



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro de Educação e Humanidades

Instituto de Educação Física e Desportos

Henrique de Castro e Silva

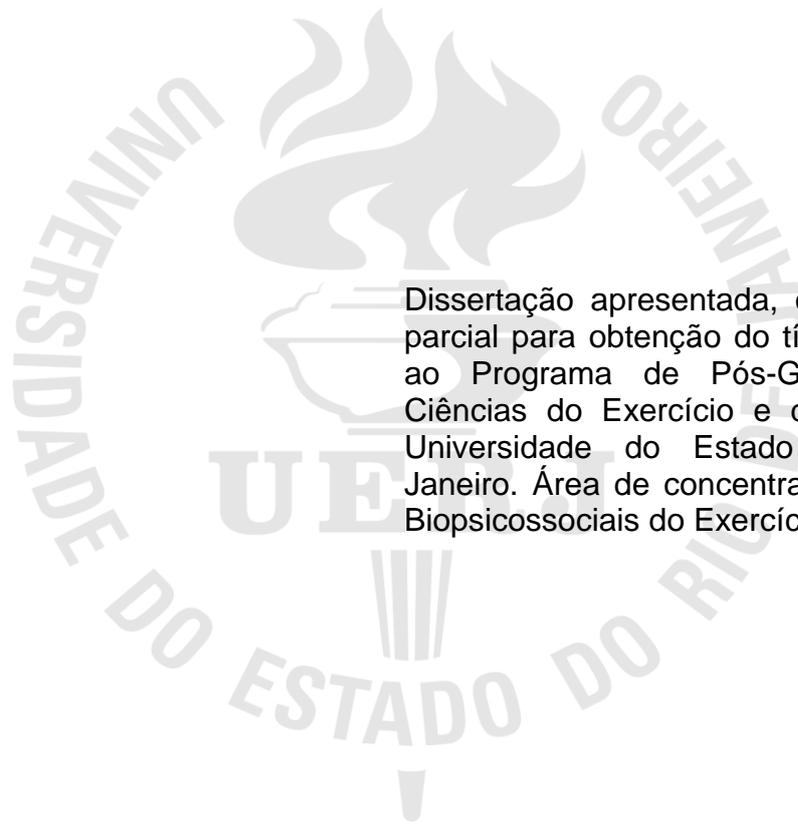
**Validade cruzada de equações de predição da aptidão  
cardiorrespiratória sem testes de exercício em idosos**

Rio de Janeiro

2015

Henrique de Castro e Silva

**Validade cruzada de equações de predição da aptidão cardiorrespiratória sem testes de exercício em idosos**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Exercício Físico

Orientador: Prof. Dr. Geraldo de Albuquerque Maranhão Neto

Rio de Janeiro

2015

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CEH/B

S586 Silva, Henrique de Castro e.  
Validade cruzada de equações de predição da aptidão  
cardiorrespiratória sem testes de exercício em idosos / Henrique  
de Castro e Silva – 2015.  
33 f. : il.

Orientador: Geraldo de Albuquerque Maranhão Neto.  
Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do Rio de  
Janeiro, Instituto de Educação Física e Desportos.

1. Aptidão física em idosos - Aspectos fisiológicos – Teses. 2.  
Sistema cardiovascular – Avaliação – Teses. 3. Sistema  
cardiopulmonar – Avaliação – Teses. 4. Teste de função  
respiratória – Avaliação – Teses. 5. Teste de função cardíaca –  
Avaliação – Teses. I. Maranhão Neto, Geraldo de Albuquerque II.  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Educação  
Física e Desportos. III. Título.

CDU 796:[616.12+616.24]

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial  
desta dissertação desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Henrique de Castro e Silva

**Validade cruzada de equações de predição da aptidão cardiorrespiratória sem testes de exercício em idosos**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Exercício Físico.

Aprovada em 10 de agosto de 2015.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Geraldo de Albuquerque Maranhão Neto (Orientador)  
Universidade Salgado de Oliveira

---

Prof. Dr. Carlos Henrique de Vasconcelos Ribeiro  
Fundação de Apoio à Escola Técnica

---

Prof. Dr. Aldair José de Oliveira  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Rio de Janeiro  
2015

## RESUMO

SILVA, Henrique de Castro e. *Validade cruzada de equações de predição da aptidão cardiorrespiratória sem testes de exercício em idosos*. 2015. 33 f. Dissertação (Mestrado em Aspectos Biopsicossociais do Exercício Físico) - Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

O condicionamento cardiorrespiratório pode ser caracterizado como sendo um dos componentes da aptidão cardiorrespiratória, estando diretamente associado aos níveis de saúde e qualidade de vida. Existem formas diversas para se avaliar os níveis de condicionamento cardiorrespiratório durante a realização de exercícios, tanto de forma direta como indireta. Foi realizado um estudo do tipo transversal contando com idosos voluntários acima dos 60 anos, admitidos entre março de 2005 e abril de 2008, todos participantes do Projeto “Idosos em Movimento Mantendo a Autonomia” (IMMA), coordenado pelo “Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde” (LABSAU) do Instituto de Educação Física e Desportos da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (IEFD-UERJ) e implementado em parceria com a Universidade Aberta da Terceira Idade (UnATI-UERJ) com o objetivo de realizar a validação cruzada de equações para estimativa da ACR sem exercícios em amostra de idosos brasileiros. Portanto, esta pesquisa identificou evidências para se estimar a aptidão cardiorrespiratória através de um método sem exercícios apresentando baixo custo e risco a saúde dos idosos, desta forma, não necessitando a utilização de locais específicos e com equipamentos como bicicletas e esteiras ergométricas e também não havendo a necessidade de profissionais especializados na aplicação dos referidos testes.

Palavras-chave: Aptidão cardiorrespiratória. Validade cruzada e Idosos.

## ABSTRACT

SILVA, Henrique de Castro e. *Prediction validity of Equation Crusade Cardiorespiratory fitness without exercise testing in elderly*. 2015. 33 f. Dissertação (Mestrado em Aspectos Biopsicossociais do Exercício Físico) - Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

The cardiorespiratory fitness can be characterized as one of the components of cardiorespiratory fitness, being directly associated with levels of health and quality of life. There are several ways to assess cardiorespiratory fitness levels while performing exercises, ing directly and indirectly. A study of cross-sectional counting up elderly volunteers 60 years, admitted between March 2005 and April 2008, all participants of the project "Elderly in Movement Keeping Autonomy" (IMMA), coordinated by the "Physical Activity was conducted and Health Promotion "(LABSAU) of the Institute of Physical Education and Sports of Rio de Janeiro State University (EDFI-UERJ) and implemented in partnership with the Open University of the Third Age (UnATI-UERJ) in order to perform validation cross equations to estimate the ACR without exercise in Brazilian elderly sample. Therefore, this research identified evidence to estimate cardiorespiratory fitness through a workout without method presenting low cost and risk to the health of the elderly, thus not requiring the use of specific locations and equipment such as bikes and treadmills and also there is no the need for skilled professionals in the application of those tests.

