

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Programa de Pós-Graduação em Educação Física**



**Dissertação**

**Associação entre atividade física, aptidão  
cardiorrespiratória e biomarcadores inflamatórios em  
adultos jovens saudáveis**

**Carlos Marcelo Cuello Moreno**

Pelotas, RS  
2013

**CARLOS MARCELO CUELLO MORENO**

**Associação entre atividade física, aptidão cardiorrespiratória e biomarcadores inflamatórios em adultos jovens saudáveis**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação Física na “Área de Concentração” em *Atividade Física, Saúde e Desempenho*.

Orientador: Pedro Curi Hallal

Co-orientadora: Renata Bielemann

Pelotas, RS  
2013

Dados Internacionais de Publicação (CIP)

M843a

Moreno, Carlos Marcelo Cuello

Associação entre atividade física, aptidão cardiorrespiratória e biomarcadores inflamatórios em adultos jovens saudáveis / Carlos Marcelo Cuello Moreno; Pedro Curi Hallal, orientador; Renata Bielemann, co-orientador. – Pelotas, 2013.

119 f.

Dissertação (Mestrado em Educação Física), Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013.

1.Biomarcadores inflamatórios. 2.Proteína C-reativa. 3.Atividade física. 4.Aptidão cardiorrespiratória. I. Hallal, Pedro Curi , orient. II. Bielemann, Renata , co-orient. III. Título.

CDD: 796

Catálogo na Fonte: Patrícia de Borba Pereira CRB:10/1487

Universidade Federal de Pelotas

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Pedro Rodrigues Curi Hallal – Universidade Federal de Pelotas (Orientador)

Prof. Dr. Aírton José Rombaldi – Universidade Federal de Pelotas

Profa. Dra. Helena Strelow Thurow – Universidade Federal de Pelotas

## Agradecimentos

Neste espaço quero agradecer todas as pessoas fundamentais para este momento tão importante da minha formação.

- Inicialmente agradeço aos meus pais (Carlos e Marlene), que sempre me deram o apoio necessário para seguir em frente. Aos meus irmãos Keila e Marcio por me ajudarem a segurar as pontas nos momentos difíceis durante o curso. Assim como a minha avó (dona Maria), que também me incentivou a continuar superando todas as dificuldades.
- Ao meu orientador professor Pedro Curi Hallal, a quem tenho profunda admiração pela capacidade intelectual e pelo extraordinário pesquisador que se tornou. Obrigado por acreditar em mim.
- À minha orientadora professora Renata Bielemann pela imensurável ajuda durante o período do curso, desde a elaboração do projeto até a coleta de dados.
- À minha equipe de coleta que se disponibilizaram com muita disposição realizar suas funções na ESEF aos sábados pela manhã. Agradeço especialmente à minha colega mestranda Leoni e às “Priscilas” (Nakamura e Gonçalves).
- Às pessoas que ajudaram no recrutamento da minha amostra, principalmente Dieguito, Duka e Polaca.
- Ao laboratório do Centro de Desenvolvimento Tecnológico da UFPel, especialmente aos professores Tiago Collares, Fabiana Seixas e Helena Thurow.
- Ao professor Airton Rombaldi, tão importante na minha formação desde os tempos de grupo de estudo e monitoria na graduação, e também pela disponibilidade do laboratório no período de coleta de dados.
- Por fim, quero agradecer à Fundação Welcome Trust por financiar nosso estudo.

## Sumário

Projeto de pesquisa .....	8
Relatório do trabalho de campo .....	83
Artigo científico .....	88
Normas da revista .....	111
Divulgação para a imprensa .....	118

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Arg72Pro	Arginine to proline polymorphism on 72 codon of TP53 gene
AVC	Acidente vascular cerebral
DCNT	Doenças crônicas não transmissíveis
DCV	Doenças cardiovasculares
EDTA	Ethylenediamine tetraacetic acid (ácido etilenodiamino tetra-acético)
ELISA	Enzyme-Linked immuno sorbent assay (ensaio imunoenzimático)
FC	Frequência cardíaca
FC <sub>max</sub>	Frequência cardíaca máxima
HDL	High density lipoproteins (lipoproteínas de alta densidade)
ICAM-1	Intercellular adhesion molecule-1
IL-1 $\beta$	Interleucina-1beta
IL-6	Interleucina-6
IMC	Índice da massa corporal
IPAQ	International physical activity questionnaire (questionário internacional de atividade física)
LDL	Low density lipoproteins (lipoproteínas de baixa densidade)
MET	Unidade metabólica
NO	Óxido nítrico
O <sub>2</sub>	Oxigênio
p53	Proteína p53
PA	Pressão arterial
PAI-1	Plasminogen activator inhibitor-1
PAR-Q	Physical activity readiness questionnaire (questionário de risco)
PCR-RFLP	Polymerase chain reaction restriction fragment length polymorphism
QR	Quociente respiratório
RFLP	Restriction fragment length polymorphism
SNP	Single-Nucleotide polymorphism
TNF- $\alpha$	Tumor necrosis factor-alpha (fator de necrose tumoral-alfa)
TP53	Tumor protein p53
VCAM-1	Vascular cell adhesion molecule-1
VCO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono produzido
VO <sub>2</sub>	Consumo de oxigênio
VO <sub>2max</sub>	Consumo máximo de oxigênio

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**Curso de Mestrado em Educação Física**

**Linha de Pesquisa  
“ATIVIDADE FÍSICA E SAÚDE”**

**PROJETO DE PESQUISA**

**Associação entre atividade física, aptidão cardiorrespiratória e  
biomarcadores inflamatórios em adultos jovens saudáveis**

Mestrando:

**Carlos Marcelo Cuello Moreno**

Prof. Orientador:

**Pedro Curi Hallal**

Profa. Co-Orientadora:

**Renata Bielemann**

**Pelotas, RS**

**2012**

## **Definição de termos**

Atividade física: qualquer movimento corporal produzido pela musculatura esquelética que resulte em gasto energético (CASPERSEN et al., 1985). Em adultos, as atividades físicas são realizadas basicamente em quatro domínios: as atividades ocupacionais, as atividades domésticas, o transporte ou deslocamento, e as atividades no tempo de lazer (BARROS et al., 2003).

Exercício físico: uma subclasse da atividade física que consiste de atividades planejadas, estruturadas e repetitivas, tendo como objetivo a manutenção ou a melhoria da aptidão física, principalmente o condicionamento cardiorrespiratório, a força e a flexibilidade (CASPERSEN et al., 1985).

Aptidão física: capacidade dinâmica de energia e vitalidade que permite a realização de esforços físicos sem fadiga excessiva. Seus componentes incluem variáveis relacionadas à saúde, como consumo máximo de oxigênio, força, flexibilidade e composição corporal. Por outro lado, também incluem variáveis do desempenho esportivo, como agilidade, equilíbrio, coordenação motora, potência e velocidade. Em relação à saúde e qualidade de vida, a aptidão física possibilita mais energia e disposição para realização de atividades físicas, proporcionando menor risco de desenvolvimento de doenças ou condições crônico-degenerativas (BLAIR et al., 1989). Neste projeto estaremos enfatizando a aptidão física relacionada à saúde.

Aptidão cardiorrespiratória: taxa mais alta de oxigênio ( $O_2$ ) que um indivíduo consegue consumir durante um esforço, determinada pela eficiência na captação e transporte de  $O_2$  do sistema cardiovascular (volume sanguíneo, hipertrofia cardíaca e frequência cardíaca máxima), do sistema respiratório, e dos mecanismos oxidativos dos músculos em utilizá-lo na produção energética. Normalmente é expressa em equivalentes metabólicos (METs) ou consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) medido por testes físicos (ASTRAND et al., 2006).

Força Muscular: capacidade física de um indivíduo de produzir tensão muscular contra determinada resistência (BARBANTI, 2003). A força muscular máxima pode ser gerada por um músculo ou por um grupo muscular em movimentos específicos e

depende de fatores mecânicos como tipo de contração muscular, comprimento dos músculos e velocidade de contração, e fatores fisiológicos como sinalização e recrutamento das fibras musculares (WILMORE et al., 2001).

Gasto energético: apresenta o custo de energia ou demanda direta de todos os processos metabólicos do organismo. O gasto energético diário total é a soma do gasto energético basal ou de repouso, do gasto com atividades físicas, do gasto com o processo de digestão, chamado de efeito térmico dos alimentos e o gasto com a termogênese adaptativa, e está intimamente ligado à aptidão física e à composição corporal (MELO et al., 2008).

## Sumário

1. Introdução .....	16
2. Objetivos, Justificativa e Hipóteses .....	18
2.1. Objetivos Gerais .....	18
2.2. Objetivos Específicos .....	19
2.3. Justificativa .....	20
2.4. Hipóteses .....	20
3. Revisão de Literatura .....	20
3.1 Métodos de medida de atividade física .....	20
3.1.1. Questionários.....	21
3.1.2. Diários.....	21
3.1.3. Pedômetros .....	22
3.1.4. Acelerômetros.....	22
3.1.5. Monitores de frequência cardíaca.....	23
3.2. Métodos de mensuração de gasto energético.....	23
3.2.1. Água duplamente marcada.....	24
3.2.2. Calorimetria direta.....	24
3.2.3. Calorimetria indireta.....	24
3.2.4. Outros métodos .....	25
3.3. Métodos de medida de aptidão cardiorrespiratória .....	25
3.3.1. Testes de consumo máximo de oxigênio.....	25
3.4. Métodos de medida de força muscular .....	27
3.5. Inflamação, sistema imune e aterosclerose .....	27
3.5.1. Sistema imune e inflamação.....	27
3.5.2. Aterogênese .....	28
3.5.3. Biomarcadores Inflamatórios .....	30

3.5.3.1. Citocinas .....	30
3.5.3.2. Proteína C-Reativa.....	32
3.6. Atividade física, aptidão cardiorrespiratória, força muscular e saúde.....	32
3.6.1. Atividade física e aptidão cardiorrespiratória .....	32
3.6.2. Atividade física, aptidão cardiorrespiratória e síndrome metabólica .....	35
3.6.3. Atividade física, aptidão cardiorrespiratória, força muscular e biomarcadores inflamatórios.....	37
3.7. Variações genéticas e sua associação com doenças, fatores de risco e atividade física.....	46
4. Metodologia.....	48
4.1. Delineamento .....	48
4.2. População alvo e amostra .....	48
4.3. Critérios de inclusão e exclusão.....	48
4.4. Cálculo de diferença mínima detectável.....	49
4.5. Instrumentos.....	49
4.6. Materiais.....	53
4.7. Principais variáveis a serem coletadas.....	54
4.8. Treinamento dos entrevistadores e avaliadores.....	55
4.9. Logística.....	55
4.10. Processamento de dados.....	56
4.11. Análise dos dados .....	57
5. Colaboradores.....	58
6. Aspectos éticos .....	58
7. Divulgação dos resultados .....	58
8. Cronograma .....	58
9. Orçamento e Financiamento .....	59
10. Referências Bibliográficas.....	59

### Lista de Tabelas

Tabela 1	Sequências dos primers para a detecção do polimorfismo Arg72Pro.....	52
Tabela 2	Fragmentos do polimorfismo Arg72Pro obtidos com a RFLP e seus respectivos genótipos.....	53

## Lista de Quadros

Quadro 1	Biomarcadores inflamatórios a serem coletados .....	54
Quadro 2	Variáveis de exposição a serem coletadas .....	54
Quadro 3	Rotina da coleta de dados .....	56
Quadro 4	Cronograma .....	58

## Lista dos Anexos

Ficha de Risco – PAR-Q.....	71
Questionário geral (dia 6).....	72
Questionário de Block.....	73
Recordatório de 24 horas (dia 6).....	74
Ficha para medidas antropométricas.....	75
Ficha para medidas de prensão manual.....	75
Recordatório de 24 horas (dia 8).....	76
Questionário IPAQ versão longa / Comportamento sedentário (dia 13).....	77
Recordatório de 24 horas (dia 13).....	81
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	82

## 1. Introdução

Os padrões de morbidade e mortalidade no mundo vêm sofrendo uma transição, sendo que as doenças crônicas não-transmissíveis (DCNT) ganharam destaque. Um dos principais fatores de risco associados à etiologia das DCNT é a inatividade física. Esse comportamento muito evidente na atualidade tanto nos países desenvolvidos como nos em desenvolvimento, se tornou um problema de saúde pública muito importante já que está estreitamente associado à crescente prevalência de sobrepeso e obesidade (SOBAL et al., 2003; MONTEIRO et al., 2007).

As enfermidades crônicas cardiovasculares e cerebrovasculares já representam a maior mortalidade no mundo, principalmente nos países em desenvolvimento. No Brasil, em 2005, as doenças cardiovasculares (DCV) foram responsáveis por 27,4% de todos os óbitos na faixa etária entre 35 e 64 anos e 35,9% do total de óbitos da população acima de 64 anos (ARAUJO et al., 2005). As doenças cardiovasculares juntamente com diabetes, câncer e doenças respiratórias crônicas e seus fatores de risco compartilhados tabagismo, inatividade física, alimentação inadequada e consumo prejudicial de álcool foram responsáveis por 58% das mortes no Brasil em 2007 (SCHMIDT et al., 2011).

A alta incidência de cardiopatia isquêmica crônica no país representa um gasto financeiro muito alto para o sistema público de saúde, tanto para o tratamento como para a reabilitação. O impacto econômico para o setor da saúde é severo, principalmente pelo elevado número de procedimentos intervencionistas e eletrofisiológicos, procedimentos relacionados a implantes de marca-passos, desfibriladores e cirurgias de grande porte. Diante disso, a prevenção torna-se cada vez mais importante no combate às DCV, visto que a estimativa para os próximos anos é o aumento significativo de incidência (AZAMBUJA et al., 2008).

