardiorrespiratória para adultos e idosos compreendidos nessa faixa etária e valores preditos de VO_2 máx, FC máx e VE no LA por equações de referência, utilizando a variável idade. A mesma explicou somente 8-37% da variabilidade das variáveis preditas. Portanto, esses autores concluíram que a idade pode não ser o único fator importante na determinação do VO_2 .

Fórmulas de predição também foram desenvolvidas, no mesmo ano, por Neder *et al.* (1999)²⁹ que avaliaram 120 brasileiros sedentários (20-80 anos) elegidos de forma randomizada. Nesse estudo, por meio do protocolo de rampa em cicloergômetro, foram estabelecidas equações preditivas de acordo com o sexo, para variáveis de troca gasosa, cardiovascular e ventilatória (como VO_2 , FC, VO_2/FC , VE máximos) envolvendo idade, peso, massa corporal magra, estatura, escore de atividade física (avaliado por meio do questionário de Baecke modificado) e tempo de lazer (avaliado pelo *Leisure Time Score*). No entanto, foram avaliados apenas 40 idosos (com idade até 80 anos) estratificados nos seguintes grupos (60-69 e 70-80) de n igual a 20 em cada grupo. Portanto, apesar de ter incluído indivíduos com 60 anos ou mais, o foco desse estudo não foi estabelecer valores de predição exclusivamente para essa população. Dois anos depois, Neder *et al.* (2001)³⁰ desenvolveram valores de referência para índices submáximos da função metabólica, cardiovascular e ventilatória, considerando somente a idade e a diferenciação por sexo. Novamente apenas 40 idosos até 80 anos foram incluídos na análise.

Em 2002, Talbot *et al.* (2002)²⁶ também avaliaram atividade física (estimada pelo *leisure time physical activity* – LTPA) e aptidão cardiorrespiratória (determinada por meio do protocolo modificado de Balke em esteira) numa amostra somente de homens constituída por 522 adultos com 65 anos ou menos (média de 44,6) e 167 idosos com mais de 65 anos (média de 73,5). Ao comparar as 2 faixas etárias, nos adultos foram observados valores médios superiores de VO_2 pico (36,2 x 27,6 mL/Kg/min; $p < 0,001$), VCO_2/VO_2 pico (1,13 x 1,08; $p = 0,002$), FC máx (176 x 151 bpm; $p < 0,001$), e duração do exercício (11,7 x 9,6 minutos; $p < 0,001$). Nos idosos, a realização de atividade física de alta intensidade se relacionou aos valores elevados de VO_2 pico. Ambos foram fatores preditores para a redução de eventos coronarianos nessa população.

Fleg *et al.* (2005)²⁷ num estudo longitudinal envolvendo 810 participantes, de ambos os sexos, de 21-87 anos (média de $50,25 \pm 16$), tiveram como objetivo determinar as mudanças na capacidade aeróbica durante uma média de tempo de 7,9 anos. Esses autores demonstraram que a redução da FC máx ocorreu de forma linear ao longo dos anos. Ao contrário, a taxa de diminuição do VO_2 pico, com o envelhecimento, foi similar ao do VO_2/FC (O_2 consumido a cada batimento cardíaco), sendo que nas duas variáveis observou-se uma aceleração do declínio com o avançar das décadas, especialmente no sexo masculino. Níveis elevados de atividade física (avaliada pelo LTPA) não preveniram esse tipo de declínio, mas promoveram aumento do VO_2 pico absoluto em todas as faixas etárias. Esse estudo concluiu que essa queda acelerada da capacidade aeróbica exerce influência substancial na independência funcional e qualidade de vida, não somente em idosos saudáveis, mas principalmente quando existem doenças associadas.

Outra publicação cuja amostra envolveu adultos e idosos, com o objetivo de investigar os efeitos do envelhecimento na aptidão cardiopulmonar, foi o de Sanada *et al.* (2007)²⁸ que avaliaram 1463 japoneses de 20-80 anos (média de $49,3 \pm 13,5$). O avançar da idade demonstrou um declínio do VO_2 no LA e no pico do teste, que segundo esses autores pode estar relacionado às alterações periféricas e à capacidade circulatória central respectivamente.

Considerando a realização de estudos que avaliaram exclusivamente a população idosa, em 1994, Wajngarten *et al.* (1994)⁸ analisaram as alterações do envelhecimento por meio da avaliação cardiorrespiratória ao exercício, utilizando protocolo de rampa, na bicicleta ergométrica, em 25 idosos brasileiros do sexo masculino (média de idade de $65 \pm 5,0$). Em comparação com dados anteriores obtidos em jovens, os idosos apresentaram redução dos valores de VO_2 e potência no LA (12 mL/Kg/min e 50 W) e no pico do exercício (23 mL/Kg/min e 120 W). Além disso, foi encontrado que a faixa de FC para exercício, prescrita com base no teste de esforço convencional, que leva em consideração a FC de reserva (FC máx – FC de repouso), foi superior à estabelecida pela ergoespirometria, superestimando a capacidade cardiorrespiratória e metabólica do idoso sadio. Apesar da importância histórica desse

estudo, a ausência do sexo feminino e a presença de uma amostra pequena restringem a extrapolação dos seus resultados.

Outras publicações que avaliaram somente os idosos tiveram diferentes objetivos e poucas delas incluíram indivíduos em idade mais avançada. Bader *et al.* (1999)³¹ compararam o protocolo de rampa individualizado com o de degrau, por meio da esteira ergométrica, em 24 idosos com 60 anos ou mais (média de $67 \pm 3,5$), com conhecida ou suspeita de doença arterial coronariana. A seleção da intensidade na qual os protocolos foram aplicados se baseou num questionário de AVD categorizadas conforme o gasto energético em equivalentes metabólicos (METS). Este estudo demonstrou um tempo de realização do exercício superior com a utilização da rampa (média de 9,0 minutos) quando comparado ao protocolo de *step* (média de 7,1 minutos).

Pozzi *et al.* (2006)³² avaliaram 9 idosos brasileiros ativos ($61,4 \pm 1,78$ anos) durante teste de exercício do tipo rampa, em cicloergômetro, com o objetivo de determinar os valores de VO_2 , FC e potência no LA utilizando 3 diferentes métodos. O LA foi estabelecido pelo método visual gráfico (padrão ouro) e por 2 modelos matemáticos. Ao comparar as 3 análises, não foram encontradas diferenças significativas entre elas, demonstrando que os modelos matemáticos foram adequados na determinação não invasiva das variáveis ergoespirométricas no LA.

No ano seguinte, no estudo de Sagiv *et al.* (2007)²⁴ foi investigada a utilização do O_2 durante o teste cardiopulmonar máximo, na bicicleta ergométrica, em 15 idosos saudáveis ativos aerobicamente (por pelo menos 18 meses) e 15 não ativos. Ao comparar os 2 grupos, nos sedentários foram encontrados valores inferiores de VO_2 pico ($31,1$ mL/Kg/min) em relação aos ativos ($42,1$ mL/Kg/min), demonstrando que a capacidade aeróbica está relacionada com o nível de atividade física. Considerando os altos valores de VO_2 encontrados para uma população idosa, pode-se observar que apesar dos autores afirmarem que sua amostra compreendia 30 idosos, a média de idade dos participantes treinados era de $59,3 \pm 1,1$ anos e a dos não treinados de $60,1 \pm 1,1$ anos, restringindo a capacidade de generalizar seus resultados para indivíduos numa faixa etária de 70 anos ou mais. Além disso, a não inclusão do sexo feminino limita ainda mais a extrapolação dos achados, visto que geralmente os homens apresentam valores mais elevados de VO_2 quando comparados às mulheres.

Considerando ainda a importância da realização de atividade física e a utilização de uma amostra de indivíduos mais velhos, Binder *et al.* (2002)³⁴, com o objetivo de determinar os efeitos de um programa de exercícios nas medidas de fragilidade em idosos comunitários, avaliaram 115 idosos sedentários de 78 anos ou mais (média de 83 ± 4). Todos foram classificados com leve a moderada fragilidade física definida por 2 dos seguintes critérios: escore entre 18-32 no PPT (*Physical Performance Test*) modificado; VO_2 pico entre 10-18 mL/Kg/min (o valor predito para idosos sedentários saudáveis de 75-80 anos foi considerado de 18-30 mL/Kg/min); auto-relato de dificuldade ou necessidade de auxílio na realização de uma atividade básica de vida diária ou duas atividades instrumentais de vida diária. Os participantes foram randomizados em grupo controle e treinamento. Nesse último, foram encontradas melhoras significativas nos escores do PPT e FSQ (*Functional Status Questionnaire*) e no VO_2 pico (15,4 mL/Kg/min no *baseline* x 17,4 mL/Kg/min pós treino). Os resultados demonstraram a eficácia do treinamento físico na melhora da capacidade funcional em idosos frágeis.

Outro estudo, que envolveu idosos numa faixa etária mais avançada, foi o de Simar *et al.* (2005)³³ que avaliaram 17 indivíduos (4 homens e 13 mulheres) com média de idade de $81,2 \pm 0,8$ anos (76-86 anos), utilizando a bicicleta estacionária e esteira ergométrica. Todos os idosos foram considerados ativos, de acordo com um questionário que avaliava o nível de atividade física, incluindo atividades domésticas, esportivas e de lazer. Com o escore total gerado pela soma dessas ocupações, o participante poderia ser classificado em categoria de alto, médio ou baixo nível de atividade física. Nesse estudo, os idosos foram categorizados em média atividade física. Ao se comparar os 2 tipos de ergômetros, os valores de VO_2 (28,7 x 23 mL/Kg/min), VCO_2 (17,9 x 15,1 mL/Kg/min), FC (144 x 138 bpm), VO_2/FC (11,4 x 9,9 mL/pulso) e VE (52,3 x 47,1 L/min) foram superiores no pico do exercício com a utilização da esteira, o que pode ser explicado pela maior quantidade de massa muscular mobilizada durante a caminhada, a relativa falta de experiência em pedalar e a grande familiaridade em caminhar. Apesar de avaliarem indivíduos numa idade mais avançada, os autores ressaltaram que o pequeno tamanho da amostra e a não diferenciação entre os sexos são limitações que devem ser consideradas.

Diferente da publicação anterior, em 2007, Lotscher *et al.* (2007)³⁵ avaliaram 32 mulheres (média de $81,1 \pm 3,4$ anos) e 23 homens ($81,7 \pm 2,9$ anos) independentes e ativos (75-89 anos). O objetivo foi caracterizar o desempenho máximo desses idosos, enfatizando a diferença entre os sexos, por meio do protocolo de rampa em cicloergômetro. Ao comparar os dois grupos, no pico do teste ergoespirométrico, foram encontrados valores superiores de potência ($138 \pm 40 \times 66 \pm 12$ W), VO_2 ($25,9 \pm 5,9 \times 18,2 \pm 3,2$ mL/Kg/min), VO_2/FC ($13,2 \pm 2,8 \times 9,0 \pm 1,2$ mL/batimento) e VE ($78,9 \pm 19,1 \times 47,5 \pm 8,5$ L/min) nos idosos em relação às idosas respectivamente.

Os estudos descritos encontraram benefícios com o uso da esteira e protocolo de rampa durante a realização da ergoespirometria, formularam equações de predição para as variáveis ergoespirométricas utilizando diferentes parâmetros e observaram uma redução da capacidade aeróbica com o envelhecimento, que pode ser minimizada pela realização de atividade física.

1.4 Justificativa

As iniciativas de promoção de saúde, assistenciais e de reabilitação devem ter como meta aprimorar, manter ou recuperar a capacidade funcional do idoso, valorizando a sua autonomia e independência física e mental, o que vai além de simples diagnóstico e tratamento de doenças específicas⁷.

As diretrizes básicas da Política Nacional de Saúde do Idoso são um bom exemplo das preocupações com a promoção do envelhecimento saudável, a manutenção e a melhoria da habilidade funcional dos idosos, a prevenção de doenças, a recuperação da saúde dos que adoecem e a reabilitação daqueles que venham a ter a sua capacidade funcional restringida⁷.

Como visto nas evidências citadas acima, os estudos que avaliaram a capacidade aeróbica na população idosa são restritos. Dentre eles, há publicações que envolveram adultos e idosos jovens, apenas indivíduos de um único sexo e amostras pequenas. Até o presente momento, nas bases de dados consultadas, não foram encontradas investigações que caracterizassem especificamente a capacidade cardiorrespiratória de idosos, de ambos os sexos, em diferentes faixas etárias.

Além disso, os estudos ainda são limitados no que diz respeito à predição de variáveis exclusivamente para idosos e a relação entre nível de atividade física rotineira e o desempenho cardiorrespiratório nessa parcela da população.

Diante do exposto, a avaliação da capacidade aeróbica em idosos de diferentes faixas etárias é importante para subsidiar o desenvolvimento de métodos diagnósticos, prognósticos e de programas de intervenção nos diversos níveis de atenção à saúde da população idosa adequados para um planejamento assistencial efetivo.

1.5 Objetivos do Estudo

1.5.1 Objetivo Geral:

Caracterizar a capacidade aeróbica e o nível de atividade física em diferentes faixas etárias de idosos de 65 e mais anos.

1.5.2 Objetivos Específicos:

- Comparar os parâmetros cardiorrespiratórios e metabólicos observados nas diferentes faixas etárias (65-69 anos, 70-79 anos e 80 e mais anos).
- Verificar a associação da idade com as diferentes variáveis avaliadas pela ergoespirometria.
- Avaliar a associação entre o VO_2 pico medido por padrão ouro (ergoespirometria) e o questionário Perfil de Atividade Humana (PAH).
- Estabelecer uma equação de referência para o VO_2 específica para cada sexo, baseada no protocolo de teste utilizado.

Capítulo 2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Delineamento

Estudo observacional, do tipo transversal, o qual consiste na determinação de todas as variáveis de interesse numa única coleta de dados, sem nenhum período de acompanhamento, ou seja, num ponto específico do tempo.

Os parâmetros cardiovasculares, respiratórios e metabólicos foram avaliados por meio do teste de esforço cardiopulmonar ou ergoespirometria, em idosos de diferentes faixas etárias, durante quatro momentos específicos: repouso, fase preparatória (aquecimento), período incremental e recuperação. Além disso, foi avaliado o nível de atividade física desses idosos, utilizando-se um questionário aplicado em forma de entrevista, denominado Perfil de Atividade Humana (PAH).

2.2 Local de Realização

O estudo foi realizado no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório (LabCare) do Departamento de Fisioterapia, da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais (EEFFTO/UFMG).

2.3 Amostra

2.3.1 Participantes

O presente estudo foi constituído por 63 indivíduos da comunidade, com 65 anos ou mais, de ambos os sexos (31 mulheres e 32 homens), sendo 41 não-frágeis, 21 pré-frágeis e 1 frágil, de acordo com os critérios de fragilidade estabelecidos por Linda Fried *et al.* (2001)³⁶, residentes na região metropolitana de Belo Horizonte. Os idosos foram recrutados de grupos de convivência e por demanda voluntária e foram classificados em três grupos, de acordo com a faixa etária: 65-69 anos (grupo 1), 70-79 anos (grupo 2) e 80 e mais anos (grupo 3).