Keywords: Cardiorespiratory fitness. Validity Crusade and elderly.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 –	Vantagens e desvantagens dos protocolos máximos e submáximos .....	13
Tabela 1 –	Equações de estimativa da Aptidão Cardiorrespiratória sem a realização de exercícios .....	20
Tabela 2 –	Características da amostra .....	24
Tabela 3 –	Aplicação das Equações na Amostra Estudada .....	25
Tabela 4 –	Equações geradas incluindo as variáveis dos estudos originais .....	26

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	7
1	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	10
1.1	<b>Aptidão Cardiorrespiratória</b> .....	10
1.2	<b>Importância de mensurar o consumo máximo de oxigênio</b> .....	11
1.3	<b>As diferentes estratégias de avaliação da ACR</b> .....	12
1.4	<b>Características do idoso</b> .....	17
2	<b>METODOLOGIA</b> .....	19
2.1	<b>Critérios de exclusão</b> .....	19
3	<b>RESULTADOS</b> .....	24
4	<b>DISCUSSÃO</b> .....	27
	<b>CONCLUSÃO</b> .....	29
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	30

## INTRODUÇÃO

Com o envelhecimento, as condições físicas tendem a decair e atributos fisiológicos como força, resistência muscular, flexibilidade e aptidão cardiorrespiratória (ACR) apresentam evidente declínio<sup>1</sup>. No caso da ACR, que reflete a capacidade dos sistemas circulatório e respiratório em suprir oxigênio à musculatura esquelética durante a realização de atividades físicas contínuas de média à alta intensidade<sup>2</sup>, destaque deve ser dado, devido à grande quantidade de estudos que associam baixos níveis desse atributo com indicadores de morbimortalidade.

O risco de óbito ou de doenças associadas à redução da capacidade dos sistemas circulatório e respiratório é refletido em estudos sobre hipertensão arterial sistêmica (HAS), acidente vascular encefálico (AVE), doença arterial coronariana (DAC) e alguns tipos de câncer. Com isso, conhecer o nível da ACR de um indivíduo se torna algo de extrema importância<sup>3</sup>.

Na literatura são encontradas diferentes estratégias para avaliação da ACR. Talvez a de maior precisão para indicar objetivamente o ACR seja a que envolve testes progressivos de esforço máximo com a medida direta do consumo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ )<sup>4</sup>. Essa forma de mensuração é tida como o “padrão-ouro”, pois é a maneira mais precisa de identificarmos a quantidade de oxigênio que é captada por um indivíduo, tanto em termos absolutos (litros por minuto) ou relativos (milímetros por quilograma por minuto). Todavia, em grandes populações esse método passa a não ser tão indicado, pois apresenta custos elevados para a execução, além da necessidade de uma equipe especializada para executar e dar suporte ao indivíduo que faz o teste.

O  $VO_{2máx}$ , também pode ser estimado por testes indiretos que normalmente usam testes ergométricos concomitantemente com algumas variáveis (frequência cardíaca, idade, sexo). Apesar dos testes indiretos possuírem menor precisão que os testes diretos, eles demandam um menor custo para a sua realização. Porém, cabe ressaltar algumas limitações importantes no método indireto como, por exemplo, considerar que a FC máxima estimada é igual para indivíduos de mesma

idade ou ainda que a eficiência de movimento de todas as pessoas que participam do teste é o mesmo<sup>5</sup>.

Seja avaliada direta ou indiretamente, a mensuração da ACR através de testes de exercícios costuma ser bastante limitada principalmente de acordo com o envelhecimento. Segundo a Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) o envelhecimento pode ser entendido como “um processo sequencial, individual, acumulativo, irreversível, universal, não patológico, de deterioração de um organismo maduro, próprio a todos os membros de uma espécie, de maneira que o tempo o torne menos capaz de fazer frente ao estresse do meio-ambiente e, portanto, aumente sua possibilidade de morte”<sup>6</sup>.

Após os 50 anos de idade é normal o indivíduo aumentar de peso por causa do aumento do tecido adiposo, tendo também uma diminuição da massa muscular e óssea. Aumentando também a gordura abdominal e com isso elevando o risco de doenças metabólicas e sarcopenia<sup>14</sup>.

Outra característica marcante são as alterações estruturais cardíacas, pois com o tempo ocorre um aumento na espessura das paredes do ventrículo esquerdo, depósito de colágeno e enrijecimento da aorta<sup>15</sup>. Dentre as alterações fisiológicas ocasionadas pelo processo de envelhecimento, as alterações ocorridas no sistema cardiovascular parecem ser as mais importantes clinicamente. A literatura tem apresentado em alguns estudos uma diminuição no  $VO_{2máx}$  entre 5 a 10% por década em indivíduos sedentários.

A avaliação da ACR é um indicador fisiológico muito importante da capacidade funcional de idosos, porém o risco de quedas durante a execução dos testes e até mesmo lesões nessa população é consideravelmente maior<sup>7</sup>. Outros fatores que dificultam a realização dos testes podem ser a falta de motivação por motivos diversos, sendo a depressão um desses fatores, ou mesmo idosos que estejam impossibilitados de realizar os testes por algum comprometimento da capacidade funcional como por exemplo dificuldade de deambulação<sup>7</sup>.

Com isso, uma interessante alternativa para avaliar a ACR, principalmente em idosos, seria através de estimativas sem a realização de exercícios. Esse método é desenvolvido com a aplicação de equações de regressão múltipla contendo

informações das características físicas e hábitos de vida relacionados à ACR. Quando comparadas aos testes máximos, seus resultados apresentam resultados menos precisos, porém, quando comparados aos testes submáximos, apresentam um poder de estimativa muito similar e com maior aplicabilidade em grupos amostrais mais numerosos. Trata-se de um método bastante acessível não apenas por apresentar baixo custo, mas também menor risco para essa população como por exemplo quedas, e lesões osteomioarticulares<sup>10-12</sup>.

Apesar de existirem várias equações sem exercício na literatura, nenhuma delas parece ter sido testada em amostras de idosos brasileiros. Seria, portanto, de extrema importância verificar a capacidade de generalização dessas equações. Uma das técnicas mais utilizadas pela literatura é a validação cruzada, que permite identificar se a estrutura mencionada se repete quando investigada em uma segunda amostra. A validação cruzada é uma técnica para avaliar a capacidade de generalização de um modelo, a partir de um conjunto de dados. A validação cruzada é muito utilizada quando se pretende prever um determinado modelo.

O objetivo do presente estudo é realizar a validação cruzada de equações para estimativa da ACR sem exercícios em amostra de idosos brasileiros.

## 1 REVISÃO DE LITERATURA:

### 1.1 Aptidão Cardiorrespiratória

O condicionamento cardiorrespiratório pode ser caracterizado como sendo um dos componentes da aptidão cardiorrespiratória, estando diretamente associado aos níveis de saúde e qualidade de vida<sup>13</sup>.

A aptidão cardiorrespiratória pode ser definida como a capacidade de o indivíduo manter-se por um período de tempo prolongado em atividades físicas que envolvam grandes grupos musculares, a ponto de o sistema cardiovascular e respiratório ajustarem-se às demandas energéticas, desta forma, o  $VO_{2m\acute{a}x}$  se relaciona com a aptidão cardiorrespiratória e representa a capacidade máxima do organismo em captar, transportar e utilizar o oxigênio no organismo durante o exercício físico<sup>24</sup>.