Hábitos de vida como inatividade física e alimentação inadequada, além do tabagismo e o consumo excessivo de álcool, estão entre os principais fatores de risco modificáveis para DCV (KAISER, 2004). As comodidades da vida moderna, o excesso de horas de trabalho e a falta de tempo para as práticas desportivas ou para o lazer, aliados ao aumento populacional das cidades, contribuem para disseminar a inatividade física. Além disso, a globalização das dietas *fast foods*, à base de alimentos processados e ricos em carboidratos e gorduras saturadas,

aumentam a tendência ao desequilíbrio energético corporal (gasto/consumo), elevando o risco de sobrepeso ou obesidade (YUSUF et al., 2001).

A obesidade hoje é considerada doença com a característica de inflamação crônica de baixa intensidade, explicando assim sua implicação no desenvolvimento da aterosclerose, já que o processo inflamatório está ligado ao surgimento dessa doença (GUIMARÃES et al., 2007). Uma das principais características da inflamação sistêmica é o surgimento da resistência à insulina, quadro comum na diabetes mellitus do tipo 2, que, aumenta consideravelmente o risco para o desenvolvimento de DCV. Isso porque a resistência à insulina instalada induz a hiperglicemia, e esta, produz modificações nas funções das paredes endoteliais, facilitando o aparecimento de placas de ateroma (LOPES, 2007).

A adoção de um estilo de vida fisicamente ativa apresenta diversos benefícios fisiológicos, metabólicos e psicológicos, assim como a redução dos riscos das DCNT e de mortalidade precoce. A prática regular de atividade física previne a ocorrência de doenças cardíacas, reduz a incidência de acidentes vasculares (AVC), diabetes tipo 2, hipertensão arterial e câncer de cólon e de mama, além de estar associada com a aptidão física, o controle de peso e a saúde mental (BLAIR, 1994; KESANIEMI et al., 2001).

Recentemente, a Associação Norte-Americana de Cardiologia determinou um modelo conceitual para a prevenção das doenças cardiovasculares (DCV), composto por quatro fatores comportamentais: não fumar, manter um índice de massa corporal (IMC)  $<25\text{kg/m}^2$ , ser ativo fisicamente e ter uma dieta saudável; e três fatores fisiológicos: colesterol total  $<200\text{mg/dL}$ , pressão arterial  $<120/80\text{mmHg}$  e glicemia de jejum  $<100\text{mg/dL}$  (LLOYD-JONES et al., 2010).

A aptidão cardiorrespiratória também tem um papel importante para a saúde. Existem evidências convincentes de que um nível moderado ou elevado de condicionamento aeróbio reduz o risco de mortalidade geral e específica por DCV e que seu efeito protetor é independente da idade, etnia, adiposidade, tabagismo e ingestão de álcool (BLAIR et al., 1989). Os benefícios podem ser percebidos com pequenos aumentos de níveis de condicionamento, principalmente, através de alterações dos níveis séricos de glicose, insulina e HDL (lipoproteínas de alta densidade) (SIMMONS et al., 2008).

O conjunto de fatores denominado síndrome metabólica ou plurimetabólica, que está fortemente associado com os riscos cardiovasculares, inclui obesidade

visceral, hipertensão, resistência à insulina, hiperglicemia, níveis aumentados de triglicérides e LDL (lipoproteínas de baixa densidade), e baixos níveis de HDL (FORD, 2005). Na literatura, podemos verificar que a atividade física apresenta uma associação inversa ao risco de desenvolvimento deste conjunto de fatores (RENNIE et al., 2003; FORD et al., 2006). Ainda, quando consideramos a aptidão aeróbia juntamente aos níveis de atividade física, essa associação também é percebida (LAAKSONEN et al., 2002; LAKKA et al., 2003), principalmente em indivíduos menos ativos (FRANKS et al., 2004).

Na promoção e na manutenção da saúde, a força muscular também é um importante componente da aptidão física já que está relacionada com a capacidade do indivíduo de realizar atividades do cotidiano com vigor e energia. A medida de força de prensão manual é bastante utilizada em estudos científicos, pois é um método simples e pode ser capaz de nos dar uma estimativa da força de muscular geral, além de ser um preditor consistente de morbidade e mortalidade em adultos e idosos (GALE et al., 2007; SASAKI et al., 2007; AADAHL et al., 2011).

A inatividade física e o excesso de peso corporal estão associados a concentrações elevadas de espécies reativas de oxigênio e inflamação crônica de baixa intensidade (SMITH et al., 2009). Nesse contexto diversos estudos foram realizados (HAMER et al., 2008; MAJKA et al., 2009; YU et al., 2009; STEENE-JOHANNESSEN et al., 2010; MARQUES-VIDAL et al., 2011; MARTINEZ-GOMEZ et al., 2012), buscando encontrar uma relação entre nível de atividade física, aptidão física e/ou condicionamento cardiorrespiratório, com concentrações sanguíneas de algumas substâncias sinalizadoras ou mediadoras que determinam o grau de inflamação nos sujeitos. Essas substâncias, conhecidas por biomarcadores inflamatórios, tem participação importante em algumas doenças cardiovasculares, principalmente na aterosclerose (LAU et al., 2005; FRANCISCO et al., 2006).

## **2. Objetivos, Justificativa e Hipóteses**

### **2.1. Objetivos Gerais**

- Determinar as associações independentes entre indicadores de atividade física e aptidão física com marcadores inflamatórios

- Avaliar a associação entre diferentes instrumentos de avaliação de atividade física e aptidão física cardiorrespiratória
- Analisar a relação entre o polimorfismo Arg72Pro do gene *TP53* e indicadores de atividade física e aptidão física

## 2.2. Objetivos Específicos

- Observar a associação entre a atividade física avaliada por recordatório de 24hs, *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ) versão longa e acelerometria com a aptidão física cardiorrespiratória avaliada por medida predita de protocolo de esforço máximo;
- Determinar a associação entre comportamento sedentário e aptidão física cardiorrespiratória;
- Avaliar a associação de diferentes medidas de atividade física, comportamento sedentário, força de preensão manual e aptidão cardiorrespiratória com os seguintes marcadores inflamatórios:
  - Fator de necrose tumoral-alfa (TNF- $\alpha$ );
  - Interleucina 1-beta (IL-1 $\beta$ );
  - Interleucina-6 (IL-6);
  - Proteína C-reativa.
- Avaliar a associação de diferentes medidas de atividade física, comportamento sedentário, força de preensão manual e aptidão cardiorrespiratória com os genótipos e alelos do polimorfismo Arg72Pro do gene *TP53*.

### **2.3. Justificativa**

Apesar do interesse emergente entre os pesquisadores, ainda podemos verificar que existem algumas lacunas de conhecimento nas análises relacionando os componentes de aptidão física e inflamação através dos biomarcadores, principalmente em indivíduos adultos jovens.

Considerando-se esse fato, fica evidente a necessidade da realização de outros estudos que analisem as concentrações sanguíneas dos biomarcadores inflamatórios associados aos níveis de atividade física, aptidão cardiorrespiratória, comportamento sedentário e força muscular.

Em relação ao DNA genômico, considerando que a proteína p53 pode ter um papel essencial no desempenho do exercício físico e a ampla série de estudos sobre o SNP Arg72Pro em relação a várias doenças e/ou fatores de risco, torna-se essencial avaliar o papel deste SNP em diferentes aspectos do exercício físico.

### **2.4. Hipóteses**

- Será observada associação positiva entre atividade física e aptidão cardiorrespiratória
- Indicadores de atividade física, força de preensão manual e aptidão física estarão inversamente associadas com os marcadores inflamatórios avaliados
- O tempo médio diário gasto em atividades sedentárias será inversamente associado à aptidão cardiorrespiratória e positivamente associado aos marcadores inflamatórios avaliados

## **3. Revisão de Literatura**

### **3.1 Métodos de medida de atividade física**

A necessidade de determinar o comportamento populacional e estabelecer critérios apropriados para uma vida saudável justifica a preocupação da Organização Mundial da Saúde em relação ao nível de atividade física da população mundial (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2002). A mensuração da atividade física na perspectiva da saúde tem como objetivos principais: avaliar as tendências

dos níveis de atividade física da população, verificar a relação entre atividade física e alguns indicadores de saúde, identificar fatores biológicos, psicossociais e ambientais relacionados, e estabelecer a “dose” de atividade física necessária para proporcionar benefícios em determinados parâmetros de saúde (BARROS; NAHAS, 2003).

### **3.1.1. Questionários**

São instrumentos amplamente utilizados para avaliar a atividade física e o gasto energético em estudos de grande abrangência, principalmente por captarem uma grande quantidade de informação em pouco tempo e com custo reduzido. Além disso, os questionários têm facilidade de administração, não geram mudança de comportamento do entrevistado, são práticos e logisticamente simples para estudos com grandes amostras. Por outro lado, os questionários não oferecem estimativas tão precisas de gasto energético quanto os métodos objetivos de atividade física como os acelerômetros. Eles podem ser administrados por um entrevistador ou por chamada telefônica, ou ainda auto-administrados, e requerem aos respondentes que recordem suas atividades físicas habituais ou com um período de recordatório definido (SALLIS et al., 1999).

Os questionários podem ser classificados em: a) gerais, que avaliam níveis gerais de atividade física e mostram os resultados em classificações simples (por exemplo, ativo e inativo); b) recordatórios, que permitem mensurar a frequência, a duração e o tipo de atividade realizada no último dia, semana ou mês, e apresentam os resultados em escalas ordinais (por exemplo, baixo, moderado e alto), ou em escalas contínuas (por exemplo, METs); e c) históricos quantitativos, que permitem determinar o volume das atividades físicas por um período de um ano até toda a vida, e tem seus resultados expressos, usualmente, em escalas contínuas (por exemplo, quilocalorias por minuto ( $\text{kcal}\cdot\text{min}^{-1}$ ) ou por múltiplos do valor metabólico basal (MET)) (LAMONTE et al., 2001).

### **3.1.2. Diários**

Este método tem como instrumento os diários, que também podem ser recordatórios, detalhando as atividades físicas realizadas num período de tempo, normalmente curto, ou que podem ser preenchidos gradualmente à medida que as

atividades são realizadas (LAMONTE; AINSWORTH, 2001). Nos diários mais comuns, os indivíduos preenchem quadros com suas atividades principais em períodos de 15 minutos. Os diários apresentam algumas desvantagens, como exigir um maior nível de cooperação do participante. Além disso, os diários ou recordatórios podem não mensurar o padrão de atividade física habitual, e ainda existem dificuldades de aplicação em idosos e crianças de até 10 anos (SALLIS; OWEN, 1999).

### **3.1.3. Pedômetros**

O pedômetro é um sensor de movimento uniaxial que grava movimentos de passos em resposta à aceleração vertical do corpo. Apesar de apresentar um custo relativamente baixo, o pedômetro não mede atividade física, e sim, proporciona uma estimativa através da contagem dos passos registrados. Além disso, apresenta algumas limitações como não captar as informações sobre as atividades sedentárias, exercícios isométricos, movimentos de braços e os movimentos realizados nos demais eixos (MELANSON et al., 1996). Outra desvantagem destes aparelhos é a tendência de subestimar as distâncias em velocidades baixas e superestimar distâncias em caminhadas e corridas rápidas. Contudo os pedômetros podem determinar mudanças nos padrões de atividades físicas de forma precisa (AINSWORTH et al., 1994).

### **3.1.4. Acelerômetros**

Os acelerômetros são sensores de movimentos portáteis e sensíveis à variação na aceleração do corpo em um ou em três eixos ortogonais. O equipamento uniaxial detecta a aceleração apenas no eixo vertical, enquanto que o triaxial mede a aceleração nos eixos ântero-posterior, médio-lateral e vertical. Apresentam algumas vantagens como serem pequenos, leves e fáceis de ajustar à cinta, pulso ou tornozelo, possuem grande capacidade de armazenamento de dados por um longo período de tempo e um relógio interno que permite analisar os dados em intervalos de tempo muito curtos (COOPER et al., 2000; SCHMIDT et al., 2003).

O equipamento considera as variações de aceleração do corpo teoricamente equivalentes ao gasto energético induzido pelo trabalho metabólico do tecido muscular responsável pelo movimento do avaliado. As informações apresentadas

pelos acelerômetros são descritas em quantidade de movimentos (*counts*) registradas em intervalos de tempo pré-determinados (*epochs*) e acumuladas durante o período de utilização do aparelho. Diferentemente dos questionários, a acelerometria não determina o tipo de atividade física, porém é capaz de medir direta e objetivamente a frequência, intensidade e duração da atividade física. (MELANSON; FREEDSON, 1996; GUEDES et al., 2006).

Em relação aos pontos de corte para a intensidade em *counts* da atividade física para adultos, a literatura não apresenta um consenso em seus estudos de calibração e validação (MATTHEWS, 2005). Por exemplo, para o acelerômetro uniaxial *Actigraph MTI*, Freedson e colaboradores sugerem que 1952-5724 *counts.min<sup>-1</sup>* para a atividade moderada e >5724 *counts.min<sup>-1</sup>* para a atividade vigorosa (FREEDSON et al., 1998). Já em outros estudos, estabelece que o ponto de corte da intensidade moderada é 3285 *counts.min<sup>-1</sup>* (NICHOLS et al., 2000), e, 2743 *counts.min<sup>-1</sup>* (YNGVE et al., 2003).

### **3.1.5. Monitores de frequência cardíaca**

A monitoração da frequência cardíaca (FC) é considerada um método fácil e acessível, e baseia-se na relação linear entre a FC e o gasto energético. O instrumento que vem sendo amplamente utilizado é o monitor de frequência cardíaca que, além de mensurar os batimentos cardíacos por minuto, pode armazenar os dados permitindo a transferência para um computador por meio de um software específico. A FC pode fornecer uma indicação da intensidade, duração e frequência da atividade, porém sua precisão para a medida de gasto energético é limitada. Isso se deve ao fato da influência de alguns fatores independentes da atividade física, como o aumento da temperatura ambiente e da umidade, hidratação, fadiga e respostas emocionais sobre a FC (SCHOELLER et al., 1990; ASTRAND et al., 2006).