O cálculo amostral foi realizado a partir de um estudo piloto, com 15 participantes, utilizando as variáveis VO_2 (mL/Kg/min; mL/min) e V_c (mL), visto que ambas são variáveis primárias na avaliação cardiorrespiratória e metabólica dos indivíduos. Neste cálculo foi considerado um nível de significância de 0,05 ($\alpha = 0,05$) e um poder de 80% ($\beta = 0,20$)⁵⁶ indicando a necessidade de incluir no mínimo 21 idosos em cada grupo etário.

2.3.2 Critérios de Inclusão

Os participantes do estudo foram indivíduos selecionados a partir dos seguintes critérios:

- Ter idade igual ou superior a 65 anos.
- Residir na comunidade.
- Não possuir contraindicação absoluta para a realização da ergoespirometria conforme parâmetros definidos pela *American Thoracic Society / American College of Chest Physicians (ATS / ACCP) Statement on cardiopulmonary exercise testing* (2003)¹⁷ e Chalela & Moffa (2005)²¹ como por exemplo: infarto agudo do miocárdio recente (3-5 dias), angina instável (não estabilizada em pelo menos 48 hs), arritmias não controladas (que causem sintomas ou comprometam a hemodinâmica), doenças cardiopulmonares em quadro agudo, doença não cardiopulmonar que possa afetar o desempenho ao exercício ou ser agravada por ele (como uma infecção, insuficiência renal), trombose de membros inferiores, dessaturação [Saturação periférica da hemoglobina em oxigênio (SpO_2) \leq 85% (no repouso, em ar ambiente)], síncope.
- Ser capaz de deambular na esteira ergométrica sem auxílio, não apresentar problemas neurológicos ou ortopédicos que comprometam o desempenho ao exercício¹⁷.
- Ter nível cognitivo suficiente para compreender os procedimentos do estudo. Para garantir esse critério, foi aplicado o Mini Exame do Estado Mental (MEEM), versão brasileira, admitindo como indicativo de presença de déficit cognitivo um

escore menor que 18 para analfabetos e menor que 24 para indivíduos com instrução escolar⁵⁷.

- Aceitar participar do estudo e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) após as devidas informações (APÊNDICE 1).

Considerando que alguns dos critérios são clínicos, houve liberação do médico responsável para a participação dos idosos no estudo.

2.3.3 Critérios de Exclusão

- Apresentar indicações absolutas para a interrupção do teste ergoespirométrico definidos pela *ATS / ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing* (2003)¹⁷ e Chalela & Moffa (2005)²¹: suspeita de infarto agudo do miocárdio, presença de angina *pectoris* de forte intensidade, modificações no eletrocardiograma que caracterizem isquemia/ infarto (infradesnível do segmento ST horizontal/descendente de 0,3 mV ou 3,0 mm; elevação do segmento de 0,2 mV ou 2 mm em derivação que observe região sem presença de onda Q respectivamente), queda da PAS > 20 mmHg do mais alto valor mensurado durante o teste, hipertensão (>250mmHg PAS, >120 mmHg PAD), arritmias graves (bloqueio atrioventricular de 2° ou 3° grau, taquicardia e extra-sístole ventricular), dessaturação ($SpO_2 \leq 80\%$ acompanhada de sinais e sintomas de hipoxemia grave), sinais de má perfusão (palidez, cianose ou pele fria e úmida), ataxia, vertigem, desmaio, problemas visuais ou de marcha, confusão mental, sinais de falência respiratória, problemas técnicos com a monitorização de quaisquer parâmetros (como o eletrocardiograma).
- Realizar um tempo de teste incremental inaceitável (inferior a 6 minutos)²⁵.

2.4 Aspectos Éticos

O projeto de pesquisa intitulado “Associação entre os parâmetros cardiorrespiratórios e metabólicos avaliados pela ergoespirometria e as características clínicas e funcionais de idosos fragilizados” sob orientação da Prof^a. Dra Raquel

Rodrigues Britto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (Parecer n° ETIC 291/07) (ANEXO 1).

Os participantes do estudo foram informados e instruídos quanto aos procedimentos, sendo esses realizados somente após a leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

2.5 Instrumentos de Medida

2.5.1 Sistema metabólico de análise de gases

No presente estudo, foi utilizado o sistema metabólico automático de análise de gases da *Medical Graphics® (CPX Ultima, Miami, FL, USA)* ligado a um computador (*Pentium 4*) (Figura 1) para avaliar os parâmetros metabólicos e ventilatórios respiração-a-respiração durante o teste de esforço cardiopulmonar ou ergoespirometria.

Esse sistema mostrou-se válido e confiável para a análise do VO_2 em adultos saudáveis durante um teste submáximo em cicloergômetro⁵⁸ e foi também utilizado para a avaliação de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), com idade entre 50-80 anos, antes e após reabilitação pulmonar realizada com dois tipos de treinamento físico⁵⁹.

Os componentes básicos do *CPX Ultima* são uma máscara facial ou bucal, transdutor de fluxo, uma linha de amostragem, uma linha de secagem, uma bomba de amostragem e analisadores de O_2 e CO_2 . A Figura 2 ilustra alguns dos componentes do sistema de análise de gases empregado neste estudo.

O transdutor de fluxo ou pneumotacógrafo gera um sinal que é proporcional ao fluxo de gás, o qual é integrado ao longo do tempo para produzir um volume de gás. O pneumotacógrafo do *CPX Ultima* consiste de um dispositivo pressão-diferencial, o qual possui um pequeno elemento resistivo dentro de um tubo que gera uma pequena queda de pressão quando o gás passa através dele (Figura 3)^{20,60}. Valores acurados para os parâmetros ventilatórios e metabólicos dependem da acurácia do transdutor de fluxo. Desta forma, a calibração desse dispositivo é essencial^{17,20}. Nesse estudo, a calibração do pneumotacógrafo foi realizada antes do início da coleta de dados, por meio do *software BreezeSuite* versão 6.2, utilizando uma seringa de três litros (*Hans Rudolph*,

St Paul, MN, USA) e com ajustes dos dados de temperatura, umidade e pressão barométrica. Foram realizadas cinco injeções e cinco retiradas do êmbolo da seringa em diferentes velocidades (alta, média e baixa), utilizando os marcadores da tela de calibração do *software* como orientação. A calibração foi considerada bem sucedida se a porcentagem de erro não fosse superior a 3% ou 50 mL²⁰.

A análise de gases também é suscetível a erros se medidas adequadas de calibração e controle de qualidade não forem cuidadosamente seguidas^{17,20,61}. Desta forma, a calibração dos analisadores de gases foi também realizada antes do teste, possibilitando resultados acurados e reproduzíveis¹⁷. Para a sua realização utilizou-se o *software BreezeSuite* versão 6.2 e o gás de referência, com cerca de 21% de O₂ e 0% de CO₂ balanceado em nitrogênio (N₂), e do gás de calibração, com cerca de 12% de O₂ e 5% de CO₂ balanceado em N₂. Os valores de temperatura, umidade e pressão barométrica também foram informados antes desse procedimento.

O sistema de máscara ou bocal interligado a esse equipamento eletrônico, previamente calibrado, permite a passagem de gases expirados. O analisador de gases mede o fluxo de ar continuamente e, simultaneamente, detecta e dimensiona as frações expiradas de O₂ e de CO₂, as quais serão analisadas e registradas em cada ciclo respiratório^{8,62}. A porção de O₂ é avaliada por meio de uma célula de zircônio, enquanto que a de CO₂ por absorção de radiação infravermelha⁸.

A partir do transdutor de fluxo e dos analisadores de gases, o sistema de análise empregado neste estudo forneceu um grande número de variáveis ventilatórias e metabólicas. Além disso, outros parâmetros foram obtidos por meio dos demais dispositivos empregados no teste de esforço cardiopulmonar, como a FC, SpO₂ e a pressão arterial (PA). O *software* utilizado para a captação dessas variáveis possibilitou o armazenamento, processamento e emissão gráfica e de relatórios das mesmas em vários formatos³².



Figura 1: Sistema metabólico de análise de gases (*Medical Graphics® CPX Ultima, Miami, FL, USA*) ligado a um computador (*Pentium 4*)

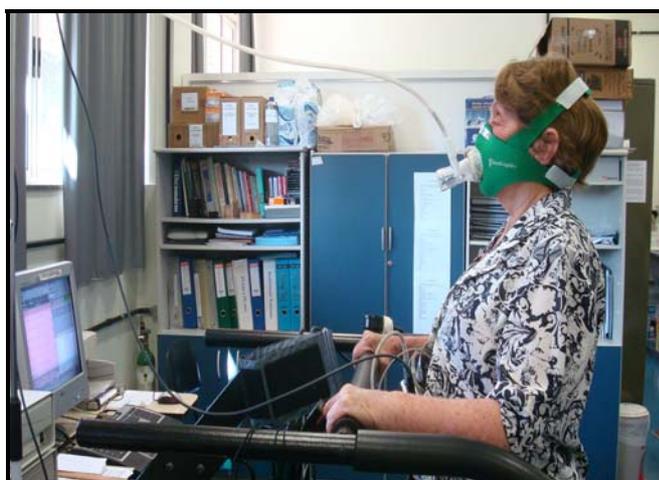


Figura 2: Alguns dos componentes do sistema de análise de gases: Transdutor de fluxo conectado à linha de amostragem com *clip* umbilical e à máscara facial



Figura 3: Transdutor de fluxo ou pneumotacógrafo

2.5.2 Esteira ergométrica

O teste de esforço progressivo foi realizado em esteira ergométrica (*Millenium Classic CI Inbramed/Inbrasport®*, Porto Alegre, RS) (Figura 4). Estudos mostram que os parâmetros cardiovasculares e ventilatórios obtidos e o tempo de tolerância ao exercício são superiores com a utilização da esteira ao ser comparada com a bicicleta estacionária^{9,17,19,20,22,25,33,63}. Além disso, o teste realizado na esteira proporciona uma forma mais comum de estresse fisiológico (caminhada)^{19,21} e, portanto, é considerado mais familiar^{9,17,20,23,25}, sendo este o modelo de exercício mais apropriado para o idoso²³.

O protocolo utilizado foi o protocolo de rampa, que emprega pequenos incrementos na velocidade e inclinação, de forma constante^{16,21,31}, sem mudanças súbitas e rápidas como ocorrem nos protocolos do tipo degrau^{22,31}, podendo ser individualizado e adaptado às condições do participante^{16,21,64} ou padronizado⁶⁵. Ele tem sido recomendado pela melhor identificação do LA (possibilita uma prescrição de treinamento físico mais adequado para a capacidade cardiorrespiratória e metabólica do idoso, sendo um índice valioso de intensidade de exercício aeróbico)^{8,28}, pela linearidade nas respostas do VO_2 e por permitir maiores níveis de VO_2 pico^{16,25,62}, possibilitando uma mensuração mais acurada da capacidade funcional^{16,21}. Além disso, o teste realizado com o protocolo do tipo rampa é mais confortável, tolerável e fácil de

realizar, reduzindo a necessidade de coordenação física, especialmente entre os idosos⁶⁵.



Figura 4: Esteira Ergométrica (*Millenium Classic CI Inbramed/Inbrasport®*, Porto Alegre, RS)

2.5.3 Eletrocardiógrafo

Durante a ergoespirometria, a FC assim como a monitorização eletrocardiográfica foram analisadas, de forma contínua, pelo eletrocardiógrafo (*Welch Allyn, Skaneateles Falls, NY, USA*) (Figura 5) com 12 derivações (DI, DII, DIII, AVR, AVL, AVF, V1 A V6). A visualização dos sinais eletrocardiográficos foi realizada por meio do *software Welch Allyn CardioPerfect* no mesmo computador utilizado para o sistema de análise de gases.

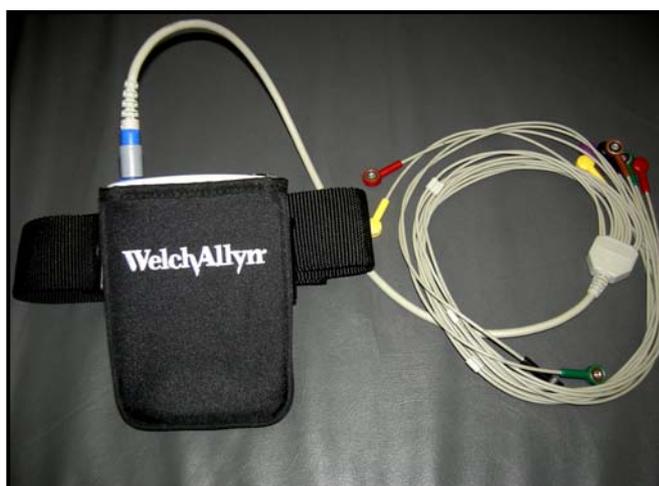


Figura 5: Eletrocardiógrafo (*Welch Allyn, Skaneateles Falls, NY, USA*)

2.5.4 Esfignomanômetro e Estetoscópio

Esfignomanômetro (*Diasyst*®, São José dos Campos, SP, Brasil) e Estetoscópio (*Littmann Classic II S.E.*®, USA) (Figura 6) foram utilizados para aferição da PA durante a realização dos testes.



Figura 6: Esfignomanômetro (*Diasyst*®, São José dos Campos, SP, Brasil) e Estetoscópio (*Littmann Classic II S.E.*®, USA)

2.5.5 Oxímetro de pulso

O oxímetro de pulso, conectado ao sistema metabólico de análise de gases, foi utilizado para mensurar de forma contínua e não invasiva a SpO_2 durante a realização dos testes (*Medioid Model 340, Cerritos, CA, USA*). (Figura 7). Em relação à acurácia do instrumento, o oxímetro de pulso apresenta uma diferença média de menos de 1% quando a saturação da hemoglobina em oxigênio no sangue arterial (SaO_2) é igual ou maior que 90%^{66,67}.

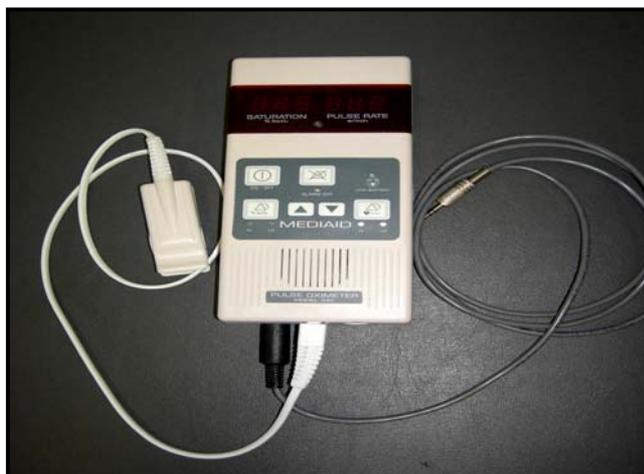


Figura 7: Oxímetro de pulso (*Mediaid Model 340, Cerritos, CA, USA*)

2.5.6 Escala Categórica de Borg Modificada

Para o monitoramento da percepção subjetiva da intensidade do esforço durante o teste foi utilizada a Escala Categórica de Borg Modificada. Essa escala vertical é graduada de 0 a 10, com expressões verbais correspondentes a um aumento progressivo do nível de percepção do esforço^{16,19}, dispnéia ou fadiga dos membros inferiores¹⁹.