O  $VO_{2m\acute{a}x}$  pode variar conforme a influência de algumas variáveis como o sexo, idade, tipo de exercício realizado, nível de atividade física, dimensões e composição corporal<sup>24</sup>. Existe uma relação direta entre a ACR e a capacidade individual de suportar as atividades de resistência como por exemplo correr, pedalar e nadar com intensidades compreendidas entre 40% a 85% do valor máximo durante um período prolongado de tempo. É importante conhecer a ACR do indivíduo para com isto poder desenvolver estratégias para melhorar a performance ou mesmo prevenir de doenças.

O teste direto permite classificar a condição do indivíduo na realização de determinada atividade física mas também para quantificar o efeito do treinamento aplicado por determinado período de tempo. Cabe ressaltar que o  $VO_{2\ m\acute{a}x}$  não é o único fator determinante da ACR, existem outros fatores como as enzimas que participam do processo oxidativo, capilarização, tipos de fibras musculares e número de mitocôndrias que também contribuem para aumentar o consumo de oxigênio.

Uma das maneiras para se avaliar a capacidade cardiorrespiratória é através da mensuração do consumo máximo de oxigênio ou  $VO_{2\text{ Máx}}$  do indivíduo, que pode ser determinado através de testes laboratoriais em testes de campo de esforço máximo, de forma direta e indireta.

## 1.2 Importância de mensurar o consumo máximo de oxigênio

O  $VO_{2\text{ máx}}$  é o maior volume de oxigênio que os alvéolos podem absorver e em seguida, transportá-los ao corpo durante atividade física máxima em um minuto onde se pode utilizar diferentes equipamentos para aplicar o referido teste. Sabendo que a diferença átrio-ventricular & oxigênio apresentam limites estreitos de variação, pode-se considerar que o  $VO_{2\text{ máx}}$  como uma correlação linear com o débito cardíaco. Baseado nesta relação, diversas fórmulas foram elaboradas com a intenção de efetuar o cálculo do débito cardíaco em exercício.

Durante atividade física intensa o consumo de  $O_2$  de um indivíduo sedentário gira em torno de 20 a 26 litros por minuto e um indivíduo bem condicionado apresenta valores bem maiores (30 a 40 l/min). Logo, verifica-se a relação direta do consumo máximo de oxigênio com o débito cardíaco e portanto, alterando também a potência aeróbica. Sendo assim, alterações percebidas no débito cardíaco serão também percebidas nos valores do  $VO_{2\text{ máx}}$ .

Quando é realizado o método direto, alguns outros resultados também relacionados à aptidão cardiorrespiratória também são verificados como é o caso dos níveis pressóricos durante o exercício. Uma resposta considerada normal quando um indivíduo é submetido ao exercício é a elevação progressiva do componente sistólico, proporcional a cada de trabalho e pode ser encontrado até limites máximos de 22- a 230 mmHg<sup>18</sup>.

Esta captação máxima de oxigênio é expressa através do débito cardíaco máximo (litros de sangue por minuto) e a diferença artiovenosa de oxigênio (ml/O<sub>2</sub> por litro de sangue). Quando se identifica uma variação entre  $VO_{2\text{ máx}}$  em grandes

populações e por conseguinte os níveis de ACR, será percebido também a uma diferença no débito cardíaco máximo, logo, o  $VO_2$  máx está diretamente relacionado com a capacidade funcional do coração deste indivíduo<sup>29</sup>.

O  $VO_2$  máx é expresso em litros de oxigênio por minuto (l/m) de forma absoluta, e em mililitros de oxigênio por quilograma por minuto (ml/kg/min) de forma relativa. O  $VO_2$  máx é medido através da esporometria de circuito aberto e neste procedimento o avaliado respira por meio de uma válvula de baixa resistência com o nariz fechado. Durante o procedimento são medidas a ventilação e as frações expiradas de oxigênio ( $O_2$ ) e dióxido de carbono ( $CO_2$ ).

A aplicação e interpretação dos resultados são de responsabilidade de profissionais especializados neste tipo de procedimento e por ser um método bastante oneroso, a mensuração direta do consumo de oxigênio fica quase que limitada a especificidade do mesmo sendo então realizada normalmente em hospitais e laboratórios<sup>29</sup>.

A ACR têm relação direta com a realização de exercícios dinâmicos e de intensidade moderada a alta com grandes grupamentos musculares por períodos prolongados de tempo. A execução de exercícios desta natureza, portanto, dependem do estado funcional dos sistemas respiratório, cardiovascular e musculoesquelético. A aptidão cardiorrespiratória se relaciona com a saúde, pois indivíduos que apresentam baixos níveis de ACR se associam a risco extremamente maior de morte prematura, mais especificamente a doenças cardiovasculares enquanto indivíduos que se encontram com níveis de ACR elevado e por sua vez com a realização de práticas de atividade física habitual apresentam maior longevidade<sup>21</sup>.

### **1.3 As diferentes estratégias de avaliação da ACR**

Na literatura diferentes métodos podem ser encontrados para mensurar esta variável podendo ser divididos em dois tipos de métodos: O método direto realizado

através da análise dos gases inspirados e expirados e o método indireto que será realizado por fórmulas e equações matemáticas. Acredita-se que os resultados destes testes podem ser diferentes em função das muitas variáveis que são apresentadas entre eles.

**Quadro 1 - Vantagens e desvantagens dos protocolos máximos e submáximos**

Protocolos máximos	Protocolos submáximos
<p>Mais úteis para diagnóstico de doença arterial coronariana em indivíduos assintomáticos.</p> <p>Analizam diretamente os gases (mais dispendiosos, mais demorados e necessitam de equipe treinada).</p> <p>Utilizados mais em pesquisas e ambientes clínicos.</p> <p>Exigem que os participantes se exercitem ao ponto de fadiga voluntária.</p>	<p>Fornecem reflexão precisa da aptidão de um indivíduo.</p> <p>Não são tão precisos.</p> <p>Exigem menor risco, tempo e esforço do indivíduo.</p> <p>Demonstram a melhora da capacidade cardiorrespiratória no reteste (diminuição da FC a uma taxa fixa de trabalho), independentemente da exatidão da previsão do VO<sub>2</sub>máx.</p>

Existem formas diferentes de se avaliar a ACR mas a decisão de qual é a melhor forma é muito difícil pois cada um deles têm suas peculiaridades, vantagens e desvantagens.

O “padrão ouro” para se quantificar a ACR é por meio de medida direta do consumo de oxigênio, a segunda alternativa é feita por meio de estimativa de  $VO_{2m\acute{a}x}$ , desta forma, não é necessário fazer com que o avaliado seja submetido a intensidades elevadas por período prolongado de tempo. A terceira maneira é estimar a ACR sem a necessidade de oferecer qualquer tipo de exercício para a pessoa a ser avaliada.