### **3.2. Métodos de mensuração de gasto energético**

A taxa de metabolismo basal ou de repouso, o efeito térmico dos alimentos e a atividade física são os componentes do gasto energético diário total. Entre 18 e 30% do dispêndio total de energia corporal é atribuída a atividade física isoladamente (MELO et al., 2008). Geralmente é apresentado em quilocalorias por

minuto ( $\text{kcal}\cdot\text{min}^{-1}$ ) ou por múltiplos do valor metabólico basal (MET), expressão utilizada para demonstrar o despêndio energético de repouso relativo à massa corporal. Em sujeitos normoponderais, uma unidade de MET equivale, em média, ao consumo de oxigênio de  $3,5 \text{ mL}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  (WILMORE; COSTILL, 2001).

### **3.2.1. Água duplamente marcada**

O princípio deste método é a ingestão de água marcada com isótopos de deutério e oxigênio. A medida da concentração dos isótopos na urina e no ar expirado permite o cálculo da demanda energética (MURGATROYD et al., 1993). Apesar de apresentar grande precisão nas medidas, a técnica tem um custo elevado e a necessidade de equipamentos especializados, restringindo a sua utilização em estudos mais amplos. Outra limitação importante é que o método não permite classificar o tipo e a intensidade da atividade física (MELANSON; FREEDSON, 1996).

### **3.2.2. Calorimetria direta**

O método de calorimetria direta mede a energia dispendida através da taxa de calor do corpo perdido para o ambiente e é realizada dentro de câmaras fechadas. Apresenta uma grande precisão e um ambiente apropriado para estudos controlados, porém tem como desvantagens o custo elevado, dificuldade de combinação com medidas invasivas e um ambiente artificial em relação às atividades realizadas na vida diária (SCHOELLER; RACETTE, 1990; MURGATROYD et al., 1993).

### **3.2.3. Calorimetria indireta**

A calorimetria indireta é um método que determina a produção de calor a partir da taxa de troca gasosa associada ao substrato energético predominante, através do cálculo do quociente respiratório (QR), que é a divisão do oxigênio consumido ( $\text{VO}_2$ ), pelo gás carbônico produzido ( $\text{VCO}_2$ ). A medida pode ser realizada em câmaras fechadas ou com aparelhos portáteis e móveis mensurando a troca respiratória. Tem como limitações o alto custo e a necessidade de adaptação dos indivíduos aos aparelhos. Por outro lado, o gasto energético também pode ser

estimado através da medida predita de consumo de oxigênio, sem a medida de gases expirados (SCHOELLER; RACETTE, 1990; MURGATROYD et al., 1993).

#### **3.2.4. Outros métodos**

Também é possível estimar o gasto energético a partir de monitoração da frequência cardíaca, acelerometria e questionários (BARROS et al. 2003).

### **3.3. Métodos de medida de aptidão cardiorrespiratória**

A potência aeróbia máxima ou consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) é uma medida que além de estabelecer a capacidade de execução de atividades físicas, também é um indicador de saúde relacionado à capacidade cardiovascular e respiratória, e os mecanismos oxidativos dos músculos. Durante a atividade física, o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) tende a aumentar juntamente com a carga de trabalho, até atingir um estágio onde ocorre um platô, não mostrando qualquer alteração mesmo com uma carga de trabalho adicional, e nesse ponto é determinado o consumo máximo de oxigênio (MCARDLE et al., 2003).

#### **3.3.1. Testes de consumo máximo de oxigênio**

Os testes podem ser realizados em ambientes abertos (testes de campo), como caminhada ou corrida em pista, os quais podem ser aplicados a um grande número de pessoas com um baixo custo, ou em ambientes laboratoriais, utilizando recursos ergométricos como esteiras, bicicletas ou bancos, ideais para testes graduais (com estágios progressivos e cargas crescentes), com um grau maior de controle e segurança. Os métodos de avaliação para a medida da capacidade cardiorrespiratória podem ser classificados em protocolos diretos, indiretos, máximos e submáximos (POWERS et al., 2000).

De acordo com o método de mensuração, os testes de  $VO_{2max}$  podem ser classificados em protocolos de medida direta e protocolos que envolvem valores preditos. O método com medida direta é considerado o padrão ouro por ser notadamente mais exato e preciso. Entretanto, devido à complexidade e ao alto custo envolvido no protocolo, a utilização dos recursos que envolvem a medida indireta ou valores preditos é mais comum (GUEDES; GUEDES, 2006).

Os protocolos de medida direta consistem na verificação de trocas gasosas (oxigênio e dióxido de carbono) pelo sistema respiratório, realizadas pelo avaliado quando é submetido a um teste de esforço progressivo até a exaustão, através de equipamentos de ergoespirometria. Os resultados podem ser apresentados em valores absolutos, expressos em litros por minuto ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ ), ou relacionados à massa corporal, expresso em mililitros por quilograma de peso corporal por minuto ( $\text{mL} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) (POWERS; HOWLEY, 2000).

No método de medida indireta, a predição de valores de  $\text{VO}_{2\text{max}}$  baseia-se na estreita associação entre a capacidade de trabalho muscular, expressa em watts por minuto ( $\text{W} \cdot \text{min}^{-1}$  ou *watts*. $\text{min}^{-1}$ ), ou em quilogrâmetro por minuto ( $\text{kgm} \cdot \text{min}^{-1}$ ), e o oxigênio consumido durante o teste de esforço físico. A partir da taxa de trabalho final encontrada no teste, é possível estimar o valor máximo de  $\text{VO}_2$  por meio de nomogramas, equações matemáticas e análises de regressão desenvolvidas a partir de medidas diretas e validadas para um segmento específico da população (ASTRAND et al., 2006; GUEDES; GUEDES, 2006).

O método de esforço máximo, direto ou indireto, é aquele no qual o avaliado é levado a sua exaustão voluntária e submetido à capacidade máxima do sistema cardiorrespiratório. Sua aplicação, além de determinar o estado funcional, também é importante em relação ao diagnóstico de doenças coronarianas. O teste é indicado para pessoas jovens e saudáveis, que não apresentam riscos coronários primários, assim como para atletas de alto rendimento. O teste pode ser interrompido por sinais ou sintomas de alguma anormalidade que impeçam a sua continuidade (ASTRAND et al., 2006).

Já o protocolo submáximo consiste no teste indireto de  $\text{VO}_{2\text{max}}$  baseado na resposta submáxima da FC predita. Normalmente, quando o avaliado alcançar 70-85% da frequência cardíaca máxima ( $\text{FC}_{\text{max}}$ ), estimada pela idade, o teste é interrompido. Em geral, a medida submáxima é recomendada, principalmente, em testes clínicos ou exames médicos onde o objetivo é examinar o sistema cardiovascular sob estresse funcional. Entretanto, para estimar  $\text{VO}_{2\text{max}}$  este método é pouco recomendado, visto que utiliza a  $\text{FC}_{\text{max}}$  como agente preditor, e, como foi descrito anteriormente, essa variável pode sofrer influência de alguns fatores independentemente do esforço (POWERS; HOWLEY, 2000; ASTRAND et al., 2006).

### **3.4. Métodos de medida de força muscular**

A força muscular pode ser medida e avaliada de forma isotônica, isocinética e isométrica. O teste de uma repetição máxima (1RM) é a medida isotônica ou dinâmica mais utilizada, e refere-se à quantidade máxima de peso levantado uma única vez de forma correta durante a realização de um exercício predeterminado de levantamento de peso ou musculação. Os exercícios mais usados para o teste de 1RM são o desenvolvimento supino e agachamento para os membros superiores e inferiores respectivamente (FLECK et al., 2006).

As principais variáveis analisadas num teste isocinético são o pico de torque, que é um excelente indicador da máxima força produzida por um indivíduo, e o trabalho total que revela a capacidade de um indivíduo produzir força ao longo da amplitude de movimento total. Os equipamentos utilizados nesta medida são complexos e de alto custo. O principal teste isocinético é a avaliação muscular de quadríceps (extensão do joelho) realizado numa cadeira específica onde os sujeitos ficam fixados pela coxa, pelve e tronco (BROWN et al., 2001)

A medida de força muscular isométrica ou estática é realizada, geralmente, por aparelhos específicos denominados dinamômetros. Um dos mais utilizados é o de medida de preensão manual, método que consiste na aferição da força máxima de tração manual sem o movimento dos braços, geralmente utilizando um aparelho portátil. O procedimento é rápido e de baixo custo. A postura para a realização do teste e o tempo de duração da contração muscular isométrica e o de recuperação entre as execuções variam segundo as recomendações de cada equipamento especificamente. Normalmente são realizadas três tentativas para cada mão e utiliza-se a média das três ou a melhor marca atingida, e a unidade utilizada é o quilograma/força (Kg/f) (SCHLUSSEL et al., 2008).

### **3.5. Inflamação, sistema imune e aterosclerose**

#### **3.5.1. Sistema imune e inflamação**

O sistema imune consiste de tecidos linfóides (medula óssea, timo, baço, linfonodos e vasos linfáticos), células imunes e mediadores químicos, e classifica-se em Imunidade Inata e Imunidade Adaptativa ou Adquirida. As células imunes

primárias são os leucócitos que se dividem em seis grupos básicos: eosinófilos, basófilos/mastócitos, neutrófilos, monócitos/macrófagos, linfócitos e células dendríticas. O sistema imune inato, que é a primeira linha de defesa contra os patógenos, está composto por barreiras epiteliais, leucócitos (neutrófilos, macrófagos e células *natural killer* (NK)), proteínas efetoras circulantes e citocinas. (ABBAS et al., 2008).

Durante sua ação ocorre o início do processo de resposta inflamatória. Já o sistema imune adaptativo, caracterizado pela memória imunitária, é mediado principalmente pelos linfócitos B, desenvolvidos na medula óssea com a função de produzir e liberar anticorpos na corrente sanguínea, e pelos linfócitos T, que são desenvolvidos no timo a partir de células precursoras imaturas, originárias da medula óssea, e que agem diretamente nas células infectadas induzindo-as a apoptose ou intensificando a resposta imune através da produção de citocinas (SILVERTHORN, 2003).

A inflamação se caracteriza quando o sistema imunitário é ativado por alguma lesão ou infecção tecidual, desencadeando uma série de reações que intensificam a sinalização química entre as células imunes, principalmente através da produção de citocinas. Os níveis plasmáticos desses marcadores inflamatórios, normalmente encontram-se aumentados em indivíduos com sobrepeso e obesidade, justificado pela afinidade histológica das células imunitárias e do tecido adiposo. Os tecidos linfáticos estão circundados intimamente por tecido adiposo branco, mostrando uma estrita relação tanto anatômica quanto funcional (GUIMARÃES et al., 2007; ABBAS et al., 2008).

### **3.5.2. Aterogênese**

Aterogênese é o processo de desenvolvimento de doença do sistema circulatório denominada aterosclerose. A doença geralmente consiste no acúmulo de lipídios, células imunes e elementos fibrosos, que se depositam na parede íntima do vaso arterial, e são responsáveis pela formação da placa gordurosa denominada ateroma (SILVERTHORN, 2003).

O processo aterosclerótico tem início a partir de uma lesão endotelial, provocada por hipertensão arterial, dislipidemias, hiperglicemia ou tabagismo, proporcionando uma complexa disfunção do endotélio. As principais reações são a

redução da produção do óxido nítrico (NO), alteração na permeabilidade endotelial e aumento da síntese de espécies reativas de oxigênio (EROs) que, na presença de moléculas de LDL menores e mais densas (lipoproteínas de baixa densidade / fenótipo B), promovem a oxidação das mesmas. Essas moléculas modificadas pela oxidação depositam-se na camada íntima das células endoteliais, potencializando a disfunção vascular (STEINBERG, 1997).

O acúmulo de LDL oxidadas (LDL-ox) estimula a célula endotelial na produção de moléculas de adesão celular ICAM-1 (*Intercellular Adhesion Molecule-1*), VCAM-1 (*Vascular Cell Adhesion Molecule-1*) e Selectina, promovendo a aderência e transmigração de monócitos/macrófagos para a região. Dentro da parede íntima as moléculas de LDL-ox são fagocitadas pelos macrófagos e estes originam as células espumosas. Nesse ponto, a inflamação local já está caracterizada e desencadeia uma cascata sistêmica de síntese de marcadores plasmáticos inflamatórios, que, por sua vez, aumentam o recrutamento, a infiltração e a ativação de outras células imunes, principalmente os leucócitos T. Esses marcadores podem ser classificados em citocinas (pró e anti-inflamatórias), adipocinas, chemocinas, marcadores inflamatórios derivados dos hepatócitos, marcadores de consequência da inflamação e algumas enzimas (ABBAS et al., 2008).

Com a inflamação crônica estabelecida, a placa de ateroma tende a crescer na direção da luz do vaso, mediada pelo aumento de moléculas de colesterol e células imunitárias que, conseqüentemente, estimulam uma liberação maior de mediadores químicos e síntese de fatores de crescimento. Isso promove a migração e proliferação de células musculares lisas que secretam uma matriz extracelular, formando assim uma capa fibrosa e necrose das células espumosas, liberando colesterol numa massa expandida no centro do ateroma. A placa, em seu processo de crescimento lento, pode adquirir um tamanho capaz de dificultar a passagem de sangue pelo vaso, podendo obstruí-lo totalmente, ou romper-se, liberando pequenas partículas do ateroma na circulação sanguínea (HACKAM et al., 2003; LAU et al., 2005).

### **3.5.3. Biomarcadores Inflamatórios**

#### **3.5.3.1. Citocinas**

As citocinas são pequenas proteínas solúveis, secretadas por leucócitos e outras células que têm por função modular a resposta do sistema imune, podendo atuar, também, no sistema nervoso e sistema endócrino. Suas propriedades principais são: possuir funções pleiotrópicas e redundantes, sua secreção ser breve e autolimitada, influenciar a síntese e ações de outras citocinas, possuir ação local ou sistêmica e, iniciar suas ações pela ligação de receptores específicos nas células alvo, podendo alterar a expressão gênica dessas células, modificando suas funções e estimulando a proliferação (ABBAS et al., 2008). As principais citocinas pró-inflamatórias, que além de serem marcadores de risco, que estão envolvidas no processo aterogênico são o fator de necrose tumoral-alfa (TNF- $\alpha$ ), a interleucina1-beta (IL-1 $\beta$ ) e a interleucina-6 (IL-6) (LAU et al., 2005).