2.5.7 Balança calibrada

Massa corporal e estatura foram verificadas por meio de uma balança calibrada (Filizola ind. Ltda, São Paulo, SP, Brasil). A partir destes dados foi calculado o IMC de cada participante, que é determinado pela divisão da massa corporal em quilogramas (Kg) pela estatura em metro (m) elevada ao quadrado (Kg/ m²)⁶⁸.

2.5.8 Perfil de Atividade Humana

A avaliação do nível funcional e de atividade física dos idosos foi realizada por meio da aplicação do questionário PAH, um instrumento baseado no desempenho auto-relatado, válido e confiável, traduzido e adaptado culturalmente para a população brasileira (ANEXO 2)^{69,70}. Os 94 itens deste instrumento contêm atividades rotineiras

com diferentes níveis funcionais (levantar e sentar em cadeira ou cama sem ajuda, correr 4,8 quilômetros em 30 minutos ou menos), que abordam os domínios de atividade e participação segundo a Classificação Internacional de Funcionalidade e permitem a avaliação de indivíduos saudáveis ou com algum grau de disfunção, em qualquer faixa etária. A disposição dos itens é baseada em ordem crescente de custo energético e para cada item existem três respostas possíveis: “ainda faço” (se o indivíduo completou a atividade sem ajuda, na última vez que precisou ou teve oportunidade de realizar), “parei de fazer” (se ele realizava a atividade no passado, mas provavelmente não conseguiria realizá-la hoje, mesmo se tivesse a oportunidade) ou “nunca fiz” (se o indivíduo nunca realizou a atividade). Com base em cada resposta, calculam-se os escores primários, sendo estes o escore máximo de atividade (EMA) e o escore ajustado de atividade (EAA). O EMA corresponde à numeração da atividade com a mais alta demanda de O₂ que o indivíduo “ainda faz”, não sendo necessário cálculo matemático. O EAA é calculado subtraindo-se do EMA o número de itens que o indivíduo “parou de fazer”, anteriores ao último que ele “ainda faz”^{69,70}. Baseado no EAA (estimativa mais estável das atividades diárias)⁶⁹, o indivíduo é classificado em debilitado ou inativo (EAA menor que 53), moderadamente ativo (EAA entre 53 e 74) ou ativo (EAA maior que 74).

Souza *et al.* (2006)⁷⁰ realizaram a adaptação transcultural do instrumento e avaliaram suas propriedades psicométricas em uma amostra de 230 idosos funcionalmente independentes e observaram que a versão brasileira do PAH, devido às características dos itens que o constituem, pode ser aplicada em indivíduos com níveis funcionais diferentes, desde muito baixos até muito altos, sem risco de “efeito teto”. Além disso, as autoras verificaram que o questionário demonstrou estabilidade nas respostas e permitiu a discriminação entre diferentes níveis de habilidade funcional.

2.6 Variáveis Analisadas

As seguintes variáveis foram obtidas e expressas como a média dos últimos 30 segundos do período de teste incremental^{17,71}.

2.6.1 Primárias:

- Volume corrente (V_c , mL): volume de ar que entra e sai dos pulmões a cada incursão respiratória¹²;
- Freqüência respiratória (FR, irpm): número de incursões respiratórias por minuto;
- Ventilação pulmonar (VE, L/min): é o volume de ar respirado por minuto^{12,14} (quantificação do V_c pelo tempo – $V_c \times FR$);
- Consumo de oxigênio (VO_2 , mL/min): é a quantidade de O_2 que o indivíduo consome por minuto^{12,14};
- Produção de dióxido de carbono: (VCO_2 , mL/min): é a quantidade de CO_2 produzido por minuto¹⁴;
- Freqüência cardíaca (FC, bpm): número de batimentos cardíacos por minuto;

2.6.2 Secundárias:

- Equivalentes ventilatórios de oxigênio (VE/VO_2 , L/mL) e de dióxido de carbono (VE/VCO_2 , L/mL): são respectivamente as relações entre a ventilação com o VO_2 e da ventilação com o VCO_2 . Indicam quantos litros de ar por minuto são necessários e devem ser ventilados para consumir 100 mL de O_2 ou produzir 100 mL de CO_2 ^{13,54}. São particularmente utilizados para a determinação do LA e do ponto de compensação respiratória⁸;
- Razão de troca respiratória (RER): relação entre CO_2 produzido e o O_2 consumido (VCO_2/VO_2). Por meio desta variável, é possível estimar a participação proporcional do substrato energético que está sendo utilizado no metabolismo^{8,13,54}, além de avaliar o nível de esforço do indivíduo⁵³;
- Pulso de oxigênio (VO_2/FC , mL/batimento cardíaco): medida da quantidade de O_2 que está sendo consumida a cada batimento cardíaco¹²;
- Pressão arterial (PA, mmHg): corresponde a pressão exercida no sistema arterial em cada batimento cardíaco (PAS) e a que permanece no sistema enquanto o coração está em repouso (PAD)¹²;
- Duplo produto ($FC \times PAS$, bpm \times mmHg): é o índice não invasivo que melhor reflete o VO_2 do miocárdio e tem sido considerado importante parâmetro na avaliação da função ventricular. Corresponde ao produto da FC pela PAS^{14,72};

- Saturação periférica da hemoglobina em oxigênio (SpO₂, %): infere a quantidade de O₂ combinado à hemoglobina periféricamente;

2.7 Procedimentos e coleta de dados

O estudo foi realizado no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório/ UFMG.

Os participantes foram contatados via telefone para certificação de sua inclusão na pesquisa e as datas das avaliações foram agendadas. Eles foram orientados a manter a medicação usual^{18,22,65}, evitar alimento, álcool, café e cigarro por pelo menos 3 horas antes^{19,22,64,65}, não realizar exercício físico vigoroso 24 horas anterior a ergoespirometria^{13,19} e comparecer com vestimenta e calçado apropriados ao local da pesquisa.

Todos os idosos receberam explicações detalhadas sobre os objetivos e procedimentos do estudo e assinaram o TCLE.

Após a leitura e assinatura desse termo, para registro clínico e sócio-demográfico, foi aplicado um questionário inicial onde foram coletadas diversas informações como, por exemplo: idade, raça, profissão, estado civil, escolaridade do indivíduo, história da moléstia atual, antecedentes pessoais, medicações em uso, prática de exercício regular, cirurgias e procedimentos intervencionistas prévios (APÊNDICE 2).

Em seguida, foi aplicado o questionário PAH na forma de entrevista, para classificação dos voluntários em ativos, moderadamente ativos ou inativos.

Posteriormente, foram mensurados massa corporal, estatura, PA, FR, FC e SpO₂. As medidas de massa corporal e estatura foram realizadas em uma balança antropométrica, com precisão de 100 gramas e 0,5 centímetros. Durante as medidas, o idoso permaneceu sobre a balança, imóvel, olhando para frente, com o mínimo de roupa e descalço.

Explicações a respeito da escala de percepção subjetiva de esforço (escala categórica de Borg modificada) e da realização do teste foram fornecidas, sendo ressaltado que se tratava de um teste máximo.

A seguir foi realizada a calibração dos equipamentos necessários para a execução da ergoespirometria, como o pneumotacógrafo, utilizando uma seringa graduada de 3 litros e o analisador de gases, mediante mistura de gases.

Durante a realização do teste, o participante utilizou um calçado usual e permaneceu sem camisa (sexo masculino) ou com uma camisa de botões (sexo feminino). Os eletrodos do eletrocardiograma e a máscara do sistema metabólico de análise de gases foram colocados. O avaliador orientou o voluntário que, a partir deste momento, comunicação verbal não era permitida e que o mesmo deveria respirar pelo bocal do pneumotacógrafo durante todo o procedimento, permitindo a análise dos gases a cada ciclo respiratório. Além disso, ele foi informado que o teste poderia ser interrompido ao seu pedido, quando o mesmo solicitasse o seu término levantando a mão direita como sinal.

Como uma medida de segurança, foi permitido aos idosos o apoio das mãos na barra da esteira, sem descarga de peso, visando a manutenção do equilíbrio durante a realização do teste^{31,34}.

Durante a ergoespirometria, o indivíduo realizou inicialmente, na esteira ergométrica, uma fase de aquecimento, com duração de 3 minutos^{17,19,73} numa velocidade mínima e confortável e 0% de inclinação⁷³. Posteriormente, foi iniciada a fase incremental, com aumento contínuo da velocidade e grau de inclinação sem estágios de duração definidas¹⁶ objetivando-se uma duração de 8-12 minutos^{17,19,21,25,73}. Nessa segunda fase, a fim de respeitar o período de tempo citado acima, foi utilizado um protocolo em rampa padronizado e individualizado com base na previsão da velocidade e inclinação inicial e final a ser alcançada pelos idosos, segundo o sexo e a idade estabelecidos por Silva & Filho (2003)⁷⁴. Como os valores fornecidos pelos autores citados não abrangem a população acima de 79 anos, foi realizada uma estimativa dos valores prescindidos por meio de uma extrapolação polinomial por ajuste de 4ª ordem. O método de extrapolação polinomial consiste no ajuste de uma função polinomial ao conjunto de valores de idade e velocidade ou ângulo. Utilizou-se a função assim definida para a estimação dos valores de acordo com a idade desejada.

Por fim, foi iniciada a fase de recuperação, nos mesmos parâmetros da fase inicial, perdurando por 3 minutos¹⁷. O teste incremental foi finalizado quando o

participante apresentou indicações absolutas para o término da ergoespirometria definidos pela *ATS / ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing (2003)*¹⁷ e Chalela & Moffa (2005)²¹ ou ao seu pedido, por meio de um sinal realizado com a mão direita.

FC, traçado eletrocardiográfico e SpO₂ foram registrados continuamente. PA e percepção de esforço foram pontuadas a cada dois minutos e ao término do teste (fase de recuperação)¹⁹. O idoso foi liberado após retorno dos parâmetros de monitoramento (como pressão arterial sistêmica) aos valores basais ou próximos a esses.

A ergoespirometria foi realizada em temperatura ambiente de 22±2°C⁵⁴ e umidade relativa do ar entre 50 e 70%, com registro da pressão barométrica durante todas as coletas¹⁸. Por se tratar de um teste máximo¹⁷, o local de realização da pesquisa dispunha de equipamentos básicos de emergência como desfibrilador e medicações. Houve a supervisão de uma médica cardiologista durante todo o período da coleta de dados, além da presença de uma técnica de enfermagem treinada em atendimento de urgência¹⁸.

Os idosos também foram caracterizados clinicamente (não-frágeis, pré-frágeis ou frágeis) por meio da avaliação dos critérios de fragilidade estabelecidos por Linda Fried *et al.* (2001)³⁶ (ANEXO 3) O item 4 (nível de atividade física) desses critérios é estabelecido com base em um questionário ainda não traduzido e validado para a população brasileira. Desta forma, o presente estudo utilizou o PAH, já traduzido e validado para esta população.

O registro dos demais critérios da fragilidade, juntamente com a avaliação da cognição por meio do MEEM⁵⁷ foram realizados por outra aluna da pós-graduação, vinculada à área de Geriatria e Gerontologia.

2. 8 Análise dos dados

A preparação do banco de dados assim como a análise estatística foram realizadas por meio do programa *Statistical Package for Social Sciences (SPSS 15.0, Chicago, IL, USA)*. O teste *Shapiro-Wilk* foi utilizado para verificar a aderência dos dados à distribuição normal. A caracterização da amostra foi realizada com cálculo de

medidas de tendência central (mediana), variabilidade (amplitude e quartil) e proporção. Confirmada a distribuição não normal dos dados, foi utilizado o teste não paramétrico de *Jonckheere-Terpstra*⁷⁵ para análise da diferença das variáveis quantitativas de interesse entre os grupos etários. Uma vez que fosse encontrada uma diferença estatisticamente significativa, foi realizado o teste de comparação múltipla (*Mann-Whitney*) com correção de *Bonferroni*. Para a comparação das faixas etárias com as demais variáveis qualitativas e do VO₂ entre os sexos foram utilizados o Teste Exato de *Fisher* e de *Mann-Whitney* respectivamente. A correlação de *Spearman* foi realizada para verificar a associação da idade com as variáveis ergoespirométricas e do VO₂ com o PAH. Equações de predição para VO₂, de acordo com o sexo, foram estabelecidas por meio de um modelo de regressão linear. O nível de significância considerado foi de 0,05.

Capítulo 3- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARVALHO, J. A. M.; GARCIA, R. A. O envelhecimento da população brasileira: um enfoque demográfico. **Cad Saúde Pública**, v. 19, n.3, p. 725-733, 2003.
2. GARRIDO, R.; MENEZES, P. R. O Brasil está envelhecendo: boas e más notícias por uma perspectiva epidemiológica. **Rev Bras Psiquiatr**, v. 24, supl I, p. 3-6, 2002.
3. CHAIMOWICZ, F. A saúde dos idosos brasileiros às vésperas do século XXI: problemas, projeções e alternativas. **Rev Saúde Pública**, v. 31, n.2, p. 184-200, 1997.
4. KILSZTAJN, S. et al. Serviços de saúde, gastos e envelhecimento da população brasileira. **Revista Brasileira De Estudos De População**, v. 20, n.1, p. 93-108, 2003.
5. RAMOS, L. R.; VERAS, R. P.; KALACHE, A. Envelhecimento populacional: uma realidade brasileira. **Rev Saúde Pública**, v. 21, n.3, p. 211-224, 1987.
6. WONG, L. L. R.; CARVALHO, J. A. O rápido processo de envelhecimento populacional do Brasil: sérios desafios para as políticas públicas. **Revista Brasileira De Estudos De População**, v. 23, n.1, p. 5-26, 2006.
7. VERAS, R. Envelhecimento humano: ações de promoção à saúde e prevenção de doenças. In: FREITAS, E. V. et al. **Tratado de Geriatria e Gerontologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. cap.13, p. 140-146.
8. WAJNGARTEN, M. et al. Avaliação Cardiorrespiratória ao Exercício no Idoso Sadio. **Arq Bras Cardiol**, v. 63, n.1, p. 27-33, 1994.
9. HUGGETT, D. L.; CONNELLY, D. M.; OVEREND, T. J. Maximal Aerobic Capacity Testing of Older Adults: A Critical Review. **Journal of Gerontology**, v. 60A, n.1, p. 57-66, 2005.
10. TIETJEN-SMITH, T. et al. Grip Strength in Relation to Overall Strength and Functional Capacity in Very Old and Oldest Old Females. **Physical & Occupational Therapy in Geriatrics**, v. 24, n.4, p. 63-78, 2006.