O primeiro método é realizado através de medida direta do consumo de oxigênio e pode ser caracterizado através de platô ou pelo maior valor verificado durante o teste. Contudo, esta forma de avaliar a ACR em idosos pode não parecer a melhor maneira pois além de forçar estes indivíduos a intensidades extremamente elevadas, também podem ser interrompidos precocemente por limitações comuns a idade dos executantes e desta forma não atingindo o objetivo final do teste que é de atingir o platô do  $VO_{2\ m\acute{a}x}$  ou mesmo de não elevá-lo suficientemente para se concluir o consumo máximo de oxigênio<sup>8-9</sup>.

Para avaliar a condição cardiopulmonar, é preciso obter a medida do fluxo de ar inspirado/expirado e a quantificação das frações de oxigênio ( $FeO_2$ ) e do gás carbônico ( $FeCO_2$ ). Esse teste é realizado durante o exercício, normalmente em uma esteira ergométrica ou uma bicicleta estacionária, respeitando a especificidade da modalidade. Atualmente, pode-se realizar testes de análise direta de gases por meio do equipamento portátil em ambiente aberto, permitindo maior especificidade na prescrição de exercício<sup>29</sup>.

O  $VO_2$  aumenta linearmente com o aumento da intensidade do exercício; com isso, a reconhecimento do  $VO_{2m\acute{a}x}$ . em teste progressivo acontece quando o  $VO_2$  não aumenta mais, mesmo quando o indivíduo é capaz de realizar o exercício com uma intensidade maior de esforço. A partir desse momento, ocorre um platô no  $VO_2$ ; o esforço, realizado além dessa intensidade, aumenta a contribuição do metabolismo anaeróbico para ressíntese de ATP, provocando assim o acúmulo de lactato, acidose e desta forma, a exaustão<sup>30</sup>.

Contudo, metade dos indivíduos apresenta o quadro de platô de  $VO_2$ . Dessa forma, emprega-se a expressão “consumo de oxigênio de pico” ( $VO_{2pico}$ ) para apontar os casos em que o platô não foi examinado. O  $VO_{2pico}$  é o maior valor de

consumo de oxigênio alcançado durante o exercício, podendo ou não corresponder ao VO<sub>2</sub> máx<sup>16</sup>.

A segunda maneira que se avalia a ACR é por meio de testes submáximos. Este método pode diminuir bastante o risco da população de idosos durante a execução do teste levando-se em consideração a intensidade ser mais baixa que quando comparada ao método máximo. A maioria destes testes se baseia na relação linear entre algumas variáveis tais como frequência cardíaca (FC) e carga de esforço e consumo máximo de oxigênio, ou seja, com base nos resultados encontrados na FC durante e após o esforço durante o teste se faz a estimativa do consumo máximo de oxigênio. A literatura apresenta muitos testes submáximos onde se incluem outras variáveis tais como gênero, idade, índice de massa corporal (IMC) com o intuito de aumentar a precisão das estimativas através de equações de regressão múltipla. Este método é normalmente muito mais aplicável que o método direto pois além de ser mais prático também requer menos gastos. Entretanto, possui limitações significativas como por exemplo não levar em consideração as características individuais dos participantes tais como atribuir o valor referente a FC máxima igual em pessoas da mesma idade ou ainda não levar em consideração a mecânica da marcha sem esquecer esta situação passa a ser importante levantando a hipótese de limitação do exercício em função da idade. Com esses pontos a se considerar, este método pode apresentar erros referentes à aferição dos resultados. Outro motivo que pode aumentar o erro sistemático nesta forma de avaliar a ACR é a motivação dos avaliados, levando-se em consideração que por muitas vezes esses indivíduos apresentam quadros de depressão e que por algumas vezes poder inclusive ser alheios ao seu conhecimento e com isso diminuindo a motivação para realização do teste e assim subestimando os resultados<sup>31</sup>.

Conforme já citado acima, para mensurar a aptidão cardiorrespiratória de indivíduos, podemos recorrer a outros tipos de testes tais como os testes duplamente indiretos para predição do VO<sub>2</sub>máx em exercício<sup>25</sup>. Estes testes podem ser classificados como máximos ou submáximos também têm a função de avaliar o desempenho do indivíduo durante o exercício. Nos testes máximos, o indivíduo é levado ao estresse máximo frequência cardíaca máxima estimada (> 90%),

enquanto que nos testes submáximos, sua frequência cardíaca gira em torno de 75% a 90% da máxima<sup>25</sup>.

Os testes indiretos podem ser realizados com diferentes tipos de ergômetros, como a bicicleta, o banco, a esteira e a pista. Um dos mais conhecidos e respeitados testes para estimar do VO<sub>2</sub>máx é o protocolo submáximo de Bruce, que consiste em medir o que se pretende a partir dos exercícios submáximos em uma esteira, utilizando equações para estimar o VO<sub>2</sub>máx<sup>26</sup>.

Após apresentar os métodos anteriores, pautados em esforços realizados durante exercícios físicos, tanto de forma direta quanto de forma indireta podemos citar uma terceira maneira de se medir a ACR que é realizada por questionários e com isso não havendo a necessidade da realização de exercícios físicos e desta forma apresentando uma alternativa bastante atraente para a população de indivíduos idosos.

O terceiro método para se estimar a aptidão cardiorrespiratória consiste em uma técnica bem mais simples onde não é necessária a realização de esforço físico. Foram desenvolvidos vários estudos com o intuito de prever a aptidão cardiorrespiratória sem testes quem envolvessem os indivíduos na realização de esforços físicos<sup>27</sup>.

As equações desenvolvidas para a predição da ACR representam uma excelente alternativa para se avaliar grandes populações. Portanto, esse modelo pode ser muito útil quando utilizado em algumas situações práticas como por exemplo, avaliar todos os alunos de uma escola ou ainda na realização de estudo científico de cunho epidemiológico onde o objetivo é mensurar o risco de morbidade e mortalidade por doenças crônico-degenerativas associadas a baixos níveis de ACR e atividade física. Quando comparado aos outros métodos, o método sem utilização de exercícios se apresenta como grande valia visto que o método direto além de ser muito caro e solicitar a presença de vários profissionais para a sua realização também é muito demorado e com isso fazendo com que reduza muito a quantidades de indivíduos avaliados da mesma forma os testes indiretos que apesar de apresentar baixo custo mas também requer espaços próprios para a realização e o tempo gasto quando precisamos avaliar um grande número de pessoas. Para

obter bons resultados com este método é fundamental que os questionários sejam respondidos fielmente, ou seja, que todas as questões sejam bem interpretadas por quem está respondendo o questionário além da aplicação de algumas variáveis como idade, estatura, peso, IMC, FC, entre outras. Por se tratar de um método sem teste de esforço físico realizado por meio de questionários pode ser julgado um meio subjetivo de avaliar, Maranhão et al. (2004) analisaram equações de predição da ACR sem exercício e concluíram sua aplicabilidade em estudos epidemiológicos e que parecem ter bom potencial para estimar a ACR, assim como para apontar sujeitos com maior risco de mortalidade por doença cardiovascular.

#### **1.4 Características do idoso**

O envelhecimento da população é um fenômeno mundial, que vem acontecendo mais lentamente nos países desenvolvidos acompanhado pelo crescimento econômico e pela elevação do nível de bem-estar. Nos países em desenvolvimento, este processo vem ocorrendo de maneira mais abrupta e não foi acompanhado pelas melhorias das condições de vida<sup>19</sup>.