##### **3.5.3.1.1. Fator de necrose tumoral-alfa**

O Fator de Necrose Tumoral é assim chamado porque, inicialmente, foi identificado como uma substância encontrada no soro de animais tratados com lipopolissacarídeos, que desenvolviam necrose tumoral in vivo, e, de acordo com sua estrutura molecular, apresenta duas versões: alfa e beta. O TNF- $\alpha$  é sintetizado, principalmente, por fagócitos mononucleares (macrófagos) ativados como uma proteína de membrana tipo II não glicosilada, com extremidade aminoterminal intracelular e uma grande extremidade carboxiterminal extracelular. Sua principal função fisiológica é a de estimular o recrutamento de neutrófilos e monócitos para os locais de infecção ou lesão e ativação dessas células imunes (ABBAS et al., 2008).

Os níveis elevados desta citocina têm correlação com a síndrome metabólica e podem induzir à resistência insulínica, hipertrigliceridemia, aumento de LDL e redução de HDL circulantes, e está associado com a hipertensão arterial (WILLERSON et al., 2004). Em relação à sua ação vascular aterogênica, o TNF- $\alpha$  diminui a capacidade de vasodilatação reduzindo a disponibilidade de NO, estimula

a produção de moléculas de adesão celular e células musculares lisas, e aumenta a apoptose de células endoteliais (LAU et al., 2005).

#### **3.5.3.1.2. Interleucina 1-beta**

As interleucinas apresentam essa nomenclatura pelo fato de que suas ações mediadoras de sinalização se restringem entre os leucócitos. A IL-1 $\beta$  é sintetizada como uma proteína precursora, com cadeia de 269 aminoácidos clivada por uma enzima conversora com 153 aminoácidos e um pró segmento, sendo produzida por fagócitos mononucleares ativados, neutrófilos, células epiteliais e endoteliais, células nervosas e células adrenais (ABBAS et al., 2008).

Demonstrando o efeito redundante das citocinas, suas funções são semelhantes às do TNF- $\alpha$ . Como mediador de inflamação local, aumenta a expressão de moléculas de adesão de leucócitos, porém, em grandes quantidades entra na circulação e exerce funções sistêmicas, juntamente com a TNF- $\alpha$ , tais como febre, síntese de proteínas e desgaste metabólico. Níveis plasmáticos elevados também estão associados à hipertrigliceridemia, à hipertensão arterial, ao aumento de LDL e redução de HDL sanguíneos e, conseqüentemente, à síndrome metabólica (ABBAS et al., 2008).

A ação vascular da IL-1 $\beta$  envolvida na aterogênese, além de estimular a produção das moléculas de adesão ICAM-1, VCAM-1 e selectina, também aumenta a expressão de fatores de crescimento e IL-6 (LAU et al., 2005).

#### **3.5.3.1.3. Interleucina 6**

A interleucina 6 constitui-se de um homodímero, com cada sub-unidade contendo quatro  $\alpha$ -hélices, produzida por macrófagos, células do endotélio vascular, fibroblastos e outras citocinas, principalmente TNF- $\alpha$  e IL-1 $\beta$ . Suas principais funções são a síntese de proteínas na fase aguda de inflamação pelos hepatócitos, especialmente a proteína C-reativa, o aumento da produção de neutrófilos e o estímulo do crescimento de linfócitos B (ABBAS et al., 2008).

Doenças inflamatórias e infecciosas provocam elevação aguda nos níveis circulatórios, enquanto que pequenos aumentos crônicos estão associados com obesidade, inatividade física, resistência insulínica, diabetes tipo 2 e DCV (WILLERSON et al., 2004). Assim como o TNF- $\alpha$  e IL-1 $\beta$ , também estimula a síntese

de moléculas de adesão celular, além de aumentar a migração e proliferação de células do tecido muscular liso (LAU et al., 2005).

### **3.5.3.2. Proteína C-Reativa**

Sintetizada principalmente pelo fígado e regulada por algumas citocinas, predominantemente pelas citadas anteriormente (TNF- $\alpha$ , IL-6 e IL-1 $\beta$ ), a proteína C-reativa é uma proteína de fase aguda do processo inflamatório que também apresenta respostas crônicas ao quadro de risco de doenças vasculares periféricas, assim como a aterosclerose (FRANCISCO et al., 2006; ABDELLAOUI et al., 2007).

Considerada não apenas um marcador do processo aterosclerótico capaz de prever futuros eventos coronarianos, mas também um agente envolvido diretamente na progressão e na desestabilização das placas de ateroma (KOENIG et al., 1999). Suas principais ações aterogênicas vasculares são (FRANCISCO et al., 2006):

- Diminui a liberação de NO;
- Estimula a expressão de ICAM-1 (*Intercellular Adhesion Molecule-1*) e VCAM-1 (*Vascular Cell Adhesion Molecule-1*);
- Aumenta os níveis de PAI-1 (inibidor do ativador de plasminogênio-1);
- Potencializa a expressão de TNF- $\alpha$ , IL-6 e IL-1 $\beta$ ;
- Estimula a migração e proliferação de células musculares lisas; e
- Aumenta a captação de LDL colesterol.

## **3.6. Atividade física, aptidão cardiorrespiratória, força muscular e saúde**

### **3.6.1. Atividade física e aptidão cardiorrespiratória**

A atividade física relacionada à saúde e seus diferentes instrumentos de medição e quantificação estão sendo muito estudados nos últimos anos em diferentes grupos e populações (BARROS; NAHAS, 2003). Em estudos populacionais de grande porte, os questionários, registros e recordatórios são os instrumentos mais utilizados com o objetivo de estimar os níveis de atividade física, principalmente por sua praticidade e baixo custo (SALLIS; OWEN, 1999). Mais recentemente, os sensores de movimento, particularmente os acelerômetros, vêm sendo utilizados com frequência em estudos de mensuração dos níveis de atividade

física, assim como em estudos de validação de questionários (SCHMIDT et al., 2003; YNGVE et al., 2003; CHEN et al., 2005; WARD et al., 2005; EKELUND et al., 2006; DAVIS et al., 2007; JACOBI et al., 2009; BOON et al., 2010).

Os níveis de atividade física são associados fortemente com a aptidão cardiorrespiratória que, conseqüentemente, também é bastante utilizada em estudos de validação dos métodos de medida da atividade física, principalmente em relação a questionários elaborados ou adaptados para diferentes populações em diversos países (SINGH et al., 2001; FOGELHOLM et al., 2006; AADAHL et al., 2007; KURTZE et al., 2008; EMAUS et al., 2010; PAPATHANASIOU et al., 2010; OTTEVAERE et al., 2011).

Em estudo de validação realizado na Noruega com 108 homens jovens, com idade entre 20 e 39 anos de idade, Kurtze e colaboradores (2008) avaliaram a confiabilidade da atividade física estimada pelo questionário auto-administrado IPAQ (*International Physical Activity Questionnaire*), versão curta, com registro dos últimos sete dias, e a capacidade cardiorrespiratória mensurada em teste de  $VO_{2max}$  com medida direta em esteira. Os resultados mostraram que, as atividades vigorosas foram mais fortemente correlacionadas com o  $VO_{2max}$ : 0,36, 0,40 e 0,41 ( $p \leq 0,01$ ) para dias por semana, horas por dia e atividade total, respectivamente.

Papathanasiou e colaboradores (2010) realizaram um estudo semelhante em 113 homens e 105 mulheres, com idades entre 20 e 29 anos, para validação do mesmo questionário, porém adaptado à população grega, utilizando a capacidade aeróbia predita por meio de tempo de duração em teste indireto em esteira. Seus resultados também mostraram maior correlação para as atividades físicas vigorosas, 0,42 ( $p < 0,001$ ) para os homens e 0,41 ( $p < 0,001$ ) para as mulheres.

Um grupo de pesquisadores finlandeses realizou um estudo de validação da versão curta do IPAQ, tendo como critério de referência a aptidão cardiorrespiratória (FOGELHOLM et al., 2006). A amostra contou com 951 homens saudáveis, com idades entre 21 e 43 anos, e o  $VO_{2max}$  foi estimado por teste indireto em cicloergômetro. A frequência semanal de atividades físicas vigorosas, que foi categorizada em seis grupos, mostrou uma associação positiva linear com aptidão aeróbia através de todas as categorias. Quando os autores classificaram a amostra em quintis do tempo semanal de prática de atividade física, a média do  $VO_{2max}$  estimado apresentou associação positiva até o quarto quintil. Devido a uma possível

superestimativa, o quinto e mais ativo grupo do IPAQ apresentou uma média de  $VO_{2max}$  inferior ao quarto grupo.

Na Dinamarca, outro estudo comparou os níveis de atividade física obtidos através de um questionário que determina um escore em METs de 24 horas, validado anteriormente pelos próprios autores, e a aptidão cardiorrespiratória obtida por teste direto de  $VO_{2max}$  realizado em cicloergômetro. A amostra foi composta por 53 homens e 47 mulheres com idade entre 35 e 65 anos, recrutados a partir de uma amostra aleatória dos participantes de um estudo de intervenção denominado *Inter99*. A atividade física vigorosa diária (>6 METs) mostrou associação positiva com  $VO_{2max}$  ( $p=0,0001$ ,  $R^2=0,76$ ), mesmo quando ajustada por sexo, idade, peso e atividade física total (AADAHL et al., 2007).

Singh e colaboradores (2001) verificaram a correlação entre os níveis de atividade física por questionário e capacidade cardiorrespiratória por teste indireto em esteira rolante em 91 afro-americanos (53 mulheres e 38 homens), com idade média de 49 anos. Os resultados mostraram correlação significativa somente entre os homens para atividade física total ( $r=0,23$ ,  $p<0,05$ ), moderada ( $r=0,21$ ,  $p<0,05$ ) e vigorosa ( $r=0,17$ ,  $p<0,05$ ).

Em estudo realizado na Noruega, Emaus e colaboradores (2010) analisaram uma sub-amostra do estudo de base populacional da cidade de *Tromso*, composta por 154 mulheres e 151 homens com idade entre 40 e 44 anos. Foram aplicados questionários e testes diretos e máximos de  $VO_{2max}$  em esteira rolante. A atividade física auto-relatada no tempo de lazer foi significativamente correlacionada com a aptidão aeróbia em ambos os sexos ( $r=0,40$  para as mulheres, e  $r=0,44$  para os homens,  $p<0,001$ ). Já a atividade física ocupacional não apresentou semelhante correlação ( $r=0,07$  para as mulheres, e  $r=0,02$  para os homens).

Notadamente é possível verificar na literatura recentes estudos de validação de instrumentos para a infância e adolescência. Ottevaere e colaboradores (2011) realizaram um estudo multicêntrico com 1696 adolescentes europeus, 792 do sexo masculino e 904 do sexo feminino, com idade entre 12,5 e 17 anos. Os pesquisadores compararam os níveis de atividade física determinados por questionário auto-relatado (IPAQ adaptado, versão longa) e acelerometria (*Actigraph*), com a capacidade cardiorrespiratória medida por teste indireto de campo (vai-e-vem de 20 metros). Os resultados demonstraram que ambos os métodos foram moderadamente correlacionados com estimativa de  $VO_{2max}$ . A maior

correlação foi verificada nas atividades físicas vigorosas: pelo questionário (masculino  $r=0,26$ ; feminino  $r=0,19$ ;  $p=0,01$ ); e pelo acelerômetro (masculino  $r=0,25$ ; feminino  $r=0,30$ ;  $p=0,01$ ).

Em resumo, a literatura aponta para correlações moderadas entre atividade física estimada por questionário e aptidão aeróbia, mensurada tanto por testes diretos quanto indiretos. Claramente as atividades de intensidade vigorosa são as que apresentam maior correlação quando são comparadas as medidas de aptidão cardiorrespiratória e atividade física. É importante ressaltar que os coeficientes de correlação não são os melhores indicadores de concordância entre duas medidas contínuas (BLAND et al., 1986). No entanto, como a maioria dos estudos citados utiliza tal medida, optamos por descrevê-la nessa seção.

### **3.6.2. Atividade física, aptidão cardiorrespiratória e síndrome metabólica**

O nível elevado de atividade física e a alta capacidade cardiorrespiratória apresentam uma forte associação inversa com alguns fatores de risco de doenças cardíacas e arteriais, principalmente com relação ao grupo de fatores associados à síndrome metabólica, como pressão arterial, glicemia, perfil lipídico e adiposidade abdominal (LAAKSONEN et al., 2002; TWISK et al., 2002; LAKKA et al., 2003; GRUNDY et al., 2004; PALANIAPPAN et al., 2004; FORD; LI, 2006; EKELUND et al., 2007).

A relação da atividade física, aptidão cardiorrespiratória e pressão arterial pode ser justificada por alguns mecanismos fisiológicos, com destaque à diminuição do débito cardíaco e à redução da resistência periférica através da atividade neural simpática. As adaptações metabólicas proporcionadas pela prática da atividade física, preferencialmente de caráter aeróbio, atuam no controle da pressão arterial reduzindo os níveis plasmáticos de noradrenalina e aumentando na circulação algumas substâncias vasodilatadoras (MARCEAU et al., 1993; FAGARD et al., 1994; WAREHAM et al., 2000).

A resistência insulínica, cuja disfunção é ligada intimamente ao desenvolvimento da diabetes tipo 2, apresenta uma relação inversa com o condicionamento cardiorrespiratório, independente de outros fatores de riscos cardiovasculares, como composição corporal e histórico familiar (MANSON et al., 1992). Os benefícios sobre a hiperglicemia e resistência à insulina das atividades

físicas aeróbias, associadas com modesta perda de peso, foram descritas por Toledo e colaboradores através da melhoria da capacidade oxidativa do músculo esquelético, principalmente pelo aumento da atividade enzimática mitocondrial (TOLEDO et al., 2007).