11. BRACH, J. S. et al. Physical activity and functional status in community-dwelling older women: a 14-year prospective study. **Arch Intern Med**, v. 163, n.21, p. 2565-2571, 2003.
12. SPIRDUSO, W. W. Função Pulmonar e Cardiovascular. In: SPIRDUSO, W. W. **Dimensões Físicas do Envelhecimento**. Barueri: Manole, 2005. cap.4, p. 103-133.
13. YAZBEK, P. et al. Ergoespirometria: tipos de equipamentos, aspectos metodológicos e variáveis úteis. **Rev Soc Cardiol Estado De São Paulo**, v. 11, n.3, p. 682-692, 2001.
14. Consenso Nacional de Ergometria. **Arq Bras Cardiol**, v. 65, n.2, p. 191-211, 1995.
15. BRAGA AMFW; NUNES, N. Ergoespirometria aplicada à cardiologia. In: NEGRÃO, C. E.; BARRETO, A. C. P. **Cardiologia do Exercício: Do Atleta ao Cardiopata**. São Paulo: Manole, 2005. cap.6, p. 128-147.
16. II Diretrizes da sociedade brasileira de cardiologia sobre teste ergométrico. **Arq Bras Cardiol**, v. 78, suplemento II, p. 1-17, 2002.
17. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 167, n.2, p. 211-277, 2003.
18. Normatização de técnicas e equipamentos para realização de exames em ergometria e ergoespirometria. **Arq Bras Cardiol**, v. 80, p. 457-464, 2003.
19. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. **American College of Sports Medicine**, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. p. 3-239.
20. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. **Jornal De Pneumologia**, v. 28, Suplemento 3, p. S166-S206, 2002.
21. CHALELA, W. A.; MOFFA, P. J. Teste ergométrico. In: NEGRÃO, C. E.; BARRETO, A. C. P. **Cardiologia do Exercício: Do Atleta ao Cardiopata**. São Paulo: Manole, 2005. cap.5, p. 92-127.

22. MYERS, J. et al. Comparison of the ramp versus standard exercise protocols. **J Am Coll Cardiol**, v. 17, n.6, p. 1334-1342, 1991.
23. PATERSON, D. H. et al. Aerobic fitness in a population of independently living men and women aged 55-86 years. **Med Sci Sports Exerc**, v. 31, n.12, p. 1813-1820, 1999.
24. SAGIV, M. et al. What Maintains Energy Supply at Peak Aerobic Exercise in Trained and Untrained Older Men? **Gerontology**, v. 53, n.6, p. 119-123, 2007.
25. KAMINSKY, L. A.; WHALEY, M. H. Evaluation of a new standardized ramp protocol: the BSU/Bruce Ramp protocol. **J Cardiopulm Rehabil**, v. 18, n.6, p. 438-444, 1998.
26. TALBOT, L. A. et al. Comparison of cardiorespiratory fitness versus leisure time physical activity as predictors of coronary events in men aged < or = 65 years and > 65 years. **Am J Cardiol**, v. 89, n.10, p. 1187-1192, 2002.
27. FLEG, J. L. et al. Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. **Circulation**, v. 112, n.5, p. 674-682, 2005.
28. SANADA, K. et al. Effects of age on ventilatory threshold and peak oxygen uptake normalised for regional skeletal muscle mass in Japanese men and women aged 20-80 years. **Eur J Appl Physiol**, v. 99, n.5, p. 475-483, 2007.
29. NEDER, J. A. et al. Prediction of metabolic and cardiopulmonary responses to maximum cycle ergometry: a randomised study. **Eur Respir J**, v. 14, n.6, p. 1304-1313, 1999.
30. NEDER, J. A. et al. Reference values for dynamic responses to incremental cycle ergometry in males and females aged 20 to 80. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 164, n.8, p. 1481-1486, 2001.
31. BADER, D. S.; MAGUIRE, T. E.; BALADY, G. J. Comparison of ramp versus step protocols for exercise testing in patients > or = 60 years of age. **Am J Cardiol**, v. 83, n.1, p. 11-14, 1999.

32. POZZI, L. G. et al. Determinação do Limiar de Anaerobiose de Idosos Saudáveis: Comparação entre Diferentes Métodos. **Rev Bras Fisioter**, v. 10, n.3, p. 333-338, 2006.
33. SIMAR, D. et al. Aerobic and functional capacities in a selected active population of European octogenarians. **Int J Sports Med**, v. 26, n.2, p. 128-133, 2005.
34. BINDER, E. F. et al. Effects of exercise training on frailty in community-dwelling older adults: results of a randomized, controlled trial. **J Am Geriatr Soc**, v. 50, n.12, p. 1921-1928, 2002.
35. LOTSCHER, F. et al. Biologically relevant sex differences for fitness-related parameters in active octogenarians. **Eur J Appl Physiol**, v. 99, n.5, p. 533-540, 2007.
36. FRIED, L. P. et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 56, n.3, p. M146-M156, 2001.
37. FRIED, L. P. et al. Untangling the concepts of disability, frailty, and comorbidity: implications for improved targeting and care. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 59, n.3, p. 255-263, 2004.
38. BANDEEN-ROCHE, K. et al. Phenotype of frailty: characterization in the women's health and aging studies. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 61, n.3, p. 262-266, 2006.
39. WALSTON, J. et al. Research agenda for frailty in older adults: toward a better understanding of physiology and etiology: summary from the American Geriatrics Society/National Institute on Aging Research Conference on Frailty in Older Adults. **J Am Geriatr Soc**, v. 54, n.6, p. 991-1001, 2006.
40. CHAN, E. D.; WELSH, C. H. Geriatric respiratory medicine. **Chest**, v. 114, n.6, p. 1704-1733, 1998.
41. JANSSENS, J. P.; PACHE, J. C.; NICOD, L. P. Physiological changes in respiratory function associated with ageing. **Eur Respir J**, v. 13, n.1, p. 197-205, 1999.

42. ZAUGG, M.; LUCCHINETTI, E. Respiratory function in the elderly. **Anesthesiol Clin North America**, v. 18, n.1, p. 47-58, 2000.
43. ZELEZNIK, J. Normative aging of the respiratory system. **Clin Geriatr Med**, v. 19, n.1, p. 1-18, 2003.
44. WEST, J. B. Relações de Ventilação-Perfusão - Como o Equilíbrio entre o Sangue e o Gás Determina a Troca Gasosa. **Fisiologia Respiratória**. Manole, 2002. cap.5, p. 51-69.
45. BRITTO, R. R. et al. Comparação do padrão respiratório entre adultos e idosos saudáveis. **Rev Bras Fisioter**, v. 9, n.3, p. 249-255, 2005.
46. BRITTO, R. R. et al. Effects of the aging process on the respiratory function. **Gerontology**, 2008.
47. PRIEBE, H. J. The aged cardiovascular risk patient. **Br J Anaesth**, v. 85, n.5, p. 763-778, 2000.
48. BERRY, J. K. et al. Respiratory muscle strength in older adults. **Nurs Res**, v. 45, n.3, p. 154-159, 1996.
49. FERRARI, A. U.; RADAELLI, A.; CENTOLA, M. Invited review: aging and the cardiovascular system. **J Appl Physiol**, v. 95, n.6, p. 2591-2597, 2003.
50. OXENHAM, H.; SHARPE, N. Cardiovascular aging and heart failure. **Eur J Heart Fail**, v. 5, n.4, p. 427-434, 2003.
51. PUGH, K. G.; WEI, J. Y. Clinical implications of physiological changes in the aging heart. **Drugs Aging**, v. 18, n.4, p. 263-276, 2001.
52. NEWMAN, A. B. et al. Associations of subclinical cardiovascular disease with frailty. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 56, n.3, p. M158-M166, 2001.
53. ARENA, R.; MYERS, J.; GUAZZI, M. The clinical importance of cardiopulmonary exercise testing and aerobic training in patients with heart failure. **Revista Brasileira De Fisioterapia**, v. 12, n.2, p. 75-87, 2008.

54. YAZBEK, P. et al. Ergoespirometria. Teste de esforço cardiopulmonar, metodologia e interpretação. **Arq Bras Cardiol**, v. 71, n.5, p. 719-724, 1998.
55. NETO, T. L. B.; TEBEXRENI, A. S.; TAMBEIRO, V. L. Aplicações práticas da ergoespirometria no atleta. **Rev Soc Cardiol Estado De São Paulo**, v. 11, n.3, p. 695-705, 2001.
56. PORTNEY, L. G.; WATKINS, M. P. Power and Sample Size. In: PORTNEY, L. G.; WATKINS, M. P. **Foundations of Clinical Research - Applications to Practice**. New Jersey, 2008. p. 830-855.
57. LOURENÇO, R. A.; VERAS, R. P. Mini-Exame do Estado Mental: características psicométricas em idosos ambulatoriais. **Rev Saude Publica**, v. 40, n.4, p. 712-719, 2006.
58. PRIEUR, F. et al. Validity of oxygen uptake measurements during exercise under moderate hyperoxia. **Med Sci Sports Exerc**, v. 30, n.6, p. 958-962, 1998.
59. NORMANDIN, E. A. et al. An evaluation of two approaches to exercise conditioning in pulmonary rehabilitation. **Chest**, v. 121, n.4, p. 1085-1091, 2002.
60. MACFARLANE, D. J. Automated metabolic gas analysis systems: a review. **Sports Med**, v. 31, n.12, p. 841-861, 2001.
61. FERRAZ, A. S.; BOCCHI, E. A. Aplicações práticas da ergoespirometria na insuficiência cardíaca. **Rev Soc Cardiol Estado De São Paulo**, v. 11, n.3, p. 706-714, 2001.
62. SERRA, S. Considerações sobre ergoespirometria. **Arq Bras Cardiol**, v. 68, n.4, p. 301-304, 1997.
63. LEHMANN, G. et al. Evaluation of a new treadmill exercise protocol. **Chest**, v. 112, n.1, p. 98-106, 1997.
64. MYERS, J. et al. Individualized ramp treadmill. Observations on a new protocol. **Chest**, v. 101, n.5 Suppl, p. 236S-241S, 1992.

65. WILL, P. M.; WALTER, J. D. Exercise testing: improving performance with a ramped Bruce protocol. **Am Heart J**, v. 138, n.6, p. 1033-1037, 1999.
66. VAN DE, L. A. et al. Accuracy of pulse oximetry in the intensive care unit. **Intensive Care Med**, v. 27, n.10, p. 1606-1613, 2001.
67. JUBRAN, A. Pulse oximetry. **Intensive Care Med**, v. 30, n.11, p. 2017-2020, 2004.
68. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global Database on Body Mass Index: an interactive surveillance tool for monitoring nutrition transition. [Http://Www Who Int/Bmi/Index Jsp](http://www.who.int/Bmi/Index Jsp), Sept. 2008.
69. DAVIDSON, M.; DE, M. N. A systematic review of the Human Activity Profile. **Clin Rehabil**, v. 21, n.2, p. 151-162, 2007.
70. SOUZA, A. C.; MAGALHÃES, L. C.; SALMELA, L. F. T. Adaptação transcultural e análise das propriedades psicométricas da versão brasileira do Perfil de Atividade Humana. **Cad Saúde Pública**, v. 22, n.12, p. 2623-2636, 2006.
71. HANSEN, J. E. et al. Mixed-expired and end-tidal CO₂ distinguish between ventilation and perfusion defects during exercise testing in patients with lung and heart diseases. **Chest**, v. 132, n.3, p. 977-983, 2007.
72. FORNITANO, L. D.; GODOY, M. F. Duplo Produto Elevado como Preditor de Ausência de Coronariopatia Obstrutiva de Grau Importante em Pacientes com Teste Ergométrico Positivo. **Arquivos Brasileiros De Cardiologia**, v. 86, n.2, p. 138-144, 2006.
73. TEBEXRENI, A. S. et al. Protocolos tradicionais em ergometria, suas aplicações práticas versus protocolos de rampa. **Rev Soc Cardiol Estado De São Paulo**, v. 11, n.3, p. 519-528, 2001.
74. BARBOSA E SILVA; SOBRAL, F. A new proposal to guide velocity and inclination in the ramp protocol for the treadmill ergometer. **Arq Bras Cardiol**, v. 81, n.1, p. 48-7, 2003.
75. PIRIE, W. Jonckheere tests for ordered alternatives. In: KOTZ, S.; JOHNSON, N. L. **Encyclopedia of statistical sciences**. New York: John Wiley & Sons, 1983. p. 315-318.

Capítulo 4 – ARTIGO

Capacidade aeróbica e nível de atividade física em idosos de diferentes faixas etárias

Valores de referência para a capacidade aeróbica especificamente de idosos são escassos e essenciais para a identificação de déficit funcional. **Objetivos:** Caracterizar a capacidade aeróbica e o nível de atividade física de idosos de diferentes faixas etárias e estabelecer equações de referência para o consumo de oxigênio (VO_2). **Métodos:** A capacidade aeróbica de 63 idosos da comunidade divididos em grupo 1: 65-69, grupo 2: 70-79 e grupo 3: 80 e mais anos foi avaliada por teste de esforço máximo com protocolo de rampa em esteira e o nível de atividade física foi identificado pelo Perfil de Atividade Humana (PAH). Análise estatística, considerando $\alpha = 0,05$, foi realizada por testes não paramétricos. **Resultados:** Valores medianos de VO_2 (21,8; 19,1; 16,6 mL.Kg⁻¹.min⁻¹) e de produção de dióxido de carbono (VCO_2) (1755; 1367 e 1166 mL.min⁻¹) reduziram respectivamente nos grupo 1, 2 e 3, com significância estatística entre os grupos 1 e 3. Houve correlação ($p < 0,001$) entre idade e VO_2 ($r = -0,518$), idade e VCO_2 ($r = -0,549$) e PAH e VO_2 ($r = 0,498$). As equações estabelecidas por regressão linear considerando o tempo de teste incremental (TI) foram: para homens, $VO_2 = 56,896 - (0,396 \times \text{Idade}) - (0,380 \times \text{IMC}) + (0,410 \times \text{TI})$ e para mulheres, $VO_2 = 44,954 - (0,394 \times \text{Idade}) - (0,178 \times \text{IMC}) + (0,741 \times \text{TI})$. **Conclusões:** Este estudo confirma a redução progressiva da capacidade aeróbica nos idosos e sua relação com a idade e com o nível de atividade física. As equações propostas podem ser utilizadas como referência para testes realizados em idosos segundo o mesmo protocolo.

CAPACIDADE AERÓBICA E NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA EM IDOSOS DE DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS

CAMILA CAMARGOS ZAMPA¹, RAQUEL RODRIGUES BRITTO², DANIELLE APARECIDA GOMES PEREIRA³, FERNANDA LIMA LOPES⁴, MARIA CLARA ALENCAR⁵, VERÔNICA FRANCO PARREIRA²

¹Fisioterapeuta, Mestranda em Ciências da Reabilitação, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

²Fisioterapeuta, Professora Doutora, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

³Fisioterapeuta, Doutoranda em Ciências da Reabilitação, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

⁴Fisioterapeuta, Mestranda em Bioengenharia, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

⁵Cardiologista do Hospital das Clínicas/UFMG e do Hospital Socor, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Correspondência para Raquel Rodrigues Britto: Avenida Antônio Carlos, 6637. Departamento de Fisioterapia. CEP: 31.270-901. Belo Horizonte - MG. Tel: (31)34094793. rbrito@ufmg.br

Título para as páginas do artigo: Capacidade aeróbica e nível de atividade física em idosos

Palavras-chave: idoso, capacidade aeróbica, nível de atividade física, valor de referência.