Segundo a Organização Pan-Americana da Saúde, envelhecer é um processo seqüencial, individual, acumulativo, irreversível, não patológico, de deterioração de um organismo maduro, próprio a todos os membros de uma espécie, de maneira que o tempo o torne menos capaz de fazer frente ao estresse do meio ambiente e, portanto aumente sua possibilidade de morte.

O envelhecimento da população é hoje um fenômeno mundial, isto significa que há um crescimento da população idosa mais elevado quando comparado a outros grupos etários<sup>28</sup>. De acordo com a Lei nº 8.842, 1994 no Brasil, é considerado idoso o indivíduo que possui idade superior a 60 anos. Atualmente, o país tem aproximadamente 9,1% de idosos.

No Brasil, dados demográficos dos últimos anos registram um crescimento da população idosa. Entre 1991 e 2000, observou-se que o percentual de idosos no país cresceu 35% a mais do que o restante da população<sup>20</sup>.

Esta constatação representa maior longevidade determinando um novo perfil de morbimortalidade, que se caracteriza por um aumento de doenças crônicas não transmissíveis. A partir dos 60 anos de idade, a população aumenta a quantidade de doenças crônicas<sup>22</sup>.

A saúde do idoso está diretamente ligada à capacidade funcional, ou seja, a condição de se cuidar, de determinar e executar atividades da vida cotidiana, com autonomia e independência. Por sua vez, o aumento da ACR faz como que o idoso tenha mais facilidade em realizar as suas atividades de vida diária (AVD's)<sup>23</sup>.

## 2 METODOLOGIA

Trata-se de um estudo do tipo transversal contando com idosos voluntários acima dos 60 anos, admitidos entre março de 2005 e abril de 2008, todos participantes do Projeto “Idosos em Movimento Mantendo a Autonomia” (IMMA), coordenado pelo “Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde” (LABSAU) do Instituto de Educação Física e Desportos da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (IEFD-UERJ) e implementado em parceria com a Universidade Aberta da Terceira Idade (UnATI-UERJ).

### 2.1 Critérios de exclusão:

Angina instável progressiva ou de repouso, arritmias paroxísticas em crise, arritmias ventriculares complexas não controladas, miocardites e pericardites agudas, bloqueio átrio-ventricular de grau elevado e baixa frequência ventricular, infarto agudo do miocárdio há menos de dois anos, com evolução instável, estenose aórtica grave, hipertensão arterial grave ou reativa ao exercício, lesão importante de tronco de coronária esquerda ou equivalente, histórico de embolia pulmonar, qualquer enfermidade aguda, bem como estados considerados febris, limitação física ou emocional, intoxicação medicamentosa; incapacidade de compreender os procedimentos propostos e problemas ósteo-mio-articulares que incapacitassem o indivíduo para o teste ou pudessem ser por ele agravados.

Para o levantamento das equações sem exercício que seriam aplicadas no estudo, utilizou-se tanto para a busca bibliográfica quanto para a seleção das escalas, a estratégia citada por Maranhão Neto et al.(2004) e Maranhão Neto et al. (2008). Ela consiste em selecionar as equações que incluíram idosos em sua amostra; tivessem realizado a validação dos modelos através de testes de esforço máximo com medida direta do consumo de oxigênio (Padrão Ouro), e que incluíssem variáveis não apenas pela sua significância estatística, mas sim pela sua justificativa teórica.

Com isso, as seguintes equações foram selecionadas:

**Tabela 1: Equações de estimativa da Aptidão Cardiorrespiratória sem a realização de exercícios**

Autor (Ano)	Sexo	Idade	N	Equação	R <sup>2</sup> Aj	EPE (ml/kg/min)
<b>Jackson et al<sup>33</sup>. (1990)</b>	M	20-70	1393	50,513 + 1,589 (PA-R) - 0,289 (idade) - 0,552 (%G) + 5,863 (sexo 0-1)	0,66	5,35
	F		150	56,363 + 1,921(PA-R) - 0,381(idade) - 0,754 (IMC) + 10,987 (sexo 0-1)	0,62	5,70
<b>Heil et al<sup>34</sup>. (1995)</b>	M	20-79	210	36,580 - 0,541 (%gordura) + 1,347 (PA-R) + 0,558 (idade) - 0,00781 (idade <sup>2</sup> ) + 3,706 (sexo0-1)	0,77	4,9
	F		229			
<b>Matthews et al<sup>35</sup>. (1999)</b>	M	20-79	390	34,142 + 0,133 (idade) - 0,005 (idade) <sup>2</sup> + 11,403 (sexo 0-1) + 1,463 (PA-R) + 9,170 (estatura) - 0,254 (peso)	0,74	5,64
	F		409			
<b>Jurca et al<sup>36</sup>. (2005)</b>	M	20-70	1458	18,07 + 2,77(sexo 0-1) - 0,10(idade) - 0,17 (IMC) - 0,03 (FC repouso) + (atividade física 0-4)	0,65	1,45 METs
	F		401			
<b>Wier et al<sup>37</sup>. (2006)</b>	M	21-82	2417	59,416 - 0,327 (idade) + 11,48 (sexo 0-1) +1,297 (PA-R 0-10) -0,266 (circunferência cintura)	0,66	4,72
	F	19-67	384			
<b>Jackson et al<sup>38</sup>. (2012)</b>	M	20-86	1004	17,7357+ 0,1620(idade)- 0.0021(idade2) - 0,1057(%G) -0.0422(circunferencia cintura) - 0.0363(fc repouso) -0,4378(fumo 0-1) + atividade física (0-4)	NR	1,54 METs
			0	20,8013+ 0,1610(idade)- 0,0022(idade2) - 0,2240(IMC) -0.03344(circunferencia cintura) - 0.0375(fc repouso) -0,4306(fumo 0-1) + atividade física (0-4)	NR	1,66 METs
	F	20-78	1325	13,4967+ 0,1200(idade)- 0.0017(idade2) - 0,0817(%G) -0.0140(circunferencia cintura) - 0.0342(fc repouso) -0,3207(fumo 0-1) + atividade física (0-4)	NR	1,41 METs
			0	14,5493+ 0,1136(idade)- 0,0016(idade2)	NR	1,53 METs

---


$$\begin{aligned}
 & - 0,1500(\text{IMC}) \\
 & -0.0088(\text{circunferencia cintura}) - \\
 & 0.0359(\text{fc repouso}) -0,3005(\text{fumo 0-1}) + \\
 & \text{atividade física (0-4)}
 \end{aligned}$$


---

PAR-Physical Activity Rating; M-masculino; F-feminino; N-número de sujeitos; Aj-ajustado; EPE- Erro Padrão de Estimativa; %G – percentual de gordura; IMC-índice de massa corporal; Sexo: 0-mulheres; 1-homens; NR- não relatado

Na tabela 1, podemos observar as características das equações selecionadas. Além disso, são mostrados indicadores da qualidade de estimativa, tais como  $R^2$  ajustado e Erro Padrão da Estimativa (EPE). No caso, apenas o artigo recente de Jackson et al. (2012), não apresenta as informações de  $R^2$ , mas decidiu-se incluí-lo por ser o único modelo publicado que utiliza dados longitudinais e não apenas transversais. O  $R^2$  é o coeficiente de determinação, que quanto maior o valor, melhor a estimativa da equação. O cálculo do  $R^2$ ajustado (aj.) permite que possamos comparar equações com números amostrais e quantidade de variáveis diferentes. Já o EPE, consiste na margem de erro médio de cada equação com relação ao valor real. Os valores da aptidão cardiorrespiratória são apresentados como o  $\text{VO}_2$  relativo (ml/kg/min), e como unidade metabólica de repouso (METs).