A capacidade oxidativa, predominantemente do músculo esquelético de contração lenta, também pode exercer uma importante influência no metabolismo dos lipídeos e lipoproteínas. Notadamente, indivíduos ativos fisicamente apresentam menores níveis plasmáticos de triglicerídeos e LDL (lipoproteína de baixa densidade), e maiores níveis de HDL (lipoproteínas da alta densidade), quando comparados com indivíduos inativos fisicamente (FORD; LI, 2006).

Halle e colaboradores observaram os níveis de partículas de LDL do fenótipo B (sub-fração do LDL considerada mais aterogênica) em 40 homens hipercolesterolêmicos, com idade média de 35 anos, divididos em grupos de ativos e inativos fisicamente, de acordo com atividade física avaliada por questionário. Também foi estimada a média do  $VO_{2max}$  através de teste indireto: ativos fisicamente ( $57.3 \pm 7.4 \text{ mL} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) e inativos fisicamente ( $37,5 \pm 8,8 \text{ mL} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ). O grupo dos sujeitos com maiores níveis de atividade física apresentou menores níveis plasmáticos de LDL fenótipo B quando comparados com o grupo dos sujeitos menos ativos fisicamente e baixa aptidão cardiorrespiratória (HALLE et al., 1997).

Outro estudo, com 125 homens jovens saudáveis com idade média de  $26 \pm 5$  anos, demonstrou que, o grupo dos indivíduos com maior condicionamento cardiorrespiratório ( $VO_{2max} > 50 \text{ mL} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ), apresentou menores níveis da sub-fração de LDL aterogênica e altos níveis de HDL-2 (principal sub-fração antiaterogênica), quando comparados ao grupo com  $VO_{2max} < 40 \text{ mL} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  (HALLE et al., 1997; HALLE et al., 1999). Sanchez-Quesada e colaboradores avaliaram 76 adultos jovens normolipidêmicos (48 homens e 28 mulheres), com a média de idade de 34 anos, classificados em ativos e inativos fisicamente em relação à suscetibilidade da oxidação da LDL fenótipo B por espécies reativas de oxigênio (etapa importante no processo aterosclerótico). Os resultados mostraram que os sujeitos fisicamente ativos apresentaram maior resistência à modificação oxidativa (SANCHEZ-QUESADA et al., 1997).

Os baixos níveis de atividade física e condicionamento aeróbio estão associados com o excesso de peso (LAKKA et al., 2003; FORD, 2005). O quadro inflamatório de baixa intensidade caracterizado em obesos, bem como a resposta imunológica

associada, estão relacionados com a ativação de alguns biomarcadores de risco. Essas substâncias são chamadas assim porque indicam inflamação crônica e têm participação fundamental na aterogênese (WILLERSON; RIDKER, 2004; COSTA et al., 2006). Panagiotakos e colaboradores demonstraram em seu estudo, uma relação inversa entre atividade física regular e biomarcadores inflamatórios circulantes, independentemente do gênero, idade, tabagismo, índice de massa corporal, glicemia e perfil lipídico (PANAGIOTAKOS et al., 2005).

### **3.6.3. Atividade física, aptidão cardiorrespiratória, força muscular e biomarcadores inflamatórios**

Estudos observacionais demonstraram que a prática de atividade física regular e/ou elevado condicionamento cardiorrespiratório estão associados com os mediadores inflamatórios nas diferentes etapas da vida das pessoas (ABRAMSON et al., 2002; CHURCH et al., 2002; FORD, 2002; WANNAMETHEE et al., 2002; REUBEN et al., 2003; ARONSON et al., 2004; COLBERT et al., 2004; ELOSUA et al., 2005; PITSAVOS et al., 2005; HJELSTUEN et al., 2006; KULLO et al., 2007; HAMER; STEPTOE, 2008; MAJKA et al., 2009; YU et al., 2009; STEENE-JOHANNESSEN et al., 2010; MARQUES-VIDAL et al., 2011; MARTINEZ-GOMEZ et al., 2012).

Alguns estudos não apresentaram os mesmos resultados e outros ainda não mostraram a mesma associação quando seus resultados foram ajustados a alguns fatores de confusão, principalmente composição corporal (PISCHON et al., 2003; VERDAET et al., 2004; NAZMI et al., 2008; RUBIN et al., 2008; ARSENAULT et al., 2009). Além disso, uma série de outros fatores também pode afetar essa associação, tais como as diferenças nas características dos sujeitos, o momento das coletas de sangue, diferentes ensaios laboratoriais para medir os marcadores inflamatórios, tabagismo, entre outros. Em relação à atividade física, as discrepâncias podem ser explicadas também pelos diferentes métodos de mensuração e pontos de corte para determinar se o indivíduo é ativo ou não (WILUND, 2007).

Alguns estudos prospectivos de base populacional forneceram fortes evidências da relação inversa da proteína C-reativa, biomarcador circulatório de inflamação crônica mais presente na literatura, com a atividade física auto-relatada,

independentemente dos fatores de confusão (ABRAMSON; VACCARINO, 2002; FORD, 2002; WANNAMETHEE et al., 2002; MAJKA et al., 2009), embora essa conclusão não seja unânime (VERDAET et al., 2004; NAZMI et al., 2008).

Os resultados de um estudo realizado na Espanha (*MESA – Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis*) com uma amostra de 6.142 homens e mulheres com idade entre 45 e 84 anos, apontaram que um maior nível de atividade física moderada a vigorosa apresentou uma forte relação inversa com a proteína C-reativa, independente da composição corporal. Após ajustado os níveis de proteína C-reativa foram de 4,23mg/L no tercil inferior de atividade física (<2.760 METs-minutos/semana) e 3,02mg/L no tercil superior ( $\geq$ 6.690 METs-minutos/semana),  $p < 0,05$  (MAJKA et al., 2009).

Em outro grande estudo populacional denominado *NHANES III (National Health and Nutrition Examination Survey III)*, Ford (2002) analisou entre 1988 e 1994, 13.748 adultos norte-americanos com 20 anos de idade ou mais. O nível de atividade física no período de lazer realizado no mês anterior foi classificado em quatro categorias: nenhuma, leve, moderada e vigorosa. Numa regressão logística, o autor verificou que, quanto maior o nível de atividade física relatada, maior a proteção contra os níveis de proteína C-reativa: 0.98 (0.78–1.23), 0.85 (0.70–1.02) e 0.53 (0.40–0.71);  $p < 0.001$ , para atividade física leve, moderada e vigorosa, respectivamente, em relação a nenhuma atividade física.

Abramson e colaboradores (2002) realizaram outra análise utilizando uma sub-amostra do estudo citado anteriormente (*NHANES III*). Os autores analisaram 3.638 homens e mulheres norte-americanos aparentemente saudáveis com mais de 40 anos de idade. A atividade física foi determinada pela frequência dos participantes em atividades pré-determinadas no questionário, verificando o número total de vezes realizado no último mês. A prática de atividade física mais de 22 vezes por mês foi associado significativamente a uma redução de 37% do risco de apresentar a proteína C-reativa elevada em comparação com a realização de 3 vezes ou menos por mês.

Corroborando com essas evidências, estudo transversal intitulado *The British Regional Heart Study*, analisou 3.810 homens ingleses com idade entre 60 e 79 anos. A média ajustada de proteína C-reativa no grupo que praticava atividade física moderada a vigorosa foi de 1,43mg/L contra 2,29mg/L do grupo sem prática de atividade física ( $p < 0,0001$ ) (WANNAMETHEE et al., 2002).

Por outro lado, Nazmi e colaboradores (2008) em seu estudo com 3.289 indivíduos brasileiros, adultos jovens (1.919 homens e 1.370 mulheres) com 22-24 anos de idade, não encontraram diferença significativa dos níveis de proteína C-reativa entre o grupo inativo e o grupo ativo fisicamente. Neste caso o nível de atividade física foi dicotomizado, utilizando o IPAQ versão longa, determinando os minutos de atividade física moderada por semana e classificando os sujeitos em grupo inativo fisicamente (prática de <150 minutos/semana) e grupo ativo fisicamente (prática de ≥150 minutos/semana).

Anteriormente, outro estudo que utilizou uma sub-amostra do *BELSTRESS* (estudo prospectivo da Bélgica), analisou 892 homens belgas, adultos e caucasianos com idade média 49,5 anos, e após ajustar os resultados também não verificou associação entre as variáveis. Os níveis circulatórios de proteína C-reativa foram semelhantes entre o grupo que realizava atividade física no período de lazer, numa intensidade que proporcionasse grande aumento na respiração, ritmo cardíaco, e transpiração, de pelo menos 20 minutos, três vezes por semana ou mais, e o grupo sem atividade física alguma (VERDAET et al., 2004).

Considerando outros biomarcadores circulatórios além da proteína C-reativa, mais estudos com grande número amostral apresentaram associação entre o grau de inflamação e o nível de atividade física (REUBEN et al., 2003; PISCHON et al., 2003; COLBERT et al., 2004; PITSAVOS et al., 2005; HAMER et al., 2008; YU et al., 2009; MARQUES-VIDAL et al., 2011).

O estudo suíço de base populacional denominado *CoLaus*, realizado com 2.884 homens e 3.201 mulheres (idade média de 53,5 e 52,6 anos, respectivamente) analisou a relação entre inflamação sub-clínica (proteína C-reativa, TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$  e IL-6) e seus determinantes, entre eles a prática de atividade física no lazer. Esta foi categorizada de maneira dicotômica: sim (≥2 horas/semana) ou não (<2 horas/semana). A média dos resultados não ajustados mostrou que a IL-6 foi de 1,63mg/L e 1,41mg/L ( $p<0,001$ ), o TNF- $\alpha$  foi de 2,99pg/L e 2,85pg/L ( $p<0,05$ ), e a proteína C-reativa foi de 1,6pg/mL e 1,1pg/mL ( $p<0,001$ ), para os grupos sim e não, respectivamente. A IL-1 $\beta$  não apresentou diferença significativa entre os grupos de atividade física: sim=1,19pg/mL e não=1,17pg/mL. Após o ajuste dos resultados apenas os níveis de proteína C-reativa mantiveram a associação significante com a atividade física de lazer ( $p<0,001$ ) (MARQUES-VIDAL et al., 2011).

Em outro estudo, pesquisadores britânicos analisaram o tempo total de caminhada por semana e níveis de biomarcadores inflamatórios. A amostra foi constituída de 185 adultos britânicos saudáveis, 107 homens e 78 mulheres, com idade de 45 a 59 anos. O tempo total de caminhada por semana fora de casa e no trabalho foi dividido em tercís. Uma análise múltipla de regressão linear, ajustando os valores para idade, IMC, pressão arterial sistólica, sexo, tabagismo, álcool, status sócio-econômico e frequência de atividade física vigorosa, revelou que o tempo total de caminhada (min/semana) foi inversamente relacionado ao TNF- $\alpha$ :  $\beta=-0,16$ ;  $B=-0,0006$ ;  $IC95\%=-0,0001-0,0001$ ;  $p=0,039$ . Enquanto que uma tendência não significativa foi observada para a IL-6:  $\beta=-0,12$ ;  $B=-0,0003$ ;  $IC95\%=-0,0001-0,0001$ ;  $p=0,087$  (HAMER et al., 2008).

Colbert e colaboradores (2004) realizando uma análise transversal de um estudo de coorte norte-americano denominado *Health, Aging and Body Composition Study* verificou uma tendência linear negativa de TNF- $\alpha$ , IL-6 e proteína C-reativa com a prática de atividade física em 2.964 idosos (homens e mulheres brancos e negros) com idade entre 70 e 79 anos. Os níveis de atividade física foram estimados por um recordatório dos últimos 12 meses, de acordo com os minutos de prática por semana, e categorizados em: 0 minuto/semana, >0 a <180 minutos/semana, e >180 minutos/semana. Os resultados mostraram que quanto maior o nível de atividade física, menores foram os níveis dos biomarcadores. Porém, a diferença entre o grupo de >180 minutos/semana e o grupo de 0 minuto/semana, após ajuste de todos os fatores de confusão, foi significativa apenas para a IL-6 ( $p<0,01$ ) e o TNF- $\alpha$  ( $p<0,05$ ).

Semelhante estudo norte-americano avaliou 870 idosos, homens (47%) e mulheres (53%), com a idade entre 70 a 79 anos, analisando atividade física, IL-6 e proteína C-reativa. Os autores verificaram nos resultados que, o grupo com atividade física de lazer mais intensa apresentou menores taxas de biomarcadores inflamatórios. Para o propósito deste estudo o tercil superior dos biomarcadores (IL-6  $\geq 3,8$ pg/mL e proteína C-reativa  $\geq 2,6$ mg/mL) foi utilizado para comparar os grupos de atividade física de lazer leve e intensa. A razão de *odds* ajustada (intervalo de confiança de 95%) da IL-6 foi 0,65 (0,48–0,87) e da proteína C-reativa foi 0,70 (0,51–0,95), para a atividade física intensa comparada com a atividade física leve. Porém quando foi considerada a atividade física total, apenas a proteína C-reativa

absoluta apresentou diferença significativa entre os grupos (leve=3,84mg/L vs. intensa=2,63mg/L),  $p<0,05$  (REUBEN et al., 2003).

Pitsavos e colaboradores (2005) realizaram um estudo na Grécia relacionando atividade física e inflamação em adultos (1.514 homens e 1.528 mulheres), com idade superior a 18 anos, sendo que, 701 indivíduos (33% dos homens e 13% das mulheres) foram classificados como portadores de síndrome metabólica. O escore de atividade física foi categorizado em tercís e os sujeitos que reportaram não praticar nenhuma atividade física foram classificados como sedentários. Após ajustado através de uma análise múltipla de regressão, os resultados mostraram que os portadores de síndrome metabólica do tercil superior de atividade física, em comparação com os sedentários, tinham níveis de biomarcadores inflamatórios significativamente mais baixos: proteína C-reativa ( $p<0,001$ ), IL-6 ( $p<0,001$ ) e TNF- $\alpha$  ( $p=0,03$ ). Resultados semelhantes foram encontrados nos indivíduos sem a síndrome metabólica: proteína C-reativa ( $p<0,001$ ), IL-6 ( $p<0,001$ ) e TNF- $\alpha$  ( $p=0,02$ ).