RESUMO

Valores de referência para a capacidade aeróbica especificamente de idosos são escassos e essenciais para a identificação de déficit funcional. **Objetivos:** Caracterizar a capacidade aeróbica e o nível de atividade física de idosos de diferentes faixas etárias e estabelecer equações de referência para o consumo de oxigênio (VO_2). **Métodos:** A capacidade aeróbica de 63 idosos da comunidade divididos em grupo 1: 65-69, grupo 2: 70-79 e grupo 3: 80 e mais anos foi avaliada por teste de esforço máximo com protocolo de rampa em esteira e o nível de atividade física foi identificado pelo Perfil de Atividade Humana (PAH). Análise estatística, considerando $\alpha = 0,05$, foi realizada por testes não paramétricos. **Resultados:** Valores medianos de VO_2 (21,8; 19,1; 16,6 mL.Kg⁻¹.min⁻¹) e de produção de dióxido de carbono (VCO_2) (1755; 1367 e 1166 mL.min⁻¹) reduziram respectivamente nos grupo 1, 2 e 3, com significância estatística entre os grupos 1 e 3. Houve correlação ($p < 0,001$) entre idade e VO_2 ($r = -0,518$), idade e VCO_2 ($r = -0,549$) e PAH e VO_2 ($r = 0,498$). As equações estabelecidas por regressão linear considerando o tempo de teste incremental (TI) foram: para homens, $VO_2 = 56,896 - (0,396 \times \text{Idade}) - (0,380 \times \text{IMC}) + (0,410 \times \text{TI})$ e para mulheres, $VO_2 = 44,954 - (0,394 \times \text{Idade}) - (0,178 \times \text{IMC}) + (0,741 \times \text{TI})$. **Conclusões:** Este estudo confirma a redução progressiva da capacidade aeróbica nos idosos e sua relação com a idade e com o nível de atividade física. As equações propostas podem ser utilizadas como referência para testes realizados em idosos segundo o mesmo protocolo.

ABSTRACT

Reference values for the aerobic capacity specifically to elderly people are rare and essential for the identification of functional impairment. **Objectives:** Characterize the aerobic capacity and the physical activity level of elderly people with different ages and establish reference equations for the oxygen uptake (VO_2). **Methods:** The aerobic capacity of 63 community elderly people divided in group 1: 65-69, group 2 :70-79 and group 3: 80 and more years old was evaluated by incremental test with gas analysis using treadmill and ramp protocol and the physical activity level was identified by Human Activity Profile (HAP). Statistical analysis considering $\alpha = .05$ was carried out by non-parametric tests. **Results:** Median values of VO_2 (21.8; 19.1; 16.6 $\text{mL.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) and carbon dioxide production (VCO_2) (1755, 1367 and 1166 mL.min^{-1}) decreased respectively in the groups 1, 2 and 3 with statistical significance between the groups 1 and 3. Correlations ($p < 0.001$) were found between age and VO_2 ($r = -0.518$), age and VCO_2 ($r = -0.549$) and HAP and VO_2 ($r = 0.498$). The equations established by linear regression considering the time of incremental test (T) were: for men, $\text{VO}_2 = 56.896 - (0.396 \times \text{Age}) - (0.380 \times \text{BMI}) + (0.410 \times \text{T})$ and for women, $\text{VO}_2 = 44.954 - (0.394 \times \text{Age}) - (0.178 \times \text{BMI}) + (0.741 \times \text{T})$. **Conclusions:** This study confirms the gradual reduction of the aerobic capacity in elderly people and its relation with the age and with the physical activity level. The equations proposed may be used as reference for tests performed in elderly people according to the same protocol.

Title: Aerobic capacity and physical activity level in elderly people with different ages

Short title: Aerobic capacity and physical activity level in elderly people

Key words: elderly, aerobic capacity, physical activity level, reference value

INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento biológico e/ou o surgimento de doenças crônicas resultam no comprometimento da capacidade funcional dos idosos, o que leva à dificuldade para a realização de suas atividades de vida diária¹⁻⁴.

Várias aptidões definem, em conjunto, a capacidade funcional do idoso, e, entre elas, a cardiorrespiratória ou aeróbica é considerada de grande importância, pois permite identificar a habilidade do sistema cardiopulmonar em disponibilizar substratos energéticos e oxigênio (O₂) para a realização de atividade física⁵.

Apesar da avaliação da capacidade aeróbica, por meio do teste de esforço máximo com análise dos gases expirados, ter sido utilizada em publicações científicas que inseriram a população idosa⁶⁻¹⁶, são escassos os estudos que avaliaram exclusivamente os idosos^{1,2,17,18} e que incluíram indivíduos numa faixa etária mais avançada¹⁹⁻²¹. Até o presente momento, nas bases de dados consultadas, não foram encontradas investigações que caracterizassem especificamente a capacidade aeróbica de idosos, de ambos os sexos, em diferentes faixas etárias.

A relação entre a capacidade cardiorrespiratória e o nível de atividade física rotineira também foi pouco investigada nessa parcela da população^{6,10,11,13,16}. E ainda, a determinação de equações para prever o consumo de oxigênio (VO₂) muitas vezes foram criadas baseadas numa amostra que incluiu indivíduos até 80 anos^{6,13,15} restringindo a identificação dos idosos que se encontram abaixo do limite inferior esperado.

Sendo assim, e principalmente considerando o envelhecimento populacional e a necessidade de serem estabelecidas políticas adequadas para essa população específica, nos

diversos níveis de atenção à saúde, a melhor caracterização da capacidade aeróbica poderá contribuir para o direcionamento de programas de prevenção e de reabilitação.

Neste sentido, este estudo foi planejado para caracterizar a capacidade cardiorrespiratória e o nível de atividade física em idosos de diferentes faixas etárias (65-69 anos, 70-79 anos e 80 e mais anos), e estabelecer equações de referência para o VO_2 específicas para cada sexo, no pico do esforço, baseadas no protocolo de teste utilizado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

Considerando o cálculo amostral realizado a partir de um estudo piloto, a amostra deste estudo foi constituída por 63 idosos da comunidade, de ambos os sexos (31 mulheres e 32 homens), residentes na região metropolitana de Belo Horizonte. Os idosos foram recrutados de grupos de convivência e por demanda voluntária e foram classificados em três grupos, de acordo com a faixa etária: 65-69 anos (grupo 1), 70-79 anos (grupo 2) e 80 e mais anos (grupo 3). Para serem incluídos, os participantes deveriam ter idade igual ou superior a 65 anos, não possuir contraindicação absoluta para a realização do teste de esforço²², ser capazes de deambular na esteira sem auxílio, não apresentar problemas neurológicos ou ortopédicos que comprometiam o desempenho ao exercício²² e alterações cognitivas detectáveis pelo Mini-exame do Estado Mental (MEEM)²³. Foram excluídos os idosos que apresentaram indicações absolutas para a interrupção do teste ergoespirométrico²² e realizaram um tempo de teste incremental inferior a 6 minutos⁶.

Os procedimentos do estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (Parecer ETIC 291/07) e todos os indivíduos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Instrumentação

O sistema metabólico de análise de gases (*Medical Graphics® CPX Ultima, Miami, FL, USA*) foi utilizado para avaliar os parâmetros metabólicos e ventilatórios respiração-a-respiração durante teste de esforço máximo realizado em esteira ergométrica (*Millenium Classic CI Inbramed/Inbrasport®*, Porto Alegre, RS).

A frequência cardíaca (FC) assim como a monitorização eletrocardiográfica foram analisadas de forma contínua pelo eletrocardiógrafo (*Welch Allyn, Skaneateles Falls, NY, USA*). A Pressão arterial (PA) foi aferida pelo esfigmomanômetro (*Diasyst®*, São José dos Campos, SP, Brasil) e estetoscópio (*Littmann Classic II S.E.®*, USA). Um oxímetro de pulso, conectado ao sistema metabólico de análise de gases, foi utilizado para mensurar a saturação periférica da hemoglobina em O₂ (SpO₂) (*Mediaid Model 340, Cerritos, CA, USA*). Para o monitoramento da percepção subjetiva da intensidade do esforço foi utilizada a Escala Categórica de Borg Modificada, graduada de 0 a 10.

Massa corporal e estatura foram mensuradas por meio de uma balança calibrada (Filizola ind. Ltda, São Paulo, SP, Brasil). A partir destes dados foi calculado o índice de massa corporal (IMC) de cada participante.

A avaliação do nível funcional e de atividade física dos idosos foi realizada pelo questionário Perfil de Atividade Humana (PAH), um instrumento baseado no desempenho auto-relatado, traduzido e adaptado culturalmente para a população brasileira. De acordo com a resposta, foram calculados o escore máximo de atividade (EMA) e o escore ajustado de atividade (EAA)^{24,25}. Baseado no EAA, o indivíduo foi classificado em inativo, moderadamente ativo ou ativo.

Procedimentos

Os voluntários foram orientados a manter a medicação usual^{7,26,27}, evitar alimento, álcool, café e cigarro por pelo menos 3 horas antes^{7,27,28}, não realizar exercício físico vigoroso 24 horas anterior ao teste de esforço^{28,29} e comparecer com vestimenta e calçado apropriados ao local da pesquisa. O estudo foi realizado no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório da Instituição.

Os participantes foram submetidos a uma entrevista inicial para registro das variáveis clínico-demográficas. A caracterização clínica dos idosos incluiu a avaliação dos critérios de fragilidade estabelecidos por Linda Fried *et al.* (2001)³⁰, possibilitando sua classificação em não-frágeis, pré-frágeis ou frágeis. Em seguida, foi aplicado o questionário PAH na forma de entrevista e mensurados massa corporal, estatura, PA, frequência respiratória (FR), FC e SpO₂.

Explicações a respeito da escala categórica de Borg modificada e da realização do teste foram fornecidas, sendo enfatizado que se tratava de um teste máximo.

O teste de esforço foi realizado em temperatura ambiente de $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ ³¹ e umidade relativa do ar entre 50 e 70%, com registro da pressão barométrica durante todas as coletas²⁶. Os equipamentos necessários para a sua execução, como o pneumotacógrafo e o analisador de gases, foram calibrados, utilizando respectivamente uma seringa graduada de 3 litros e uma mistura de gases. Durante a realização do teste, o voluntário utilizou um calçado usual e permaneceu sem camisa (sexo masculino) ou com uma camisa de botões (sexo feminino). Os eletrodos do eletrocardiograma e a máscara do sistema metabólico de análise de gases foram colocados. O avaliador orientou o participante que, a partir deste momento, comunicação verbal não era permitida e que o mesmo deveria respirar pelo bocal do pneumotacógrafo durante todo o

procedimento, permitindo a análise dos gases a cada ciclo respiratório. Além disso, ele foi informado que o teste poderia ser interrompido ao seu pedido, quando o mesmo solicitasse o seu término levantando a mão direita como sinal. Como medida de segurança, foi permitido aos idosos o apoio das mãos na barra da esteira, sem descarga de peso, visando a manutenção do equilíbrio^{17,19}.

O indivíduo realizou inicialmente, na esteira ergométrica uma fase de aquecimento, com duração de 3 minutos^{22,28,32} numa velocidade mínima e confortável e 0% de inclinação³². Posteriormente, foi iniciada a fase incremental, com aumento contínuo da velocidade e grau de inclinação sem estágios de duração definidas³³ objetivando-se uma duração de 8-12 minutos^{6,22,28,32}. Nessa segunda fase, a fim de respeitar o período de tempo citado, foi utilizado um protocolo em rampa padronizado e individualizado com base na previsão da velocidade e inclinação inicial e final a ser alcançada pelos idosos, segundo o sexo e a idade estabelecidos por Silva & Filho (2003)³⁴. Como os valores fornecidos pelos autores citados não abrangem a população acima de 79 anos, foi realizada uma estimativa dos valores prescindidos por meio de uma extrapolação polinomial por ajuste de 4ª ordem. Utilizou-se a função polinomial para a estimação dos valores de acordo com a idade desejada. Por fim, foi iniciada a fase de recuperação, nos mesmos parâmetros da fase inicial, perdurando por 3 minutos²². FC, traçado eletrocardiográfico e SpO₂ foram registrados continuamente. PA e percepção de esforço foram pontuadas a cada dois minutos e ao término do teste (fase de recuperação)²⁸. O período incremental foi finalizado quando o participante apresentou indicações absolutas para o término do teste de esforço²² ou ao seu pedido. O idoso foi liberado após retorno dos parâmetros monitorizados aos valores basais ou próximos a esses.

A análise dos dados foi realizada considerando a média dos últimos 30 segundos do período de teste incremental^{22,35}.

Análise Estatística

O teste *Shapiro-Wilk* foi utilizado para verificar a distribuição normal dos dados. A caracterização da amostra foi realizada com cálculo de medidas de tendência central (mediana), variabilidade (amplitude e quartil) e proporção. Confirmada a distribuição não normal dos dados, foi utilizado o teste não paramétrico de *Jonckheere-Terpstra*³⁶ para análise da diferença das variáveis quantitativas de interesse entre os grupos etários. Uma vez que fosse encontrada uma diferença estatisticamente significativa, foi realizado o teste de comparação múltipla (*Mann-Whitney*) com correção de *Bonferroni*. Para a comparação das faixas etárias com as demais variáveis qualitativas e do VO₂ entre os sexos foram utilizados o Teste Exato de *Fisher* e de *Mann-Whitney* respectivamente. A correlação de *Spearman* foi realizada para verificar a associação da idade com as variáveis ergoespirométricas e do VO₂ com o PAH. Equações de predição para VO₂, de acordo com o sexo, foram estabelecidas por meio de um modelo de regressão linear. O nível de significância considerado foi de 0,05.

RESULTADOS

Caracterização da amostra

Dos 70 indivíduos recrutados, 7 foram excluídos devido a intercorrências ou tempo insuficiente durante a realização do teste. Sessenta e três indivíduos [média de idade de 74,86±7,12 anos (65-93)], sendo 32 homens e 31 mulheres, 21 em cada grupo [grupo 1: 67,57±1,33 anos (65-69); 2: 73,52±2,77 anos (70-78); 3: 83,48±3,47 anos (80-93)] foram estudados. A Tabela 1 descreve e compara as características clínicas e antropométricas da

amostra. Houve diferença estatisticamente significativa apenas na variável massa corporal entre os grupos 1 e 3.

Capacidade Aeróbica

A Tabela 2 apresenta as características descritivas e comparativas das variáveis ergoespirométricas - pulmonares [volume corrente (V_c), FR, ventilação pulmonar (VE), equivalente ventilatório de O_2 (VE/VO_2), equivalente ventilatório de dióxido de carbono (VE/VCO_2)]; cardiovasculares [FC, pulso de O_2 (VO_2/FC), duplo produto ($FC \times PAS$)] e metabólicas [VO_2 , produção de dióxido de carbono (VCO_2), razão de troca respiratória (VCO_2/VO_2)] - nas diferentes faixas de idade. Ao comparar as 3 faixas etárias, observamos que no grupo 1 foram encontrados valores significativamente superiores de VO_2 ($mL \cdot min^{-1}$) e VCO_2 e inferior de VE/VCO_2 em relação ao grupo 2. Valores superiores de VE, VO_2 (tanto em $mL \cdot min^{-1}$ quanto em $mL \cdot Kg^{-1} \cdot min^{-1}$), VCO_2 , FC, VO_2/FC e $FC \times PAS$ também foram encontrados ao comparar o grupo 1 com o 3. Ao analisar a associação entre a idade e a capacidade aeróbica (Tabela 3) observa-se que as variáveis VO_2 e VCO_2 apresentaram correlação inversa de moderada magnitude e significativa com a idade. Uma associação de baixa magnitude, porém com significância estatística foi observada nos demais parâmetros ergoespirométricos, exceto no V_c , VE/VO_2 e VCO_2/VO_2 .