Todos os idosos serão submetidos a um teste de esforço máximo ou ao teste cardiopulmonar de exercício. Para análise estatística será realizada uma análise regressão entre cada valor estimado através das equações e o valor real obtido. Após esse procedimento foram realizadas análises de regressão utilizando-se apenas as variáveis incluídas em cada equação e novos coeficientes serão gerados a fim de se detectar quais equações seriam mais adequadas para a amostra de idosos estudada. Variáveis contínuas serão descritas através de média e desvio padrão e categóricas através de frequência relativa. Para comparações entre sexo será realizado o teste t de *Student* ou qui-quadrado quando necessário. Para todas

as inferências será aceito um nível de significância de  $p < 0,05$ , e foi utilizado o software Stata Standard Edition 11.2 for Windows.

Todas as aferições antropométricas foram realizadas segundo as diretrizes da International Society for the Advancement of Kineanthropometry. Foram determinadas as seguintes variáveis em cada indivíduo: massa corporal, estatura, três dobras cutâneas para homens (peitoral, abdômem e coxa medial), e três para mulheres (Tricipital, suprailíaca e coxa medial). A massa corporal foi obtida em uma balança digital Filizola® ID 1500 scale (Filizola; São Paulo, Brasil) (com limite mínimo de 2,5 kg e máximo de 150 kg) com precisão de um grama enquanto a estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira com precisão de 0,1cm. Nesta medição, os indivíduos mantiveram os pés unidos, calcanhares encostados na parede, em postura ereta, com a cabeça ajustada ao plano de Frankfurt. Todos os avaliados estavam descalços e usavam roupas leves. A partir dos valores de massa corporal e estatura o Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado.

Para análise do nível de atividade física foi utilizada a escala *Physical Activity Rating* (PA-R) adaptada para o português e adaptada por Maranhão Neto et al. (2008) e Maranhão Neto et al. (2011). As escalas de 0 a 4 referentes aos níveis de atividade física (Tabela 1), tratam-se de adaptações da PA-R, de forma que o valor “0” equivale aos escores “0 a 2” do PA-R, o “1” para o “3 e 4”, o “2” para o “5”, o “3” para o “6”, e o “4” para o “7”<sup>36</sup>.

Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido pós-informado, de acordo com as recomendações da Convenção de Helsinki e da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil para Pesquisas Envolvendo Seres Humanos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética

em Pesquisas do Instituto de Medicina Social-UERJ (CEP-IMS), com base no parecer emitido pelo relator no processo 0007.0.259.000-07.

### 3 RESULTADOS

A tabela 2 apresenta as características dos participantes do estudo através de estatística descritiva, assim como a análise das diferenças entre homens e mulheres. As variáveis contínuas foram descritas através de média e desvio padrão. Apenas foram encontradas diferenças significativas nas variáveis estatura, peso, IMC, Circunferência da Cintura,  $VO_2$  pico e Carga em Watts no teste em cicloergômetro.

**Tabela 2 – Características da amostra**

	<b>Homens (n=54)</b>	<b>Mulheres (n=39)</b>	<b>p</b>
<b>Demographic Characteristics</b>			
Idade (anos)	68,7±7	68,6±6	0,935
Estatura (cm)	172,7±6	157,1±6	<0,001
Peso (kg)	85,3±11	64,0±17	<0,001
IMC(kg/m <sup>2</sup> )	28,6±5	25,9±4	0,007
PA-R Score	1,9±1,4	1,5±1,6	0,189
Atividade Física (0-4)	0,5±0,5	0,4±0,4	0,578
%Gordura	27±7	29±5	0,222
FC repouso (bpm)	74±15	79±14	0,093
Circunferência Cintura (cm)	102±13	85±10	<0,001
Tabagismo (%)	4,0	5,0	0,560
<b>Valores de Pico</b>			
$VO_2$ pico(mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	21±8	16±5	<0,001
FC (bpm)	138 ± 27	142± 24	0,458
Carga (Watts)	112 ± 46	69 ± 23	<0,001

IMC-Índice de Massa Corporal, PA-R-Physical Activity Rating, FC – Frequencia Cardíaca

Já os resultados das análises de regressão são demonstrados na Tabela 3, em que se pode notar a comparação dos valores obtidos quando da aplicação das equações na presente amostra com os valores na amostra original. Após esse processo foram geradas novas equações incluindo apenas as variáveis de cada estudo original (Tabela 4).

Tabela 3: Aplicação das Equações na Amostra Estudada

<b>Autor (Ano)</b>	<b>R<sup>2</sup> Aj Original</b>	<b>EPE Original</b>	<b>R<sup>2</sup> Aj Presente Amostra</b>	<b>EPE Presente Amostra</b>
<b>Jackson et al. (1990) %G</b>	0,66	5,35 l/kg/min	0,51	5,0 ml/kg/min
<b>Jackson et al. (1990) IMC</b>	0,62	5,7 ml/kg/min	0,58	4,6 ml/kg/min
<b>Heil et al. (1995)</b>	0,77	4,9 ml/kg/min	0,59	4,6 ml/kg/min
<b>Mathews et al, (1999)</b>	0,74	5,64 ml/kg/min	0,62	4,4 ml/kg/min
<b>Jurca et al., (2005)</b>	0,65	1,45 METs	0,50	1,44 METs
<b>Wier et al. (2006)</b>	0,66	4,72 ml/kg/min	0,36	5,7 ml/kg/min
<b>Jackson et al. (2012) %G Homens</b>	NR	1,54 METs	0,47	1,6 METs
<b>Jackson et al. (2012) IMC Homens</b>	NR	1,66 METs	0,40	1,75 METs
<b>Jackson et al. (2012) %G Mulheres</b>	NR	1,54 METs	0,27	1,17 METs
<b>Jackson et al. (2012) IMC Mulheres</b>	NR	1,66 METs	0,28	1,16 METs

Aj – ajustado; EPE- Erro Padrão da Estimativa; METs - unidade metabólica de repouso ; NR- não relatado

Tabela 4 - Através da observação dos resultados, podemos notar que as equações de Jackson et al. (1990) e a de Wier et al. (2006) mantiveram ou até aumentarem a qualidade de sua precisão, além de terem sido as únicas a apresentarem significância estatística em todas as variáveis incluídas na amostra. Destaque maior deve ser dado às equações que apenas incluem IMC ou Circunferência da Cintura por sua maior facilidade de aplicação.