Um estudo realizado na China com uma amostra de 3.289 homens e mulheres chineses de meia-idade e idosos (50-70 anos de idade) com síndrome metabólica, verificou a associação proteína C-reativa e IL-6 com os níveis de atividade física (baixo, médio e alto). Os resultados demonstraram que, após ajustados aos fatores de confusão, apenas a proteína C-reativa apresentou diferenças significativas entre os grupos: baixo=1,58mg/L; médio=1,74mg/L; e alto=1,27mg/L;  $p=0,0078$  (YU et al., 2009).

Pischon e colaboradores (2003), em seu estudo com 405 homens (40-75 anos de idade) e 454 mulheres (25-42 anos de idade) norte-americanos, também encontraram uma associação similar entre a atividade física absoluta e os níveis circulantes de biomarcadores inflamatórios proteína C-reativa e IL-6. Os sujeitos que praticavam atividade física mais de 4 horas por semana apresentaram níveis menores de IL-6 (6%) e proteína C-reativa (49%) quando comparados aos sujeitos que praticavam menos de 30 minutos por semana. No entanto, após o ajuste para o IMC, nenhuma dessas associações foi estatisticamente significativa.

Na literatura, entre os estudos que avaliaram a associação entre biomarcadores inflamatórios e aptidão cardiorrespiratória, a maioria das publicações demonstrou a relação inversa mesmo quando ajustada para os fatores de confusão (CHURCH et al., 2002; ARONSO et al., 2004; KULLO et al., 2007; STEENE-JOHANNESSEN et al., 2010).

Church e colaboradores (2002) analisaram 722 homens (brancos, não-hispânicos, com a idade entre 40 e 60 anos), participantes do estudo norte-americano e concluíram que a proteína C-reativa plasmática foi inversamente relacionada com capacidade aeróbia ( $p < 0,001$ ), determinada através de um teste de esforço máximo em esteira (protocolo de Balke modificado) com medida indireta. A razão de *odds* para a proteína C-reativa elevada ( $> 1,84 \text{ mg/L}$ ) foi de 3,2 (IC95% 1,8–5,8;  $p < 0,0001$ ) para os homens do quintil inferior em comparação aos homens do quintil superior da aptidão cardiorrespiratória, mesmo quando ajustada para o percentual de gordura corporal e circunferência da cintura.

Com as mesmas características, outro estudo corrobora esses resultados. Pesquisadores norte-americanos avaliaram 170 homens, com idade média de  $51 \pm 9,3$  anos, e constataram uma correlação entre o  $\text{VO}_{2\text{max}}$  (determinado em teste de esforço máximo em esteira com medida direta) e a proteína C-reativa (*log*)  $r = 0,40$  ( $p < 0,0001$ ), e a IL-6 (*log*)  $r = 0,40$  ( $p < 0,0001$ ). Quando ajustado para idade, IMC, fatores de risco de doenças coronárias e variáveis de estilo de vida, os biomarcadores mantiveram-se inversamente relacionados com o  $\text{VO}_{2\text{max}}$  (*log* proteína C-reativa,  $p < 0,003$ ; *log* IL-6,  $p < 0,01$ ) (KULLO et al., 2007).

Um estudo israelita desenvolvido por Aronso e colaboradores (2004) verificou a relação capacidade aeróbia e proteína C-reativa em 1.640 indivíduos (1.060 homens e 580 mulheres), com a média de idade de  $50 \pm 10$  anos, divididos em três grupos: sujeitos com síndrome metabólica (três ou mais anormalidades metabólicas), sujeitos com uma ou duas anormalidades metabólicas, e sujeitos normais metabolicamente. A aptidão cardiorrespiratória foi determinada através de um teste gradual em esteira com medida indireta utilizando o protocolo de Bruce. Os valores achados foram divididos em quartis. Os valores ajustados das médias de proteína C-reativa mostraram uma forte relação inversa, em indivíduos que estavam no quartil superior comparados com aqueles no quartil inferior:  $1,48 \text{ mg/L}$  contra  $0,93 \text{ mg/L}$  nos sujeitos normais ( $p = 0,01$ );  $2,40 \text{ mg/L}$  contra  $1,66 \text{ mg/L}$  nos sujeitos com uma ou duas anormalidades metabólicas ( $p = 0,01$ ); e  $4,62 \text{ mg/L}$  contra  $2,20 \text{ mg/L}$  nos sujeitos com síndrome metabólica ( $p = 0,001$ ).

Entretanto, um recente trabalho de pesquisadores canadenses não apresentou relação entre aptidão cardiorrespiratória e biomarcadores inflamatórios (ARSENAULT et al., 2009). Participaram da pesquisa 272 franco-canadenses, 120 homens e 152 mulheres (idade média de  $38,2 \pm 13,9$  e  $35,5 \pm 12,5$  anos,

respectivamente). Foram mensurados os níveis de TNF- $\alpha$ , IL-6 e proteína C-reativa, e a capacidade de trabalho físico (considerada pelos autores como medida de aptidão cardiorrespiratória) determinada por meio de um teste de esforço submáximo progressivo em cicloergômetro e calculada pela frequência cardíaca. Após o ajuste para o acúmulo de tecido adiposo visceral, a capacidade de trabalho físico não foi associada com a variação dos biomarcadores inflamatórios em homens e mulheres. É provável que neste caso o teste de esforço pode ter subestimado a capacidade cardiorrespiratória visto que o método utilizado não foi o adequado para a amostra do estudo.

Em crianças e adolescentes também podemos verificar alguns estudos na literatura. Recentemente, um grupo pesquisadores noruegueses e dinamarqueses realizaram um estudo em 33 crianças e 37 adolescentes (idade de 9 e 15 anos, respectivamente), com uma distribuição homogênea entre os gêneros, divididos em dois grupos de acordo a circunferência abdominal. Foram mensurados os biomarcadores proteína C-reativa, TNF- $\alpha$  e IL-6, e o VO<sub>2</sub> de pico através de um teste progressivo até a exaustão utilizando um ciclo ergômetro com medida direta. Quando ajustados para o sexo, idade e estágio puberal, a proteína C-reativa foi o único marcador que apresentou correlação significativa com a aptidão cardiorrespiratória ( $r=-58$ ,  $p<0,01$ ) (STEENE-JOHANNESSEN et al., 2010).

Na literatura, podemos verificar o número baixo de estudos que analisaram a associação dos níveis de atividade física, aptidão cardiorrespiratória e biomarcadores inflamatórios (ELOSUA et al., 2005; HJELSTUEN et al., 2006; RUBIN et al., 2008; MARTINEZ-GOMEZ et al., 2012). Porém os achados das pesquisas existentes não divergem dos resultados descritos anteriormente.

Rubin e colaboradores (2008) realizaram um estudo em 120 adolescentes norte-americanos, 60 meninos e 60 meninas, com idade entre 10 e 14 anos. Os autores avaliaram composição corporal, níveis de atividade física vigorosa, potência aeróbia máxima predita (teste submáximo em cicloergômetro), e algumas citocinas (adinetina, resistina, TNF- $\alpha$  e IL-6). Os resultados mostraram que os sujeitos com altos níveis de atividade física vigorosa apresentaram maiores índices de aptidão aeróbia nos meninos, assim como menores concentrações de IL-6 nos meninos com peso corporal normal. Curiosamente, nos adolescentes com sobrepeso, os resultados mostraram que os níveis de TNF- $\alpha$  foram menores no tercil inferior de atividades físicas vigorosas. Mesmo caso da IL-6 em relação às meninas. Porém

essas diferenças não foram estatisticamente significativas, talvez pelo fato de também utilizar um método que provavelmente subestima a aptidão aeróbia.

Na Noruega foi realizado um estudo com 177 indivíduos do sexo masculino com sobrepeso (IMC médio de  $29.3 \pm 2.6$ ), idade média de  $56 \pm 8,6$  anos, não ativos fisicamente, e portadores de hipertensão arterial com uso de medicação. Os autores analisaram os níveis de atividade física por meio de um questionário, a capacidade aeróbia predita através de um teste submáximo de tempo até exaustão em cicloergômetro com carga gradual, e as concentrações de proteína C-reativa. Em relação aos níveis de atividade física, a proteína C-reativa não apresentou associação, contudo mostrou uma correlação inversa significativa em relação à capacidade aeróbia ( $p=0,015$ ), mesmo depois de ajustada para os fatores de risco cardiovasculares ( $p=0,017$ ) (HJELSTUEN et al., 2006).

Um estudo italiano denominado *InCHIANTI* avaliou a associação entre atividade física e inflamação em 1.004 idosos (440 homens e 564 mulheres) com 65 anos de idade ou mais (ELOSUA et al., 2005). Os níveis de atividade física, determinados através de questionário (auto-relato do último ano), foram utilizados para dividir a amostra em três grupos: 1) inativos (<1 hora/semana de atividades leves), 2) praticantes de atividades físicas leves (2-4 horas/semana de atividades leves), e 3) praticantes de atividades físicas moderadas a intensas ( $\geq 5$  horas/semana de atividades leves e  $\geq 1-2$  horas/semana de atividades físicas moderadas). Em relação à inflamação, foram medidas as concentrações de proteína C-reativa, TNF- $\alpha$ , IL-6, IL-1 $\beta$  entre outros. Os resultados ajustados para o IMC e descritos em logaritmo (*log*), mostraram que, quando comparados aos indivíduos inativos fisicamente do grupo 1, os homens do grupo 3 tiveram concentrações significativamente menores de proteína C-reativa ( $-0.59\text{mg/L}$ ,  $p<0,01$ ), e IL-6 ( $-0,28\text{pg/mL}$ ,  $p<0,05$ ), e as mulheres do grupo 3 apresentaram níveis significativamente menores de IL-6 ( $-0,25\text{pg/mL}$ ,  $p<0,01$ ).

Na mesma pesquisa, os autores ainda avaliaram a aptidão cardiorrespiratória em uma sub-amostra dos idosos ( $n=841$ ), utilizando um teste de medida indireta de caminhada de 400 metros, buscando uma associação com os biomarcadores inflamatórios. Os participantes foram estratificados por idade e sexo, e de acordo com o escore dos testes, classificados em tercis: aptidão baixa, intermediária e elevada. Após ajuste, comparando com o grupo de baixa aptidão, houve significância nos valores de *log* em homens com aptidão intermediária para menores

concentrações de proteína C-reativa (-0,28mg/L,  $p < 0,05$ ), e com aptidão elevada para níveis menores de proteína C-reativa e IL-6 (-0,32mg/L,  $p < 0,05$ ; e -0,27pg/mL,  $p < 0,01$ , respectivamente). Nas mulheres a significância foi encontrada nos menores níveis de proteína C-reativa (-0,20mg/L,  $p < 0,05$ ) do grupo com aptidão intermediária, e nas concentrações maiores de IL-1 $\beta$  (0,25pg/mL,  $p < 0,01$ ) do grupo com aptidão elevada (ELOSUA et al., 2005).

Algumas pesquisas com objetivos semelhantes utilizaram um método objetivo para medir os níveis de atividade física através da acelerometria, além dos métodos subjetivos tradicionais, como os questionários e os recordatórios.

Um exemplo disso é a recente publicação de um grupo de pesquisadores de diferentes países da Europa, na qual se caracteriza um corte transversal do estudo multicêntrico denominado *The HELENA Study* (MARTINEZ-GOMEZ et al., 2012). Neste estudo os autores verificaram níveis de atividade física e condicionamento aeróbio, e analisaram concentrações plasmáticas de alguns biomarcadores inflamatórios. A amostra consistiu de 1.025 adolescentes saudáveis, com idade entre 12,5 e 17,5 anos, residentes em dez países europeus diferentes. A atividade física foi mensurada por questionário específico para a idade, e por acelerometria utilizando o *ActhiGraph GT1M* (uniaxial) considerando o ponto de corte de 2000 e 4000 *counts*/minuto para as atividades físicas moderadas e vigorosas, respectivamente. A aptidão cardiorrespiratória foi determinada por um teste gradual de vai-e-vem de 20 metros (*20-m shuttle-run*), até a exaustão, com medida indireta. Por fim, os níveis sanguíneos de proteína C-reativa, IL-6 e TNF- $\alpha$  foram analisadas.

Segundo seus resultados, os autores concluíram que os níveis de atividade física total, moderada a vigorosa, e vigorosa, foram positivamente correlacionados a aptidão aeróbia. Na análise de regressão múltipla com marcadores inflamatórios como variáveis dependentes e as capacidades físicas como variáveis independentes ajustadas para idade, sexo, cidade e IMC, os níveis de atividade física não apresentaram associação significativa. Diferentemente da aptidão cardiorrespiratória que mostrou significância para as concentrações de proteína C-reativa (*log*):  $\beta = -0,124$ ;  $p = 0,011$  (MARTINEZ-GOMEZ et al., 2012).

Em populações assintomáticas e sem doenças estabelecidas, quando abordamos as variáveis biomarcadores inflamatórios e força muscular, especialmente utilizando a medida de preensão manual, verificamos uma lacuna na literatura em relação a estudos realizados com adultos jovens. Comumente as

pesquisas são direcionadas para os adultos de meia idade (TOMEY et al., 2009; BLAIN et al., 2012), e, principalmente, para os idosos (TAAFFE et al., 2000; CESARI et al., 2004; SCHAAP et al., 2006; HAMER et al., 2009; HSU et al., 2009; SCHAAP et al., 2009; TIAINEN et al., 2010; YOSHIDA et al., 2010).