Consumo de Oxigênio

O valor mediano de VO_2 ($mL \cdot Kg^{-1} \cdot min^{-1}$) igual a 16,60 (15,90-19,70) das mulheres foi estatisticamente ($p < 0,001$) inferior ao valor de 21,50 (18,55-23,53) observado nos homens.

Foi observada correlação significativa ($p < 0,001$) entre VO_2 ($mL \cdot Kg^{-1} \cdot min^{-1}$) e o EAA medido pelo PAH ($r = 0,498$).

Equações preditivas para o VO_2 ($\text{mL.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) foram estabelecidas de acordo com o sexo, incluindo (equações 1 e 3) ou não (equações 2 e 4) o tempo de teste incremental (TI) e considerando a idade e o IMC (Tabela 4).

DISCUSSÃO

Este estudo caracterizou a capacidade aeróbica e estabeleceu uma equação de referência para o VO_2 pico em idosos brasileiros da comunidade. Os participantes foram distribuídos em grupos etários constituídos por quantidades equivalentes de idosos de ambos os sexos, em geral ativos, visto que estudos mostram que o sexo^{11,21,37} e o nível de atividade física^{9,11,19} influenciam a capacidade cardiorrespiratória.

Na presente investigação foi observada uma redução significativa da capacidade aeróbica, considerando os aspectos cardíacos, respiratórios e metabólicos, com o avançar da idade. Resultados similares foram encontrados em publicações anteriores^{2,8,10-13,15,37}.

Quando se avalia o metabolismo, nota-se uma queda do VO_2 ao longo dos anos, corroborando com os resultados de estudos prévios^{8,11-13,37}. Paterson *et al.* (1999)⁸ atribuíram esse fator à sarcopenia, redução do débito cardíaco e perda da capacidade de entrega do oxigênio, indicando uma limitação cardiovascular e/ou periférica³⁸. O VCO_2 depende da intensidade do exercício e da taxa de incremento da carga. Os valores reduzidos de VCO_2 observados, na presente investigação, com o envelhecimento indicam ventilação alveolar diminuída para uma dada taxa de produção periférica de dióxido de carbono (CO_2)³⁸.

Em relação ao sistema respiratório, este estudo demonstrou uma diminuição no valor de VE nas idades mais avançadas, similar aos achados de Paterson *et al.* (1999)⁸ e Neder *et al.* (2003)³⁷. Segundo Neder & Nery (2002)³⁸ pode-se estabelecer uma relação de dependência do

VE com o VCO_2 , ou seja, com a própria intensidade de exercício realizada. Logo, com o processo de envelhecimento, ocorrerá uma redução de ambos os parâmetros. Por outro lado, um valor elevado de VE/VCO_2 foi observado nos septuagenários (grupo 2), semelhante ao resultado de Koch *et al.* (2008)¹⁵. De acordo com as publicações de Wajngarten *et al.* (1994)² e Neder & Nery (2002)³⁸ esse fator pode ser atribuído ao aumento do espaço morto ou hiperventilação, ou seja, baixa “eficiência ventilatória”, demonstrando reduzido grau de adequação da resposta ventilatória aos estímulos metabólicos.

No que diz respeito ao componente cardiovascular, uma redução da FC e do VO_2/FC nas faixas etárias mais avançadas foi encontrada, compatível com investigações anteriores^{8,11,13}, o que indica um menor grau de aptidão cardiovascular ao exercício, sugerindo uma limitação cardíaca e/ou periférica^{11,38}.

A alteração da capacidade aeróbica é mais evidente a partir da oitava década de vida (grupo3). Além disso, pode-se inferir que o componente metabólico, representado pelas variáveis VO_2 e VCO_2 , é influenciado fortemente pelo envelhecimento, apresentando uma queda tanto ao comparar idosos mais jovens com os septuagenários, quanto com os idosos de 80 anos ou mais, correlacionando-se de forma moderada com a idade. Estudos adicionais avaliando sob qual dos três sistemas o avançar da idade exerce maior influência são necessários para confirmar essa hipótese.

Considerando somente o VO_2 , indicador mais preciso da capacidade cardiorrespiratória²⁸, observou-se que as mulheres apresentaram valor inferior em relação aos homens, confirmando os resultados de estudos prévios^{11,12,15,16,21,37}, onde não somente a idade, mas também o sexo exerceu influência sobre a capacidade aeróbica. Na presente investigação, uma diferença de 30% foi encontrada entre os dois grupos. Essa porcentagem foi superior aos achados de Sanada *et al.*

(2007)¹², Talbot *et al.* (2000)¹⁶ e Fleg *et al.* (2005)¹¹ cujos valores observados foram de 12%, 19% e 20% respectivamente e inferior aos resultados de Lotscher *et al.* (2007)²¹ que encontraram uma diferença de 42%. Além dos aspectos comportamentais relacionados aos diferentes papéis sociais desempenhados por homens e mulheres^{16,21}, fatores determinados geneticamente também podem promover essa desigualdade fisiológica²¹.

Uma correlação negativa de moderada magnitude foi encontrada entre o VO₂ e a idade, corroborando com o estudo de Talbot *et al.* (2000)¹⁶ que ao avaliarem indivíduos ativos numa ampla faixa etária (18-95 anos) na esteira ergométrica, observaram uma boa associação entre as 2 variáveis tanto para os homens ($r=-0,66$) quanto para as mulheres ($r=-0,62$). Resultados similares também estão presentes na publicação de Sanada *et al.* (2007)¹² que encontraram moderadas correlações em ambos os sexos ($r=-0,64$ e $-0,51$ para homens e mulheres respectivamente). Valores superiores ($r=-0,80$) aos da presente investigação foram observados no estudo de Neder *et al.* (1999)¹³, o que pode ser explicado pela diferença metodológica, já que na publicação citada os participantes foram selecionados de forma randomizada, o que pode resultar numa amostra menos ativa fisicamente.

O percentual de idosos classificados como ativos mostrou-se reduzido nas faixas etárias mais avançadas, entretanto não foram detectadas diferenças significativas entre os grupos na classificação do PAH. Além disso, esse questionário apresentou um grau razoável de correlação com o VO₂. Resultados similares ao do presente estudo foram encontrados por Talbot *et al.* (2000)¹⁶ e Brach *et al.* (2003)³ que ao relacionarem capacidade funcional com o nível de atividade física auto-relatado obtiveram associações fracas (r entre 0,06-0,34). Segundo Reis *et al.* (2000)³⁹ a atividade física auto-relatada não se correlaciona fortemente com a aptidão cardiorrespiratória. Apesar de ser um instrumento simples, de baixo custo e demanda de tempo

para aplicação, o PAH utiliza informações fornecidas pelos participantes, o que pode torná-lo um indicador não fidedigno da real capacidade aeróbica dos idosos, que podem ter superestimado ou subestimado seu nível de atividade física, tendo em vista que os questionários são influenciados pela visão do respondente e por questões afetivas, sociais e econômicas^{3,4}.

Valores preditos para as variáveis fornecidas pelo teste de esforço têm sido descritos em publicações anteriores envolvendo adultos e idosos^{6,8,11,13-16,37}. Muitos estudos apresentam equações de referência para diversos grupos etários, mas limitam-se aos 80 anos de idade^{6,13-15,37}. Desta forma, valores estimados para idosos mais velhos são geralmente extrapolados de indivíduos mais jovens. O presente estudo fornece uma estrutura de referência mais apropriada para a população inserida numa faixa etária mais avançada.

Na presente investigação foram estabelecidas equações preditivas para a variável VO_2 , corrigidas pela massa corporal, que tende a se elevar com o envelhecimento. Estudos anteriores encontraram uma influência do peso nos parâmetros avaliados pelo teste de esforço^{15,16}. Segundo Wajngarten *et al.* (1994)² essa correção possibilita a comparação de indivíduos com diferentes dimensões corporais. O valor de VO_2 , no pico do esforço, foi determinado baseado nas características antropométricas (idade e IMC) como na investigação de Koch *et al.* (2008)¹⁵. No entanto, neste último estudo, apesar de estratificarem em grupos etários, os autores agruparam os idosos em um único grupo com idade acima de 64 anos e inseriram na equação proposta um fator de correção a ser utilizado para este grupo. No presente estudo, o TI também foi inserido na predição do VO_2 pico, semelhante ao estudo de Kaminsky & Whaley (1998)⁶ que observaram que o tempo de execução do teste máximo foi o mais potente preditor do VO_2 pico, sendo responsável por 86% da variabilidade dessa variável resposta.

Na presente publicação é apresentada uma equação que mesmo sem incluir o TI não demonstrou redução expressiva do coeficiente de determinação (R^2), podendo ser utilizada para a predição do VO_2 sem a realização do teste de esforço. Ao calcular o limite inferior de normalidade (LIN) (valor predito - 1,645 x desvio padrão dos resíduos) considerando esta equação de referência, observamos que apenas 2 idosos e 3 idosas apresentaram valores de VO_2 pico abaixo do LIN, o que reforça a sua aplicabilidade.

É importante ressaltar que como a amostra do presente estudo foi constituída por idosos ativos, independentes, cuja participação era voluntária, as equações propostas podem superestimar os valores esperados quando aplicadas numa população pouco ativa.

CONCLUSÃO

Este estudo confirmou a queda significativa da capacidade cardiorrespiratória com o avançar da idade. As equações preditivas específicas para os idosos poderão contribuir para melhor classificação da capacidade aeróbica desta população.

Agradecimentos: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Huggett DL, Connelly DM, Overend TJ. Maximal Aerobic Capacity Testing of Older Adults: A Critical Review. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2005;60A(1):57-66.
- (2) Wajngarten M, Kalil LMP, Negrão CE et al. Avaliação Cardiorrespiratória ao Exercício no Idoso Sadio. *Arq Bras Cardiol* 1994;63(1):27-33.
- (3) Brach JS, FitzGerald S, Newman AB et al. Physical activity and functional status in community-dwelling older women: a 14-year prospective study. *Arch Intern Med* 2003;163(21):2565-71.
- (4) Tietjen-Smith T, Smith SW, Martin M et al. Grip Strength in Relation to Overall Strength and Functional Capacity in Very Old and Oldest Old Females. *Phys Occup Ther Geriatric* 2006;24(4):63-78.
- (5) Spirduso WW. Função Pulmonar e Cardiovascular. In: Spirduso WW, editor. *Dimensões Físicas do Envelhecimento*. 1 ed. Barueri: Manole; 2005. cap.4, p. 103-33.
- (6) Kaminsky LA, Whaley MH. Evaluation of a new standardized ramp protocol: the BSU/Bruce Ramp protocol. *J Cardiopulm Rehabil* 1998;18(6):438-44.
- (7) Myers J, Buchanan N, Walsh D et al. Comparison of the ramp versus standard exercise protocols. *J Am Coll Cardiol* 1991;17(6):1334-42.
- (8) Paterson DH, Cunningham DA, Koval JJ et al. Aerobic fitness in a population of independently living men and women aged 55-86 years. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31(12):1813-20.
- (9) Sagiv M, Goldhammer E, Ben-Sira D et al. What Maintains Energy Supply at Peak Aerobic Exercise in Trained and Untrained Older Men? *Gerontology* 2007;53(6):119-23.
- (10) Talbot LA, Morrell CH, Metter EJ et al. Comparison of cardiorespiratory fitness versus leisure time physical activity as predictors of coronary events in men aged < or = 65 years and > 65 years. *Am J Cardiol* 2002;89(10):1187-92.
- (11) Fleg JL, Morrell CH, Bos AG et al. Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. *Circulation* 2005;112(5):674-82.
- (12) Sanada K, Kuchiki T, Miyachi M et al. Effects of age on ventilatory threshold and peak oxygen uptake normalised for regional skeletal muscle mass in Japanese men and women aged 20-80 years. *Eur J Appl Physiol* 2007;99(5):475-83.

- (13) Neder JA, Nery LE, Castelo A et al. Prediction of metabolic and cardiopulmonary responses to maximum cycle ergometry: a randomised study. *Eur Respir J* 1999;14(6):1304-13.
- (14) Neder JA, Nery LE, Peres C et al. Reference values for dynamic responses to incremental cycle ergometry in males and females aged 20 to 80. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164(8 Pt 1):1481-6.
- (15) Koch B, Schaper C, Ittermann T et al. Reference Values for Cardiopulmonary Exercise Testing in Healthy Volunteers-the SHIP Study. *Eur Respir J* 2008 September.
- (16) Talbot LA, Metter EJ, Fleg JL. Leisure-time physical activities and their relationship to cardiorespiratory fitness in healthy men and women 18-95 years old. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32(2):417-25.
- (17) Bader DS, Maguire TE, Balady GJ. Comparison of ramp versus step protocols for exercise testing in patients \geq 60 years of age. *Am J Cardiol* 1999;83(1):11-4.
- (18) Pozzi LG, Melo RC, Quitério RJ et al. Determinação do Limiar de Anaerobiose de Idosos Saudáveis: Comparação entre Diferentes Métodos. *Rev bras fisioter* 2006;10(3):333-8.
- (19) Binder EF, Schechtman KB, Ehsani AA et al. Effects of exercise training on frailty in community-dwelling older adults: results of a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc* 2002;50(12):1921-8.
- (20) Simar D, Malatesta D, Dauvilliers Y et al. Aerobic and functional capacities in a selected active population of European octogenarians. *Int J Sports Med* 2005;26(2):128-33.
- (21) Lotscher F, Loffel T, Steiner R et al. Biologically relevant sex differences for fitness-related parameters in active octogenarians. *Eur J Appl Physiol* 2007;99(5):533-40.
- (22) ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167(2):211-77.
- (23) Lourenço RA, Veras RP. Mini-Exame do Estado Mental: características psicométricas em idosos ambulatoriais. *Rev Saude Publica* 2006;40(4):712-9.
- (24) Davidson M, de MN. A systematic review of the Human Activity Profile. *Clin Rehabil* 2007;21(2):151-62.
- (25) Souza AC, Magalhaes LC, Teixeira-Salmela LF. [Cross-cultural adaptation and analysis of the psychometric properties in the Brazilian version of the Human Activity Profile]. *Cad Saude Publica* 2006;22(12):2623-36.