Tabela 4: Equações geradas incluindo as variáveis dos estudos originais

Autor (Ano)	Equação	R <sup>2</sup> Aj	EPE (ml/kg/min)
Jackson et al. (1990)*	52,312 + 2,03 (PA-R) - 0,493 (idade) - 0,173 (%G) + 3,824 (sexo 0-1)	0,66	4,16
	57,844 + 1,953(PA-R) - 0,514(idade) - 0,346 (IMC) + 5,09 (sexo 0-1)	0,69	4,0
Heil et al. (1995)	57,928 - 0,173 (%gordura) + 2,02 (PA-R) + 0,65 (idade) - 0,00109 (idade <sup>2</sup> ) + 3,807 (sexo0-1)	0,66	4,9
Mattews et al. (1999)	49,041 + 0,841 (idade) - 0,002 (idade) <sup>2</sup> + 4,78 (sexo 0-1) + 1,944 (PA-R) + 12,08 (estatura) - 0,119 (peso)	0,69	4,1
Jurca et al. (2005)	18,98 + 1,61(sexo 0-1) - 0,16(idade) - 0,11 (IMC) - 0,006 (FC repouso) + 1,08(atividade física 0-4)	0,52	1,41 METs
Wier et al. (2006)*	59,689 - 0,493 (idade) + 6,533 (sexo 0-1) +1,854 (PA-R 0-10) -0,142 (circunferência cintura)	0,69	3,98
Jackson et al., (2012)	23,139+ 0,252(idade)- 0.0006(idade2) - 0,011(%G) -0.043(circunferencia cintura) - 0.007(fc repouso) +0,046(fumo 0-1) + 1,02 (atividade física 0-4)+1,996(sexo 0-1)	0,66	1,19 METs
	24,971+ 0,305(idade)- 0,001(idade2) - 0,04(IMC) -0.033(circunferencia cintura) - 0.006(fc repouso) +0,082(fumo 0-1) +1,02 ( atividade física 0-4) +1,96(sexo 0-1)	0,66	1,19 METs

\*todas as variáveis significativas

#### 4 DISCUSSÃO:

A ACR é uma das melhores formas de predizer como se apresenta a saúde de um indivíduo. O ACSM enumera uma série de benefícios conquistados através de uma boa ACR. A ACR está diretamente relacionada à saúde, pois quando encontrada em baixos níveis estão associados a um risco extremamente maior de morte, mais especificamente doenças cardiovasculares<sup>32</sup>.

Através desta pesquisa observou-se que muitos estudos tem sido realizados com o objetivo de se estimar a aptidão cardiorrespiratória sem exercícios para a população em geral. As principais vantagens encontradas neste método são o custo mais baixo quando comparado com outros métodos, porque dispensar indivíduos altamente treinados, tendo em vista a facilidade em se aplicar este método, a rapidez na aquisição dos dados e principalmente em estudar grandes populações<sup>27</sup>.

Outra grande vantagem encontrada neste método é evitar os erros que podem ocorrer na aferição indireta, o que pode acontecer por exemplo no método para se aferir as dobras cutâneas utilizada para estimar o percentual de gordura, como podemos relatar nos estudos de Jackson et al e Heil et al.<sup>33, 34,39</sup>.

Dentre todas as variáveis encontradas nos estudos selecionados, só foram encontradas diferenças significativas nas variáveis estatura, peso, IMC, Circunferência da Cintura,  $VO_{2\text{ pico}}$  e Carga em Watts no teste em cicloergômetro<sup>33-38</sup>.

Robert Alan Sloan et al desenvolveram estudo em Cingapura para através da validação cruzada verificar sua efetividade em população asiática. Eles utilizaram a equação desenvolvida por Jurca em 2005 em uma amostra com indivíduos com idade entre 18 a 65 anos de idade em teste realizado em escada rolante. No referido estudo foi encontrada correlação  $R^2$  0,69 na amostra da população asiática, ficando assim um resultado bem próximo do estudo original, onde o resultado foi de  $R^2$  0,65 e ficando bem diferente do resultado encontrado com a amostra do presente estudo que foi  $R^2$  0,50<sup>36</sup>.

Em outro estudo onde também foi realizada a validação cruzada em idosos com idades entre 60 a 80 anos de idade foram utilizadas as seguintes variáveis: idade, sexo, índice de massa corporal, frequência cardíaca de repouso, e atividade física

foi identificado o  $R^2$  de 0,66. Neste estudo o resultado foi identico a equação de Heil

e Jackson usando PA-R, idade, sexo e % de gordura, onde quase todas as variáveis se repetem e também apresentando um resultado muito parecido com a equação de Jackson onde o IMC é a outra variável da equação apresentando o  $R^2$  de 0,69<sup>33, 34, 39</sup>.

Outro fator que chama atenção quando se analisa os dados é a presença das variáveis que são mais fáceis de coletar como estatura, peso, IMC, idade, sexo e circunferencia de cintura, haja vista que outras variáveis como o FC de repouso e nível de atividade física podem apresentar alguma dificuldade no momento de sua coleta. Por estes motivos, a busca de modelos mais ajustados a populações com características particulares como é o caso de indivíduos idosos, pode ampliar as possibilidades de classificação da ACR em grandes quantidades de indivíduos não só para proporcionar um controle mais efetivo da saúde mas também para realizar estudo epidemiológicos.

Por fim, muitas vezes as equações de predição sem exercício aparecem apenas como uma alternativa simples para se avaliar a ACR, contudo, tendo grande força quando apresenta variáveis bem selecionadas para uma população adequada.

## **CONCLUSÃO**

Esta pesquisa identificou evidências para se estimar a aptidão cardiorrespiratória através de um método sem exercícios apresentando baixo custo e risco a saúde dos idosos, desta forma, não necessitando a utilização de locais específicos e com equipamentos como bicicletas e esteiras ergométricas e também não havendo a necessidade de profissionais especializados na aplicação dos referidos testes.

Sendo assim, através da identificação das principais variáveis testadas na nossa amostra, podemos desenvolver novas equações que se mostram mais eficientes na população de idosos brasileiros.

## REFERÊNCIAS

- 1 - Matsudo SM, Matsudo VKR, Barros Neto TBL. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Revista brasileira de ciência e movimento*. 2000;8(4):21-32.
- 2 - Fleg JL, Pia IL, Balady GJ, Chaitman BR, Fletcher B, Lavie C, et al. Assessment of functional capacity in clinical and research applications: an advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation*. 2000;102(13):1591-7.
- 3 - Meira LF. Capacidade para o trabalho, fatores de risco para as doenças cardiovasculares e condições laborativas de trabalhadores de uma indústria metalmeccânica de Curitiba [dissertation]. Curitiba: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica/UFPR. 2004.
- 4 - Neto Geraldo, Lourenço PMC, Farinatti PdTV. Equações de predição da aptidão cardiorrespiratória sem testes de exercício e sua aplicabilidade em estudos epidemiológicos: uma revisão sistemática: SciELO Brasil; 2004.
- 5 - McArdle WD, Katch FI, Peschar GS, Jacobson L, RuckS. Reliability and interrelationships between maximal oxygen intake, physical work capacity and step-test scores in college women. *Med Sci Sports Exerc* 1972; 4: 182-6.
- 6- PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (POHO). Demographic transition in the Americas. *Epidemiol Bul*, v. 15, p. 9-12, 1994.
- 7- Posner JD, McCully KK, Landsberg LA, Sands LP, Tycenski P, Hofmann MT, Wetterholt KL, Shaw CE. Physical determinants of independence in mature women. *Arch Phys Med Rehabil* 1995;76:373-80.
- 8 - Mathews CE, Heil DP, Freedson PS, Pastides H. Classification of cardiorespiratory fitness without exercise testing. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31:486-93
- 9- Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, Froelicher VF, Leon AS, Pina IL, Rodney R, Simons-Morton DA, Williams MA, Bazzarre T. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation*. 2001;104:1694-740.
- 10 - Starling RD, Toth MJ, Carpenter WH, Matthews DE, Poehlman ET. Energy requirements and physical activity in freelifving older women and men: a doubly labeled water study. *J Appl Physiol* 1998; 85: 1063-69.