Isto se deve ao fato que a força de preensão manual é um indicador de funcionalidade física na terceira idade. Estudos prospectivos mostram que altas concentrações de IL-6, proteína C-reativa e TNF- $\alpha$  estão associados com um risco de 2 a 3 vezes maior de redução considerável, aproximadamente de 40% de força muscular, demonstrando assim uma importante diminuição de funcionalidade física nos idosos (SCHAAP et al. 2006; SCHAAP et al. 2009).

Em análises transversais, os estudos em idosos mostraram que a força de preensão manual apresentou associação inversa significativa com a proteína C-reativa (TAAFFE et al., 2000; CESARI et al., 2004; HAMER et al., 2009; HSU et al., 2009; YOSHIDA et al., 2010), IL-6 (CESARI et al., 2004; TIANEN et al., 2010), e TNF- $\alpha$  (HSU et al., 2009), mesmo após os valores serem ajustados para os fatores de confusão. No entanto, os resultados de estudos aplicados em mulheres de meia idade não encontraram associação significativa entre qualquer biomarcador inflamatório com a força de preensão manual ou força muscular total (TOMEY et al., 2009; BLAIN et al., 2012).

### **3.7. Variações genéticas e sua associação com doenças, fatores de risco e atividade física**

A análise das variações genéticas presentes no genoma humano, através de avançadas técnicas de biologia molecular como o sequenciamento de DNA, permite a sua associação com as características fenotípicas dos indivíduos, susceptibilidade a diferentes doenças e fatores de risco a estas doenças. Uma das mais importantes fontes de variação genética são os polimorfismos de base única (*Single Nucleotide Polimorphisms* – SNP), quando ocorre a alteração de um único nucleotídeo na sequência do DNA (SUH et al., 2005).

Descrita há mais de 30 anos, a proteína p53 que contém 393 aminoácidos, é codificada pelo gene supressor de tumor *TP53*. Este gene é localizado no cromossomo 17p13.1, abrangendo 20kb em 11 exons, sendo o primeiro não codificante (DE MOURA GALLO et al., 2005). A p53, chamada de “Guardiã do

Genoma”, tem como função mais importante seu papel protetor como fator de transcrição. Através da ligação com elementos de resposta específicos no DNA, a p53 modula a transcrição de genes que determinam as principais defesas contra o crescimento tumoral, o que inclui controle do ciclo celular, apoptose, manutenção da integridade genética, inibição da angiogênese e senescência celular. A p53 também interage com diversas proteínas celulares, incluindo muitas que controlam a morte programada da célula. Estas interações moleculares podem contribuir para a função inibitória da p53 na tumorigênese. O mau funcionamento da via da p53 é quase uma marca universal em tumores humanos (WHIBLEY et al., 2009). A perda da função da p53 leva a uma proliferação celular incontrolada e promove o desenvolvimento do câncer (OLIVIER et al., 2009). Esta perda de função pode ser causada por alguns mecanismos, incluindo lesões que previnem a ativação da p53, mutações no gene *TP53* ou em mediadores da função da p53 (VOUSDEN et al., 2002).

O polimorfismo do códon 72 (dbSNP ID: rs1042522) do gene *TP53* é um SNP extensivamente estudado. O códon 72 pertence ao exon 4 do gene *TP53* e possui ambas as sequências CCC que codifica Prolina (Pro) e CGC que codifica Arginina (Arg) (Arg72Pro) (WANG et al., 1999); WHIBLEY et al. 2009). Este SNP tem sido relatado com a modificação do risco de muitos tipos de câncer, entre eles ao risco de câncer de tireóide (GRANJA et al., 2004), gástrico (YI et al., 2006), bexiga (PANDITH et al., 2010), cervical (YE et al., 2010), mama (KALEMI et al., 2005) e colorretal (PEREZ et al., 2006). Outra característica em relação ao SNP Arg72Pro é a sua distribuição diferencial entre populações distintas. Recentemente um estudo afirmou que a variante Prolina era mais prevalente entre Africanos e a variante Arginina entre Europeus (SUCHESTON et al., 2011).

Além de ter sido extensivamente relacionado ao câncer, este SNP já tem sido também associado a parâmetros reprodutivos como falhas na implantação de embriões após fertilização in vitro (HU, 2009). Ainda, este SNP tem sido associado a um aumento na prevalência de Diabetes tipo 2, baixos níveis de HDL uma tendência na associação com doenças cardiovasculares (SMITH et al., 2007; BURGDORF et al., 2011)

Recentemente, Wang e colaboradores revisaram o papel da p53 no exercício e metabolismo. De acordo com os autores, a p53 promove a função mitocondrial e o metabolismo aeróbico enquanto inibe a glicólise e o metabolismo anaeróbico através de múltiplas vias, antagonizando um fenótipo comum de células cancerosas. A p53

facilita a respiração mitocondrial para prevenir o estresse oxidativo e os danos ao DNA. Esta facilitação na respiração pela p53, que é acoplada a fosforilação oxidativa pode contribuir no aumento da capacidade do exercício aeróbico e a sua melhora com o treinamento. Estes fenômenos podem ser observados em camundongos e a sua significância em humanos ainda é desconhecida (WANG et al., 2012).

## **4. Metodologia**

### **4.1. Delineamento**

O presente estudo será observacional, com desenho transversal.

### **4.2. População alvo e amostra**

A amostra será constituída por 100 homens adultos jovens saudáveis, com idade entre 18 e 30 anos, residentes na cidade de Pelotas-RS, recrutados por conveniência através de convites informais, procurando representantes que, provavelmente, abrangerão diferentes IMCs. A inclusão somente de sujeitos do sexo masculino na amostra se justifica por esta ser a população que apresenta maior risco para eventos cardiovasculares e pelo fato que a grande maioria destes eventos é sofrida pelos homens.

### **4.3. Critérios de inclusão e exclusão**

Para participação no estudo, os indivíduos deverão apresentar condições físicas para a realização de um teste cardiorrespiratório de esforço máximo. Será realizada anamnese prévia no momento do recrutamento por meio do questionário *The Physical Activity Readiness Questionnaire* (PAR-Q). Serão excluídos os indivíduos que responderem “Sim” em pelo menos uma das questões do instrumento.

Além disso, não serão incluídos indivíduos com hipertensão arterial, diabetes ou cardiopatias e com uso atual de medicação farmacológica que pode influenciar os biomarcadores inflamatórios (por exemplo, corticosteróides, antiinflamatórios, estatinas).

Os participantes que apresentarem alteração hemodinâmica (frequência cardíaca ou pressão arterial) durante os testes de esforço no cicloergômetro receberão orientação das prováveis causas, serão orientados a buscar apoio médico especializado para confirmar a alteração e serão excluídos da amostra.

#### **4.4. Cálculo de diferença mínima detectável**

Foi realizado cálculo de diferença mínima detectável e, considerando-se um poder fixo de 80%, prevalência de atividade física no lazer em indivíduos desta faixa etária de 35% (AZEVEDO et al., 2008) e desvio-padrão da média geométrica de proteína C-reativa de 3,21mg/L (VERDAET et al., 2004), o número de indivíduos que serão alocados ( $n=100$ ) será capaz de detectar uma diferença mínima de 1,88mg/L na média geométrica comparando indivíduos ativos e inativos.

#### **4.5. Instrumentos**

##### **4.5.1. Níveis de atividade física**

Para determinar os níveis de atividade física utilizaremos três diferentes métodos: questionário, recordatório de 24 horas e acelerometria.

O questionário que iremos utilizar será o *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ), versão longa (anexo). O IPAQ foi elaborado por um grupo internacional de pesquisadores constituído sob a chancela da Organização Mundial da Saúde, com representantes de 25 países, inclusive o Brasil. Trata-se de um instrumento desenvolvido com a finalidade de estimar o nível de prática habitual de atividade física de populações de diferentes países e contextos socioculturais. O questionário apresenta características de auto-administração ou de entrevista e procuram prover informações (de uma semana típica ou da última semana), quanto à frequência e à duração de atividades cotidianas que exigem esforços físicos de intensidades moderada e vigorosa e caminhadas, além do tempo despendido em atividades realizadas em posição sentada. O IPAQ versão longa tem a propriedade de determinar essas informações em quatro domínios: trabalho, ambiente doméstico, deslocamento e lazer (CRAIG et al., 2003).

Também será utilizado um recordatório de 24 horas das atividades físicas realizadas ao longo do dia anterior (anexo), que, de acordo com a estimativa de

custo energético médio, são classificadas em nove categorias: repouso na cama, atividades realizadas em posição sentada, atividades leves realizadas em pé, atividades que exigem caminhadas leves, trabalho manual leve, atividades de lazer ativo e prática de esportes recreativos, trabalho manual em ritmo moderado, atividades de lazer ativo e prática de esportes de intensidade moderada, e trabalho manual intenso e prática de esportes competitivos. Neste instrumento, as 24 horas do dia são divididas em 96 períodos de 15 minutos onde os participantes do estudo identificarão o tipo de atividade física realizada em cada período (GUEDES; GUEDES, 2006). Os recordatórios serão administrados três vezes para cada indivíduo da amostra, compreendendo dois dias da semana e um dia do final de semana.

Para a medida objetiva de atividade física iremos utilizar o acelerômetro da marca *Actigraph* modelo *GT1M*, ativação e download no programa *Actilife* 4.6.1 e processamento de dados no programa *MAHUffe*. Será utilizado em *epoch* de 5 segundos. O aparelho será utilizado no quadril dos indivíduos por sete dias consecutivos. Os primeiro e último dias de utilização serão excluídos da análise.

O comportamento sedentário será medido através de questionário (anexo).

#### **4.5.2. Aptidão cardiorrespiratória**

O protocolo para a estimacão da aptidão aeróbia consiste de um teste progressivo até a exaustão em cicloergômetro. As cargas irão progredir da seguinte forma: os indivíduos realizarão esforços com carga de 50 watts por 3 minutos de aquecimento; após, a carga será aumentada para 100 watts, sendo que, a cada 2 minutos, a carga será elevada em 50 watts. O teste terminará quando cada indivíduo chegar à exaustão. A velocidade ou ritmo de pedalada será entre 50 e 60 rpm (protocolo de Balke). O teste será realizado no Laboratório de Bioquímica e Fisiologia do Exercício da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas (ESEF-UFPel).

Durante o teste de esforço, haverá acompanhamento do profissional de educação física. Quando adequadamente triado (através do instrumento PAR-Q, o qual será utilizado no estudo anteriormente ao teste de esforço), o avaliado em teste de esforço tem baixíssima probabilidade de evento cardiorrespiratório. O risco de ser avaliado nesse tipo de teste é o mesmo, para sujeitos sem doenças cardiovascular ou hemodinâmica, de participar de um jogo de futsal, por exemplo - isto é, há risco

de lesões musculoesqueléticas advindas do estresse físico imposto. Portanto, é desnecessária a solicitação de um atestado médico para indivíduos que, reconhecidamente, apresentam baixo risco para eventos cardiovasculares.

Quando houver risco cardiovascular imposta por obesidade abdominal, o sujeito será impedido de realizar o teste de esforço e será orientado a buscar apoio médico especializado para confirmar a alteração.

#### **4.5.3. Força muscular**

A força muscular será determinada por meio da força de preensão manual, utilizando um dinamômetro digital da marca Jamar. Cada indivíduo realizará três esforços máximos com cada mão. Os testes ocorrerão com os participantes sentados em uma cadeira, com os ombros aduzidos, cotovelos flexionados em 90° e pulso em posição neutra. A maior medida das seis tentativas será utilizada nas análises.

#### **4.5.4. Obtenção de soro do sangue e DNA genômico**

Serão coletadas amostras de sangue, através de punção venosa periférica do braço de cada indivíduo incluído no estudo. Ao total serão coletados 10mL de sangue, dos quais 6mL serão coletados em tubo de coleta com gel separador ativador de coágulo para posterior separação do soro e 4mL em tubo com EDTA para extração de DNA.

O tubo de coleta com gel separador e ativador de coágulo contendo 6 mL de sangue será centrifugado e o soro separado em 2 alíquotas 30 minutos após a coleta. As alíquotas de soro serão então armazenadas em freezer a -20°C inicialmente, localizado na ESEF-UFPel, local da coleta de sangue, e após será transferido em caixa térmica lacrada e identificada para o Centro de Desenvolvimento Tecnológico da UFPel em que serão armazenados em freezer -80°C até posterior análise do estudo, juntamente com o sangue.

O sangue contido no tubo com EDTA será processado para a obtenção do DNA genômico. O DNA será extraído a partir do sangue total utilizando o kit QIAamp 96 DNA Blood Kit, Qiagen, USA, conforme as instruções do fabricante. Após a extração o DNA será diluído em TE 1x (Tris/EDTA) em três alíquotas, a serem armazenadas a -80°C.

Os participantes serão identificados por números, os quais serão definidos no início do estudo e utilizados em todos os frascos e tubos. Não será feita identificação por nome para preservar o sigilo dos participantes.

#### 4.5.5. Análise das concentrações plasmáticas de IL-6, IL-1 $\beta$ , TNF- $\alpha$ e proteína C-reativa

As concentrações plasmáticas de IL-6, IL-1 $\beta$ , TNF- $\alpha$  e proteína C-reativa serão mensuradas, no biobanco de soro, por meio do método ELISA (*Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay*), usando kits de alta sensibilidade *HU IL-6 ELISA kit*, *HU IL-1 beta ELISA kit*, *HU TNF-alpha ELISA kit*, *HU CRP ELISA kit*, *Invitrogen, USA*, segundo as recomendações do fabricante. As medidas de IL-6, IL-1 $\beta$ , TNF- $\alpha$  e proteína C-reativa serão realizadas em duplicatas, sendo utilizada a média das medidas. As leituras das amostras serão feitas por um leitor de microplacas ajustado para 490nm e correção do comprimento de onda a 650nm.

O material biológico restante será incinerado no Centro de Desenvolvimento Tecnológico da UFPel após as análises.