- (26) Normatização de técnicas e equipamentos para realização de exames em ergometria e ergoespirometria. *Arq Bras Cardiol* 2003;80:457-64.
- (27) Will PM, Walter JD. Exercise testing: improving performance with a ramped Bruce protocol. *Am Heart J* 1999;138(6 Pt 1):1033-7.
- (28) Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. *American College of Sports Medicine*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003. p.3-239.
- (29) Yazbek P, Tuda CR, Sabbag LMS et al. Ergoespirometria: tipos de equipamentos, aspectos metodológicos e variáveis úteis. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo* 2001;11(3):682-92.
- (30) Fried LP, Tangen CM, Walston J et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001;56(3):M146-M156.
- (31) Yazbek P, Carvalho RT, Sabbag LMS et al. Ergoespirometria. Teste de esforço cardiopulmonar, metodologia e interpretação. *Arq Bras Cardiol* 1998;71(5):719-24.
- (32) Tebexreni AS, Lima EV, Tambeiro VL et al. Protocolos tradicionais em ergometria, suas aplicações práticas versus protocolos de rampa. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo* 2001;11(3):519-28.
- (33) II Diretrizes da sociedade brasileira de cardiologia sobre teste ergométrico. *Arq Bras Cardiol* 2002;78(suplemento II):1-17.
- (34) Barbosa e Silva, Sobral F. A new proposal to guide velocity and inclination in the ramp protocol for the treadmill ergometer. *Arq Bras Cardiol* 2003;81(1):48-7.
- (35) Hansen JE, Ulubay G, Chow BF et al. Mixed-expired and end-tidal CO₂ distinguish between ventilation and perfusion defects during exercise testing in patients with lung and heart diseases. *Chest* 2007;132(3):977-83.
- (36) Pirie W. Jonckheere tests for ordered alternatives. In: Kotz S, Johnson NL, editors. *Encyclopedia of statistical sciences*. New York: John Wiley & Sons; 1983. p. 315-8.
- (37) Neder JA, Dal CS, Malaguti C et al. The pattern and timing of breathing during incremental exercise: a normative study. *Eur Respir J* 2003;21(3):530-8.
- (38) Diretrizes para Testes de Função Pulmonar. *Jornal de Pneumologia* 2002;28(Suplemento 3):S166-S206.
- (39) Reis RS, Petroski EL, Lopes AS. Medidas da Atividade Física: Revisão de Métodos. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano* 2000;2(1):89-96.

Tabela 1. Dados descritivos e comparativos das variáveis clínico-antropométricas

Variáveis	65-69 anos (grupo 1)	70-79 anos (grupo 2)	80 e mais anos (grupo 3)	Total
Mulheres (n)	47,6%(10)	52,4%(11)	47,6%(10)	49,2%(31)
Homens (n)	52,4%(11)	47,6%(10)	52,4%(11)	50,8%(32)
Fragilidade				
Não-frágil	76,2%(16)	66,7%(14)	52,4%(11)	65,1%(41)
Pré-frágil	23,8%(5)	28,6%(6)	47,6%(10)	33,3%(21)
Frágil	0%(0)	4,8%(1)	0%(0)	1,6%(1)
Massa Corporal (Kg)	74,0(68,1-80,2) [57,1-120,0]	65,4(58,2-75,8) [46,0-93,0]	67,5(62,0-72,7) * [46,2-85,4]	69,1(62,5-75,7) [46,0-120,0]
Estatura (m)	1,6(1,6-1,7) [1,4-1,8]	1,6(1,5-1,6) [1,5-1,7]	1,6(1,5-1,6) [1,4-1,8]	1,6(1,5-1,7) [1,4-1,8]
IMC (Kg/m ²)	27,6(24,6-30,5) [21,4-44,0]	26,9(23,6-30,3) [21,6-38,4]	26,3(25,1-28,1) [20,8-30,3]	26,9(24,6-30,0) [20,8-44,0]
PAH				
Inativo	0% (0)	0%(0)	4,8%(1)	1,6%(1)
Moderadamente ativo	19,1%(4)	38,1%(8)	47,6%(10)	34,9%(22)
Ativo	81,0%(17)	61,9%(13)	47,6%(10)	63,5%(40)

Dados apresentados como mediana (1-3ºquartil), amplitude [mínimo-máximo] e porcentagem % (número de participantes). *Diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo 1 (p= 0,0094). IMC=Índice de Massa Corporal; PAH=Perfil de Atividade Humana.

Tabela 2. Dados descritivos e comparativos das variáveis ergoespirométricas

Variáveis	65-69 anos (grupo 1)	70-79 anos (grupo 2)	80 e mais anos (grupo 3)	Total
Vc (mL)	1577,0(1257,0-1950,0) [1029-2420]	1331,0(1169,0-1633,5) [982-2484]	1365,0(1044,0-1754,5) [722-2169]	1388,0 (1183,0-1788,0) [722-2484]
FR (irpm)	34,0(29,5-41,5) [23-49]	31,0(29,0-38,0) [23-54]	29,0(26,0-34,5) [20-40]	31,0(29,0-37,0) [20-54]
VE (L. min ⁻¹)	52,5(45,2-63,3) [†] [35,6-87]	42,3(38,1-61,5) [28,4-97,4]	42,0(33,7-54,7) [17,2-71,3]	45,6(38,8-60,9) [17,2-97,4]
VO ₂ (mL.min ⁻¹)	1577,0(1400,5-1922,5) ^{*†} [1161-2374]	1283,0(1055,5-1514,5) [892-1912]	1181,0(922,5-1374,5) [578-1596]	1309,0(1088,0-1577,0) [578-2374]
VO ₂ (mL.Kg ⁻¹ .min ⁻¹)	21,8(18,9-25,6) [†] [14,2-31,4]	19,1(16,7-21,9) [15,5-24,9]	16,6(14,9-21,1) [8,3-23,3]	19,1(16,4-22,1) [8,3-31,4]
VCO ₂ (mL.min ⁻¹)	1755,0(1524,0-2203,5) ^{*†} [1423-2648]	1367,0(1121,0-1725,0) [837-2353]	1166,0(976,0-1682,0) [599-2109]	1489,0(1138,0-1831,0) [599-2648]
VE/VO ₂ (L. mL ⁻¹)	32,0(29,0-37,5) [25-43]	36,0(31,5-40,5) [28-57]	35,0(31,0-41,5) [28-57]	35,0(31,0-40,0) [25-57]
VE/VCO ₂ (L. mL ⁻¹)	31,0(26,5-32,0) [*] [23-35]	34,0(31,5-36,0) [26-41]	32,0(30,5-35,0) [23-54]	32,0(28,0-35,0) [23-54]
VCO ₂ /VO ₂	1,1(1,1-1,2) [1,0-1,4]	1,1(1,0-1,2) [0,9-1,4]	1,1(1,0-1,2) [0,9-1,5]	1,1(1,0-1,2) [0,9-1,5]
FC (bpm)	142,0(129,5-155,0) [†] [114-182]	132,0(119,5-148,0) [96-162]	130,0(109,0-138,0) [94-169]	134,0(121,0-146,0) [94-182]
VO ₂ /FC (mL.batimento cardíaco ⁻¹)	11,0(9,0-13,0) [†] [7-16]	9,0(9,0-10,0) [7-15]	9,0(7,0-11,0) [5-13]	9,0(9,0-12,0) [5-16]
FC x PAS(bpm x mmHg)	29.920,0(24.390,0-32.160,0) [†] [19.360-38.220]	26.400,0(22.280,0-29.235,0) [16.320-33.390]	23.500,0(20.695,0-26.600,0) [15.520-37.180]	26.400(22.860-29.920) [15.520-38.220]

Dados apresentados como mediana (1-3º quartil) e amplitude [mínimo-máximo]. *Diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo 2 (p<0,01). † Diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo 3 (p<0,01). Vc= Volume corrente; FR= Frequência respiratória; VE= Ventilação pulmonar; VO₂= Consumo de oxigênio; VCO₂= Produção de dióxido de carbono; VE/VO₂= Equivalente ventilatório de oxigênio; VE/VCO₂=

Equivalente ventilatório de dióxido de carbono; VCO_2/VO_2 = Razão de troca respiratória; FC= Frequência cardíaca; VO_2/FC = Pulso de oxigênio; FC x PAS= Duplo produto.

Tabela 3. Correlação entre idade e variáveis ergoespirométricas

Variáveis ergoespirométricas	Idade (Valor r)	Valor p
Vc (mL)	-0,174	0,174
FR (irpm)	-0,330	0,008
VE (L. min ⁻¹)	-0,379	0,002
VO ₂ (mL.min ⁻¹)	-0,582	<0,001
VO ₂ (mL.Kg ⁻¹ .min ⁻¹)	-0,518	<0,001
VCO ₂ (mL.min ⁻¹)	-0,549	<0,001
VE/VO ₂ (L. mL ⁻¹)	0,183	0,152
VE/VCO ₂ (L. mL ⁻¹)	0,290	0,021
VCO ₂ /VO ₂	-0,133	0,300
FC (bpm)	-0,326	0,009
VO ₂ /FC (mL.batimento cardíaco ⁻¹)	-0,424	0,001
FC x PAS (bpm x mmHg)	-0,394	0,001

Os dados representam o coeficiente de correlação de *Spearman* entre as variáveis (r). Vc= Volume corrente; FR= Frequência respiratória; VE= Ventilação pulmonar; VO₂= Consumo de oxigênio; VCO₂= Produção de dióxido de carbono; VE/VO₂= Equivalente ventilatório de oxigênio; VE/VCO₂= Equivalente ventilatório de dióxido de carbono; VCO₂/VO₂= Razão de troca respiratória; FC= Frequência cardíaca; VO₂/FC= Pulso de oxigênio; FC x PAS= Duplo produto;

Tabela 4. Equações de referência para VO₂ pico (mL.Kg⁻¹.min⁻¹) em idosos

Equações	R²	Erro Padrão da Estimativa	LIN
Homens			
1. VO ₂ = 56,896 – [0,396 x Idade (anos)]-[0,380 x IMC (Kg/m ²)] + [0,410 x TI (minutos)]	0,414	8,390	4,6351
2. VO ₂ = 59,607 – [0,352 x Idade (anos)] –[0,449 x IMC (Kg/m ²)]	0,368	8,578	4,9009
Mulheres			
3. VO ₂ = 44,954 – [0,394 x Idade (anos)] – [0,178 x IMC (Kg/m ²)] + [0,741 x TI (minutos)]	0,695	5,583	3,3256
4. VO ₂ = 54,310 – [0,374 x Idade (anos)] – [0,309 x IMC (Kg/m ²)]	0,544	6,142	4,1384

Para cálculo do Limite Inferior de Normalidade (LIN): subtrair do valor predito por cada equação, o valor apresentado na 4^a coluna.

VO₂= Consumo de oxigênio; IMC=Índice de Massa Corporal. TI: tempo de teste incremental. R²= Coeficiente de determinação. LIN: Limite inferior de normalidade

Capítulo 5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

O envelhecimento está associado ao declínio da capacidade funcional do sistema cardiopulmonar, que pode ser parcialmente explicado pelas mudanças no nível de atividade física realizado. A independência do idoso na comunidade está relacionada à manutenção de uma capacidade aeróbica e força muscular suficientes para realizar as atividades diárias. A manutenção da independência nesta parcela crescente da população é um importante desafio como forma de reduzir o grande impacto nos sistemas de saúde e previdenciário.

O presente estudo demonstrou uma queda significativa da capacidade cardiorrespiratória com o avançar da idade, que influenciou fortemente o sistema metabólico (representado pelas variáveis VO_2 e VCO_2) que se relaciona aos hábitos de vida mais ativos. No caso do idoso, são inegáveis os benefícios que a prática de atividade física regular proporciona para a sua saúde, principalmente na redução do declínio da capacidade funcional, promovendo um aumento da aptidão aeróbica. Desta forma, a realização de exercícios supervisionados poderia minimizar e controlar os problemas relacionados ao sedentarismo e ao declínio funcional nessa população, retardando o aparecimento de graus avançados de fragilidade, o surgimento ou agravamento de doenças, e desta forma contribuindo para um envelhecimento saudável.

A confirmação do instrumento Perfil de Atividade Humana (PAH) como útil na avaliação do nível de atividade física de idosos, reforça a possibilidade de sua utilização como método de seleção de voluntários a pesquisa ou mesmo para homogeneizar os grupos de atividade física em programas de condicionamento. No entanto, vale

ressaltar a necessidade de se verificar se realmente o idoso consegue realizar as atividades conforme o seu relato, o que aumentaria a fidedignidade da avaliação.

A formulação de equações preditivas para o VO_2 específicas para os idosos, como as propostas neste estudo, pode auxiliar a prática clínica nos programas de prevenção e reabilitação direcionados para a manutenção e melhora da capacidade funcional. Embora neste estudo tenham sido avaliados idosos ativos da comunidade, é importante ressaltar que este seria o referencial desejável para a manutenção da independência e neste sentido as equações propostas poderiam constituir metas a serem atingidas nos programas de condicionamento. Sendo possível a realização de um teste de esforço em esteira, conforme o protocolo aqui apresentado deve-se utilizar as equações que consideram o tempo de teste. Do contrário, as outras equações podem auxiliar na estimativa de um valor esperado, mesmo quando se aplicam outros testes, como o de caminhada, por exemplo. Neste caso é importante considerar os limites inferiores para que não ocorra superestimação dos valores esperados. Futuros estudos poderão contribuir para identificar pontos de corte de VO_2 , a partir dos quais o idoso pode se tornar pré-frágil ou frágil.

Recomendam-se ainda estudos futuros que investiguem sob qual dos três sistemas (pulmonar, cardíaco e metabólico), avaliados pelo teste de esforço cardiopulmonar, o processo de envelhecimento exerce maior influência, a fim de direcionar melhor os programas de recondicionamento.

Finalmente, estudos adicionais longitudinais são necessários para possibilitar a generalização para população idosa brasileira e para introduzir a equação na rotina clínica de avaliação de pacientes geriátricos.

APÊNDICES

1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

2- Ficha de Avaliação

APÊNDICE 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) senhor (a) e/ou responsável:

Obrigada pelo seu interesse em participar do estudo: **“Associação entre os parâmetros cardiorrespiratórios e metabólicos avaliados pela ergoespirometria e as características clínicas e funcionais de idosos fragilizados”**.

Esta é uma pesquisa de grande importância para a população de idosos, porque tem como objetivo avaliar a capacidade de realizar atividade física em um teste de exercício realizado em laboratório, a velocidade de caminhar e a quantidade de atividades físicas que são desenvolvidas no dia a dia. Estas medidas podem ajudar a identificar o estado de saúde e a possibilidade de ter problemas de saúde que são comuns em idosos. Este estudo vai contribuir para a melhor utilização dos métodos de avaliação e para as orientações e programas que evitem o aparecimento antecipado destes problemas.

Responsáveis:

Profa. Dra. Raquel Rodrigues Britto do Departamento de Fisioterapia / Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Camila Camargos Zampa, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação pela UFMG.

Como será sua participação:

O (a) sr. (a) deverá comparecer uma única vez ao Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG que fica no Campus da Universidade na Pampulha. O (a) sr. (a) será avaliado e para isto deverá ficar no laboratório em torno de 1 hora. Inicialmente serão feitas algumas perguntas sobre o seu estado de saúde e será medido seu peso e altura em uma balança. Depois, o (a) sr. (a) realizará um teste de exercício numa esteira e neste teste o (a) sr. (a) precisará com o tempo caminhar cada vez mais rápido, respeitando seu limite. Durante o teste, o (a) sr. (a) ficará com uma máscara no rosto, que apesar de causar um pequeno desconforto, vai permitir a respiração normal. Sua frequência cardíaca, pressão arterial e nível de cansaço serão observados constantemente. Todos os métodos de medida não provocam dor e somente serão realizados se o (a) sr. (a) estiver se sentindo bem. Todo o material utilizado é descartável ou esterilizado.

Possíveis riscos e desconforto:

Poderá ocorrer durante o teste uma respiração mais rápida, sensação de falta de ar ou cansaço nas pernas e o coração baterá mais rápido. Estas alterações são normais durante o exercício. O teste será imediatamente interrompido ao seu pedido ou diante de qualquer sinal e sintoma diferente do normal, sendo tomada às providências necessárias. Haverá um médico e uma técnica de enfermagem presente durante todo o teste para sua maior segurança. Caso necessário, será contatada unidade de urgência conforme cobertura do (a) sr (a), e se o (a) sr (a) não tiver, os pesquisadores se responsabilizarão pelos gastos.