- 11- Bouchard C, Daw EW, Rice T, Perusse L, Gagnon J, Province MA, Leon AS, Rao DC, Skinner JS, Wilmore JH. Familial resemblance for VO<sub>2</sub>max in the sedentary state: the HERITAGE family study. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 252-8.
- 12- Dionne IJ, Ades PA, Poehlman ET. Impact of cardiovascular fitness and physical activity level on health outcomes in older persons. *Mech Ageing Dev* 2003; 259-67.
- 13- Blair SN, Kohl HW, Barlow CE, et al. Changes in physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA*. 1995; 273; 1093-8.
- 14- FREITAS, E. V.; MIRANDA, R. D.; NERY, M. R. Parâmetros clínicos do envelhecimento e avaliação geriátrica global. In: FREITAS, E. et al. *Tratado de Geriatria e Gerontologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p. 610-617.
- 15- Souza AC, Magalhaes Lde C, Teixeira-Salmela LF. Adaptacao transcultural e analise das propriedades psicometricas da versao brasileira do Perfil de Atividade Humana. *Cad. Saude Publica* 2006; 22:2623-36.
- 16- Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Stringer WW, Whipp BJ. Principles of exercise testing and interpretation. Philadelphia, PA: Lea and Febiger, 1994.
- 17- Vivacqua R, Serra S, Macaciel R, Miranda M, Bueno N, Campos A. Stress test in the elderly. Clinical, hemodynamic, metabolic and electrocardiographic variables. *Arq Bras Cardiol* 1997; 68:9-12
- 18- Costa RVC, Oliveira Jr A, Serra SM, Nobrega ACL. Respostas Ventilatorias e do Pulso de Oxigenio ao Exercicio Dinamico: Correlacao com a massa muscular esquelética em portadores de insuficiencia cardiaca cronica avaliados pela ergoespirometria. *Rev SOCERJ* 2005; 18: 283-287.
- 19- Giatti L, Barreto SM. Saúde, trabalho e envelhecimento no Brasil. *Cad Saude Publica* 2003; 9(3):759-771.
- 20- Lima-Costa MF, Barreto SM, Giatti L. Condições de saúde, capacidade funcional, uso de serviços de saúde e gastos com medicamentos da população idosa brasileira: um estudo descritivo baseado na Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios. *Cad Saude Publica* 2003; 19(3):735-743.

- 21- Blair SN, Kohl HW, Barlow CE, et al. Changes in physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA*. 1995; 273: 1093-8. / Sesso HD, Paffenbarger Jr RS, Lee IM, Physical activity and coronary heart disease in men: The Harvard Alumni Health Study: *Circulation*. 2000; 102: 975-80.
- 22- Feliciano AB, Moraes AS, Freitas ICM. O perfil do idoso de baixa renda no município de São Carlos, São Paulo, Brasil: um estudo epidemiológico. *Cad Saude Publica* 2004; 20(6):1575-1585.
- 23- Ramos LR. Fatores determinantes do envelhecimento saudável em idosos residentes em centro urbano: Projeto Epidoso, São Paulo. *Cad Saude Publica* 2003; 19(3):793-798.
- 24- Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM, Physical Activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*. 1985; 100: 126-31.
- 25- Vargas WO, Oliveira JLN, Furlanetto TS, Desenvolvimento de um protocolo submáximo alternativo para a estimativa do VO<sub>2</sub>máx em esteira com inclinação fixa *Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 11, n. 15, p. 1-88, jan./jun. 2010*
- 26- Pollock ML, Wilmore JH. Exercícios na saúde e na doença. Avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. 2ª ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1993.
- 27- Maranhão, NGA.; Lorenço, PMC.; Farinatti, PTV. Equações de predição da aptidão cardiorespiratória sem testes de exercício e sua aplicabilidade em estudos epidemiológicos: uma revisão sistemática. *Cadernos de Saúde Pública*, v.20, n. 1, p. 48-56, 2004.
- 28- Kalache, A; Veras, RP.; Ramos, LR. O ENVELHECIMENTO DA POPULAÇÃO MUNDIAL. UM DESAFIO NOVO. *Rev. Saúde públ., S. Paulo*, 21:200-10, 1987.
- 29- American College of Sports Medicine. Position Stand: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 1998; 30: 975-91.
- 30- Hill, AV; Lupton, H. MUSCULAR EXERCISE, LACTIC ACID, AND THE SUPPLY AND UTILIZATION OF OXYGEN. *Royal Society of London*; vol 97, no 681, Nov. 1, 1924.
- 31 - Jackson AS, Blair SN, Mahar MT, Wier LT, Ross RM, Stuteville JE. Prediction of functional aerobic capacity without exercise testing. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 22:863-70.

- 32 - American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 8th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
- 33- Jackson AS, Blair SN, Mahar MT, Wier LT, Ross RM, Stuteville JE. Prediction of functional aerobic capacity exercise testing. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 22:863-70.
- 34 - Heil DP, Freedson PS, Ahlquist LE, Price J, Rippe J .Non exercise regression models to estimate peak oxygen consumption. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27: 599 - 606 .
- 35 - Mathews CE, Heil DP, Freedson PS, Pastides H. Classification of cardiorespiratory fitness without exercise testing. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31: 486 - 93.
- 36 - Jurca R, Jackson AS, LaMonte MJ, Morrow JR, Blair SN, Wareham NJ, Haskell WL, van Mechelen W, Church TS, Jakicic JM: Assessing cardiorespiratory fitness without performing exercise testing. *Am J Prev Med* 2005, 29(3):185-193.
- 37 - Larry T. Wier, Andrews S. Jackson , Greta W. Ayers, Brian Aenare. Nonexercise Models for Estimating VO<sub>2</sub>max with Waist Girth, Percent Fat, or BMI
- 38 - Andrew S. Jackson, PED, Xuemei Sui, MD, Daniel P. O'Connor, PhD, Timothy S. Church, MD, PhD, Duck-chul Lee, PhD, Enrique G. Artero, PhD, and Steven N. Blair, PED. Longitudinal Cardiorespiratory Fitness Algorithms for Clinical Settings. *Am J Prev Med*. 2012 November ; 43(5): 512–519
- 39 - Emily L Mailey, Siobhan M White, Thomas R Wójcicki, Amanda N Szabo, Arthur F Kramer, Edward McAuley. Construct validation of a non-exercise measure of cardiorespiratory fitness in older adults. *BMC Public Health* 2010 10:59