Benefícios esperados:

O (a) sr. (a) receberá um relatório com os resultados do teste, tendo desta forma conhecimento de sua capacidade de realizar exercícios. A partir deste teste o (a) sr. (a) receberá orientações sobre como fazer exercícios com segurança e respeitando os seus limites. Os resultados poderão ser utilizados para sua orientação e a de outros profissionais, servindo como referência para o desenvolvimento de outros estudos e para auxiliar na determinação da melhor conduta reabilitadora em idosos.

Forma de acompanhamento e assistência:

Os testes serão realizados pela mestrande Camila Camargos Zampa e por um médico cardiologista com treinamento em atendimento de urgência no Laboratório de Avaliação e Pesquisa em Desempenho Cardiorrespiratório. Assistência médica estará disponível no caso de qualquer intercorrência.

Garantia de esclarecimento

O (a) sr. (a) tem o direito de receber informações acerca da pesquisa e dos procedimentos que serão realizados em qualquer momento da pesquisa.

Garantia de sigilo

Seu nome será mantido em anonimato. Sua identidade não será revelada em nenhum momento. Os dados obtidos serão confidenciais e serão utilizados apenas para fins científicos.

Direito de recusa

A sua participação é livre e o (a) sr. (a) poderá se recusar a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalização ou prejuízo.

Ressarcimento e indenização

Não haverá nenhum gasto financeiro e nem será paga nenhuma quantia. O (a) sr. (a) será indenizado se houver algum dano decorrente da pesquisa. Gastos com transporte serão pagos.

Em caso de dúvidas o (a) sr. (a) poderá entrar em contato com qualquer um dos pesquisadores nos telefones abaixo.

Diante destas informações, se for de sua vontade participar deste estudo, favor preencher o consentimento abaixo:

Consentimento: Declaro que li e entendi as informações contidas acima e que todas as dúvidas foram esclarecidas.

Desta forma, eu _____
concordo em participar dessa pesquisa.

Belo Horizonte, _____ de _____ de 200__

Assinatura do participante ou responsável (se caso)

Assinatura do pesquisador

Telefones e endereços para contato:

- Professora Raquel Rodrigues Britto

Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha. Belo Horizonte. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. **Telefone:** 3409 – 4783 ou 3409-4793

- Camila Camargos Zampa

Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha. Belo Horizonte. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. **Telefone:** 3481-0898 / 9235-9137

- Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (COEP)

Endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II – 2º andar. Campus Pampulha. Belo Horizonte. **Telefone:** 3409-4592

APÊNDICE 2 – Ficha de Avaliação

Data da Avaliação: _____ / _____ / _____

Nome: _____

Endereço: _____

Telefone: _____ Celular: _____

Sexo: () Feminino () Masculino

Raça: () Branca () Pardo () Negro () Amarelo

Data de Nascimento: _____ / _____ / _____ Idade: _____ anos

Profissão (atual/anterior): _____

Estado Civil: () Viúvo () Divorciado () Casado () União estável () Solteiro () Outro

Escolaridade: () freqüentou escola – anos de estudo: _____

() Sabe ler, mas não freqüentou a escola

() Assina o próprio nome

() Não assina o próprio nome

Médico (cardiologista/clínico/geriatra) Nome/telefone: _____

Co-morbidades

Cardíacas	() Hipertensão	() Insuficiência Cardíaca
	() Infarto	() Arritmias
	() Sopro	() Outras _____
Respiratórias	() Pneumonia	() Enfisema
	() Bronquite	() TBC
	() Asma	() Outras _____
Neurológicas	() AVC	() Doenças Neuromusculares
	() Parkinson	() Outras _____
Ortopédicas	() Artrite	() Outras _____
	() Osteoartrose	
Sistêmica (com possível envolvimento respiratório) – Gota, Lupus...	() Não	() Sim Qual _____
Outras	() Diabetes Mellitus	() Osteoporose
	() Dislipidemia	() Déficit Visual
	() Depressão	() Déficit Auditivo

Sintomas

Cardíacos Dispnéia

() Pequenos esforços (tomar banho, vestir-se)

() Médios esforços (caminhar no plano)

() Grandes esforços (subir ladeira ou andar)

Dor precordial

 repousoEsforço: pequeno médio grande

Localização: _____

Intensidade: _____

Duração: _____

Fator desencadeante: _____

Fator que traz alívio: _____

Apresenta irradiação: _____

Fatores associados (sudorese, palidez, etc): _____

 Síncope Pré-síncope Claudicação de MMII Quantos metros: _____

Outros sintomas cardíacos (inchaço nos pés, cansaço, tontura...): _____

Respiratórios Chieira Freqüência dos sintomas: _____ Tosse Duração dos sintomas: _____ SecreçãoNeurológicos Tonteira Outros _____ DesequilíbrioOrtopédicos Dor articular MMII Incapacidade de deambulação sem assistência Outros _____

Medicamentos em Uso _____

Tabagismo/ Não-tabagista Tabagista Ex-tabagista Anos _____
Maço _____Etilismo Não-etilista Etilista Ex-etilista Vezes/sem _____
 Etilista social Copos _____Prática de Exercício Regular Não Sim Tipo: _____
(últimas semanas) Duração: _____ minutos/sema
Freqüência: _____ vezes/semana
Tempo: _____

Cirurgias realizadas: _____

(tórax, pulmão, coração) _____

Doenças ocupacionais _____

(trabalhou em mina, ambiente _____

com poeira por 1 ano)

Dados Vitais PA: _____ x _____ mmHg FC: _____ bpm

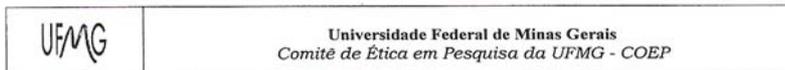
fr: _____ rpm SpO₂: _____
Massa Corporal: _____ Kg Estatura: _____ m IMC: _____

ANEXOS

1 – Aprovação do estudo pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG

2 - Perfil de Atividade Humana

3 – Critérios utilizados para definir fragilidade (Fried *et al.* 2001)

ANEXO 1 - Aprovação do estudo pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG**Parecer nº. ETIC 291/07**

Interessado(a): Profa. Raquel Rodrigues Brito
Departamento de Fisioterapia
EEFFTO -UFMG

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 02 de agosto de 2007, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado **"Associação entre os parâmetros cardiorrespiratórios e metabólicos avaliados pela ergoespirometria e as características clínicas e funcionais de idosos fragilizados"** bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.


Profa. Dra. Maria Elena de Lima Perez Garcia
Coordenadora do COEP-UFMG

ANEXO 2 - Perfil de Atividade Humana

Este folheto contém itens que descrevem atividades comuns que as pessoas realizam em suas vidas diárias. Para cada questão, responda “**ainda faço a atividade**” se você consegue realizar tal atividade sozinho quando precisa ou quando tem oportunidade. Indique “**parei de fazer**” a atividade se você conseguia realizá-la no passado, mas, provavelmente, não consegue realizá-la hoje, mesmo se tivesse oportunidade. Finalmente, responda “**nunca fiz**” se você, por qualquer motivo, nunca realizou tal atividade.

ATIVIDADES	Ainda faço	Parei de fazer	Nunca fiz
1. Levantar e sentar em cadeiras ou cama (sem ajuda)			
2. Ouvir rádio			
3. Ler livros, revistas ou jornais			
4. Escrever cartas ou bilhetes			
5. Trabalhar numa mesa ou escrivaninha			
6. Ficar de pé por mais que um minuto			
7. Ficar de pé por mais que cinco minutos			
8. Vestir e tirar roupa sem ajuda			
9. Tirar roupas de gavetas ou armários			
10. Entrar e sair do carro sem ajuda			
11. Jantar num restaurante			
12. Jogar baralho ou qualquer jogo de mesa			
13. Tomar banho de banheira sem ajuda			
14. Calçar sapatos e meias sem parar para descansar			
15. Ir ao cinema, teatro ou a eventos religiosos ou esportivos			
16. Caminhar 27 metros (um minuto)			
17. Caminhar 27 metros sem parar (um minuto)			
18. Vestir e tirar a roupa sem parar para descansar			
19. Utilizar transporte público ou dirigir por 1 hora e meia (158 quilômetros ou menos)			
20. Utilizar transporte público ou dirigir por ± 2 horas (160 quilômetros ou mais)			
21. Cozinhar suas próprias refeições			
22. Lavar ou secar vasilhas			
23. Guardar mantimentos em armários			
24. Passar ou dobrar roupas			
25. Tirar poeira, lustrar móveis ou polir o carro			
26. Tomar banho de chuveiro			
27. Subir seis degraus			
28. Subir seis degraus sem parar			
29. Subir nove degraus			

30. Subir 12 degraus			
31. Caminhar metade de um quarto no plano			
32. Caminhar metade de um quarto no plano sem parar			
33. Arrumar a cama (sem trocar os lençóis)			
34. Limpar janelas			
35. Ajoelhar ou agachar para fazer trabalhos leves			
36. Carregar uma sacola leve de mantimentos			
37. Subir nove degraus sem parar			
38. Subir 12 degraus sem parar			
39. Caminhar metade de um quarto numa ladeira			
40. Caminhar metade de um quarto numa ladeira, sem parar			
41. Fazer compras sozinho			
42. Lavar roupas sem ajuda (pode ser com máquina)			
43. Caminhar um quarto no plano			
44. Caminhar 2 quartos no plano			
45. Caminhar um quarto no plano, sem parar			
46. Caminhar dois quartos no plano, sem parar			
47. Esfregar o chão, paredes ou lavar carros			
48. Arrumar a cama trocando lençóis			
49. Varrer o chão			
50. Varrer o chão por cinco minutos, sem parar			
51. Carregar uma mala pesada ou jogar uma partida de boliche			
52. Aspirar o pó de carpetes			
53. Aspirar o pó de carpetes por cinco minutos, sem parar			
54. Pintar o interior ou o exterior da casa			
55. Caminhar seis quartos no plano			
56. Caminhar seis quartos no plano, sem parar			
57. Colocar o lixo para fora			
58. Carregar uma sacola pesada de mantimentos			
59. Subir 24 degraus			
60. Subir 36 degraus			
61. Subir 24 degraus, sem parar			
62. Subir 36 degraus, sem parar			
63. Caminhar 1,6 quilômetro (± 20 minutos)			
64. Caminhar 1,6 quilômetro (± 20 minutos), sem parar			
65. Correr 100 metros ou jogar peteca, "voley", "baseball"			
66. Dançar socialmente			

67. Fazer exercícios calistênicos ou dança aeróbia por cinco minutos, sem parar			
68. Cortar grama com cortadeira elétrica			
69. Caminhar 3,2 quilômetros (±40 minutos)			
70. Caminhar 3,2 quilômetros sem parar (±40 minutos)			
71. Subir 50 degraus (2 andares e meio)			
72. Usar ou cavar com a pá			
73. Usar ou cavar com a pá por 5 minutos, sem parar			
74. Subir 50 degraus (2 andares e meio), sem parar			
75. Caminhar 4,8 quilômetros (±1 hora) ou jogar 18 buracos de golfe			
76. Caminhar 4,8 quilômetros (± 1 hora), sem parar			
77. Nadar 25 metros			
78. Nadar 25 metros, sem parar			
79. Pedalar 1,6 quilômetro de bicicleta (2 quarteirões)			
80. Pedalar 3,2 quilômetros de bicicleta (4 quarteirões)			
81. Pedalar 1,6 quilômetro, sem parar			
82. Pedalar 3,2 quilômetros, sem parar			
83. Correr 400 metros (meio quarteirão)			
84. Correr 800 metros (um quarteirão)			
85. Jogar tênis/frescobol ou peteca			
86. Jogar uma partida de basquete ou de futebol			
87. Correr 400 metros, sem parar			
88. Correr 800 metros, sem parar			
89. Correr 1,6 quilômetro (2 quarteirões)			
90. Correr 3,2 quilômetros (4 quarteirões)			
91. Correr 4,8 quilômetros (6 quarteirões)			
92. Correr 1,6 quilômetro em 12 minutos ou menos			
93. Correr 3,2 quilômetros em 20 minutos ou menos			
94. Correr 4,8 quilômetros em 30 minutos ou menos			

- EMA (Escore Máximo de Atividade): Numeração da atividade com a mais alta demanda de O₂ que o indivíduo ainda faz, não sendo necessário cálculo matemático.
- EEA (Escore Ajustado de Atividade): EMA – n° de itens que o indivíduo parou de fazer anteriores ao último que ele ainda faz.

Classificação	EAA
Debilitado (inativo)	< 53
Moderadamente ativo	53 – 74
Ativo	> 74

ANEXO 3 - Critérios utilizados para definir Fragilidade - Fried et al. (2001)

Data da Avaliação: ____/____/____

Nome: _____ Número: _____

Massa Corporal: ____ Kg Estatura: ____ m IMC: _____

Classificação: ____ critérios () Não-frágil () Pré-frágil () Frágil

1. Perda de Peso:

- () Perda não-intencional de 4,5 kg ou mais no ano anterior (exceto por dieta e exercício)
 () Perda não-intencional de peso igual ou maior que 5% no ano anterior ($K \geq 5\%$)

$$K = \frac{\text{Peso no ano anterior} - \text{peso atual}}{\text{Peso no ano anterior}} = \frac{\quad - \quad}{\quad} = \boxed{\quad} \%$$

2. Exaustão: (auto-relato de fadiga na semana anterior)

Com qual frequência você se sentiu desse modo na semana anterior?

- | | |
|--|--|
| () Senti que tive que fazer esforços para fazer tarefas habituais | () Nunca ou raramente (0) – (< 1 dia) |
| | () Poucas vezes (1) – (1-2 dias) |
| | () Na maioria das vezes (2) – (3-4 dias) |
| | () Sempre (3) |
| () Não consegui levar adiante minhas coisas | () Nunca ou raramente (0) – (< 1 dia) |
| | () Poucas vezes (1) – (1-2 dias) |
| | () Na maioria das vezes (2) – (3-4 dias) |
| | () Sempre (3) |

3. Força de Preensão Manual = _____

- | | | |
|--------------|---------------|--------|
| () Homens | IMC ≤ 24 | ≤ 29 |
| | IMC = 24,1-26 | ≤ 30 |
| | IMC = 26,1-28 | ≤ 30 |
| | IMC > 28 | ≤ 32 |
| () Mulheres | IMC ≤ 23 | ≤ 17 |
| | IMC = 23,1-26 | ≤ 17,3 |
| | IMC = 26,1-29 | ≤ 18 |
| | IMC > 29 | ≤ 21 |

4. Nível de Atividade Física (Minnesota Leisure Time Activities Questionnaire)

- () Homens Kcal/semana < 383
 () Mulheres Kcal/semana < 270

5. Tempo de Caminhada (tempo de caminhada para percurso de 4,6 m) = ____ segundos

() Homens	Estatura \leq 173 cm	\geq 7 segundos
	Estatura $>$ 173 cm	\geq 6 segundos
() Mulheres	Estatura \leq 159	\geq 7 segundos
	Estatura $>$ 159 cm	\geq 6 segundos

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](#)