#### 4.5.6. Genotipagem do polimorfismo Arg72Pro do gene *TP53*

A genotipagem do polimorfismo Arg72Pro do gene *TP53* no biobanco de DNA será realizada através da técnica de PCR-RFLP. O fragmento contendo o polimorfismo Arg72Pro será amplificado utilizando primers do éxon4 (Tabela 1) (ANSCHAU et al., 2005). Esta porção genômica amplificada terá sítios de clivagem para a enzima *Bst*UI, a qual irá gerar fragmentos para a determinação dos genótipos (Tabela 2).

Todos os procedimentos de análise das concentrações plasmáticas de IL-6, IL-1 $\beta$ , TNF- $\alpha$ , proteína C-reativa e genotipagem do polimorfismo Arg72Pro serão realizados no Laboratório de Genômica Funcional do Centro de Desenvolvimento Tecnológico da UFPel.

**Tabela 1** - Sequências dos primers para a detecção do polimorfismo Arg72Pro

Primer	Seqüência* (5'-3')	Tamanho (bp)	Referência
72S	TTGCCGTCCCAAGCAATGGATGA	199	Anschau et al., 2005
72A	TCTGGGAAGGGACAGAAGATGAC		

**Tabela 2** - Fragmentos do polimorfismo Arg72Pro obtidos com a RFLP e seus respectivos genótipos

Fragmentos (pb)	Genótipos		
	Pro/Pro	Pro/Arg	Arg/Arg
199	Sim	Sim	Não
113	Não	Sim	Sim
86	Não	Sim	Sim

#### 4.6. Materiais

O material a ser utilizado nas análises sanguíneas inclui os kits de alta sensibilidade *HU IL-6 ELISA kit*, *HU IL-1 beta ELISA kit*, *HU TNF- alpha ELISA kit*, *HU CRP ELISA kit*, *Invitrogen, USA*. Para cada biomarcador serão utilizados 2 kits de 96 testes. Para a coleta e armazenamento da amostra de sangue serão utilizados os seguintes itens:

- Tubos de microcentrifuga 1,5 mL (200 tubos);
- Tubos *vacutainer* com EDTA (150 tubos);
- descarte de material perfuro-cortante (5 cx);
- seringas (200 unidades);
- agulhas (200 unidades);
- algodão (5 cx pequenas);
- álcool 70% (1L);
- papel toalha (3 pacotes);
- luvas P, M e G (2cx de cada);
- Cabine de fluxo laminar;
- Centrifuga para frascos *vacutainers*;
- Freezer.

Nos testes de aptidão cardiorrespiratória serão utilizados os seguintes equipamentos:

- Cicloergômetros da marca *Ergo-Cycle*;
- Monitores cardíacos da marca Polar;
- Esfigmomanômetros e estetoscópios da marca BD.

Para verificar o peso corporal, estatura e circunferência abdominal, serão utilizados uma balança eletrônica (precisão 0,1Kg) da marca Filizola, um estadiômetro de parede sem marca e fita métrica da marca Sanny, respectivamente.

Serão utilizados também acelerômetros da marca *Actigraph* modelo *GT1M* para determinar o nível de atividade física de maneira objetiva, e um dinamômetro digital da marca Jamar para determinar a força de preensão manual.

#### 4.7. Principais variáveis a serem coletadas

- Biomarcadores inflamatórios

**Quadro 1 – Biomarcadores inflamatórios a serem coletados**

Variável	Definição	Tipo
TNF- $\alpha$	pg/mL	Contínua
Proteína C-reativa	mg/L	Contínua
Interleucina 1- $\beta$	pg/mL	Contínua
Interleucina-6	pg/mL	Contínua

- Variáveis de exposição

**Quadro 2 – Variáveis de exposição a serem coletadas**

Variável	Definição	Tipo
Atividade física nos 4 domínios (IPAQ)	Minutos/semana de AF nos 4 domínios: trabalho, doméstico, deslocamento e lazer - $\geq 150$ min/sem	Contínua e categórica ( $\geq 150$ min/sem – sim/não)
Atividade física no lazer (IPAQ)	Minutos/semana de AF no lazer - $\geq 150$ min/sem	Contínua e categórica ( $\geq 150$ min/sem – sim/não)
Atividade física (recordatório 24hs)	MET/sem	Contínua
Atividade física (acelerômetro)	Minutos/semana de AF moderada ou vigorosa	Contínua e categórica ( $\geq 150$ min/sem – sim/não)
Comportamento sedentário	Minutos/semana	Contínua
Aptidão cardiorrespiratória	$VO_{2max}$ avaliado por (mL.Kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	Contínua
Força de preensão manual	Kilogramas força	Contínua

#### 4.8. Treinamento dos entrevistadores e avaliadores

Duas equipes de entrevistadores e avaliadores serão previamente treinadas pelos coordenadores do estudo para a aplicação de questionário, tomadas de medidas antropométricas e avaliação da aptidão cardiorrespiratória.

#### 4.9. Logística

A coleta de dados será realizada durante treze (13) dias com duas visitas de cada participante às instalações da ESEF-UFPEL (dias 6 e 13), porém o primeiro contato com o sujeito da amostra será por telefone cinco dias antes (dia 1). Nesse contato telefônico será aplicado uma anamnese que poderá excluir o sujeito da amostra. Se for elegível o indivíduo será agendado e orientado a estar em jejum de pelo menos 8 horas na primeira visita à ESEF-UFPEL (dia 6).

Cada um dos participantes utilizará um acelerômetro para determinar os níveis de atividade física de maneira objetiva por oito (8) dias consecutivos (dias 6-13). Com o mesmo intuito, só que de forma subjetiva, será aplicado um recordatório de 24 horas em três (3) dias diferentes (nos dias 6, 8 e 13), a fim de recordar atividades ocorridas em dois dias da semana e um do final de semana. Um questionário geral (anexo) para avaliação de características demográficas e possíveis fatores de confusão será aplicado aos indivíduos na primeira visita à ESEF-UFPEL (dia 6). Este questionário terá questões sobre idade, cor da pele, tabagismo e consumo de gordura (questionário de Block). Com o mesmo intuito, será aplicado o IPAQ, versão longa na segunda visita à ESEF-UFPEL (dia 13). Todos os questionários serão aplicados por um entrevistador.

No primeiro dia de visita ao laboratório (dia 6), também ocorrerá a verificação de medidas antropométricas de peso, altura e circunferência da cintura, para posterior cálculo do índice de massa corporal (IMC) e determinação do risco cardiovascular pela adiposidade abdominal, assim como a medida de força de preensão manual. Neste dia também será realizada a coleta sanguínea para as posteriores análises.

Serão colhidos seis mililitros (10mL) de sangue da fossa antecubital do membro superior direito dos participantes selecionados que deverão estar em jejum de pelo menos 8 horas. Esta coleta será realizada por um enfermeiro qualificado, em um tubo *Vacutainers* de 4mL com EDTA em ambiente estéril e um tubo de 6mL com

gel separador e ativador de coágulo, observando-se as normas de utilização de materiais pérfuro-cortantes, bem como para o descarte dos materiais referidos.

Após esse procedimento e o tempo de 30 minutos para coagulação, os frascos estéreis, devidamente calibrados com o mesmo volume de solução salina, serão levados em um suporte, para centrifugação em 3500 rpm em uma centrífuga Fanem, por 15 minutos. O soro será retirado em capela de fluxo laminar, utilizando pipetas de *Pasteur* previamente siliconizadas e posteriormente colocadas em *Eppendorfs* estéreis.

A análise das concentrações plasmáticas de IL-6, IL-1 $\beta$ , TNF- $\alpha$  e proteína C-reativa serão realizadas pelo método ELISA, utilizando kits de alta sensibilidade (*Invitrogen-USA*). Estes procedimentos estão descritos anteriormente e serão realizados após todas as amostras serem coletadas.

A capacidade cardiorrespiratória será estimada através de um teste indireto em cicloergômetro no LABFEX da ESEF-UFPel no último dia da coleta (dia 13).

A rotina da coleta de dados ocorrerá conforme mostrado no quadro abaixo.

**Quadro 3 – Rotina da coleta de dados**

Dia 1 Segunda	Dia 2 Terça	Dia 3 Quarta	Dia 4 Quinta	Dia 5 Sexta	Dia 6 Sábado	Dia 7 Domingo	Dia 8 Segunda	Dia 9 Terça	Dia 10 Quarta	Dia 11 Quinta	Dia 12 Sexta	Dia 13 Sábado
- Ligação telefônica - PAR-Q - Recrutamento - Agendamento - Orientação sobre jejum					- Questionário geral - Antropometria - Acelerômetro - Recordatório 24hs - Preenção manual - Coleta de sangue		- Recordatório 24hs (telefone)					- IPAQ - Comportamento sedentário - Devolução acelerômetro - Recordatório 24hs - Teste cardiorrespiratório

#### 4.10. Processamento de dados

Os questionários previamente codificados serão duplamente digitados e validados utilizando-se o programa EpiData. Os dados provenientes dos acelerômetros serão processados no programa MAHUffe e os marcadores inflamatórios serão analisados no Centro de Desenvolvimento Tecnológico da UFPel utilizando-se a técnica ELISA a partir de kits de alta sensibilidade (*Invitrogen, USA*). Os resultados das análises serão registrados em formulários individuais e posteriormente registrados no programa Excel. Os recordatórios de 24hs serão codificados de acordo com o tempo (em intervalos de 15 minutos) e os METs de cada atividade relatada.

#### 4.11. Análise dos dados

Os dados serão analisados no programa estatístico *Stata* 12.0. Inicialmente, a amostra será descrita conforme proporções e intervalos de confiança de 95% ou médias e desvios-padrão, conforme o tipo de variável (categórica ou contínua). Será testada a correlação entre as variáveis utilizando-se os testes de correlação de *Pearson* ou *Spearman*, dependendo da normalidade das variáveis a serem correlacionadas. Análises brutas entre as exposições de atividade física, aptidão cardiorrespiratória, comportamento sedentário, força muscular e os marcadores inflamatórios serão realizadas utilizando-se teste *t* de *Student* e análise de variância. Regressões lineares simples e múltiplas também serão conduzidas nas análises entre todas as exposições e desfechos. Os possíveis confundidores considerados na análise serão: idade, cor da pele, IMC, circunferência da cintura, tabagismo e consumo de gordura. Em caso de não normalidade da distribuição dos marcadores inflamatórios, todas as análises serão realizadas com a média geométrica, mediante transformação das variáveis por logaritmo natural.

Avaliação dos marcadores inflamatórios também será realizada em tercils, de forma que indivíduos que estejam no tercil superior da avaliação de cada um dos marcadores inflamatórios avaliados, serão considerados de alto risco. A capacidade de cada uma das variáveis de exposição para predição do alto risco de cada um dos marcadores inflamatórios será avaliada a partir da construção de *Receiver Operator Characteristic curve* (curva *roc*), de forma que será considerada boa predição do desfecho, as exposições que apresentarem área sob a curva *roc* de pelo menos 0,75.

Também será conduzida avaliação de concordância entre as medidas de atividade física, aptidão física e comportamento sedentário. Gráficos de *Bland & Altman* serão construídos para avaliação da diferença média entre o tempo gasto em atividades físicas médias e fortes obtido pelo IPAQ e o tempo gasto em atividade física moderada ou vigorosa proveniente do recordatório de 24hs e acelerometria. Coeficiente de concordância de *Lin* também será calculado entre essas variáveis.



## 9. Orçamento e Financiamento

As despesas do presente estudo serão financiadas pela Fundação *Wellcome Trust*. O orçamento abrangerá a aquisição de kits laboratoriais para análise dos biomarcadores inflamatórios, materiais laboratoriais para a coleta e armazenamento de sangue, e um freezer para o armazenamento do material biológico coletado.

Descrição do orçamento:

- Kits laboratoriais .....R\$ 8.000,00;
- Materiais laboratoriais.....R\$ 953,70;
- Freezer .....R\$ 839,10.

## 10. Referências Bibliográficas

AADAHL, M., BEYER, N., LINNEBERG, A., THUESEN, B. H.;JORGENSEN, T. Grip strength and lower limb extension power in 19-72-year-old Danish men and women: the Health2006 study. **BMJ Open** 1(2): e000192, 2011.

AADAHL, M., KJAER, M., KRISTENSEN, J. H., MOLLERUP, B.;JORGENSEN, T. Self-reported physical activity compared with maximal oxygen uptake in adults. **Eur J Cardiovasc Prev Rehabil** 14(3): 422-428, 2007.

ABBAS, A. K., LICHTMAN, A. H.;PILLAI, S. **Imunologia celular e molecular**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2008.

ABDELLAOUI, A.;AL-KHAFFAF, H. C-reactive protein (CRP) as a marker in peripheral vascular disease. **Eur J Vasc Endovasc Surg** 34(1): 18-22, 2007.

ABRAMSON, J. L.;VACCARINO, V. Relationship between physical activity and inflammation among apparently healthy middle-aged and older US adults. **Arch Intern Med** 162(11): 1286-1292, 2002.

AINSWORTH, B. E., MONTTOYE, H. J.;LEON, A. S. Methods of assessing physical activity during leisure and work. **Physical activity, Fitness, and health**. C. Bouchard;R. Shephard;T. Stephens. Champaign, IL, Human Kinetics: 146-159, 1994.

ARAUJO, D. V., TAVARES, L. R., VERÍSSIMO, R., FERRAZ, M. B.;MESQUITA, E. T. Custo da insuficiência cardíaca no Sistema Único de Saúde. **Arq Bras Cardiol** 84(5): 422-427, 2005.

ARONSON, D., SELLA, R., SHEIKH-AHMAD, M., KERNER, A., AVIZOHAR, O., RISPLER, S.et al. The association between cardiorespiratory fitness and C-reactive protein in subjects with the metabolic syndrome. **J Am Coll Cardiol** 44(10): 2003-2007, 2004.

ARSENAULT, B. J., CARTIER, A., COTE, M., LEMIEUX, I., TREMBLAY, A., BOUCHARD, C. et al. Body composition, cardiorespiratory fitness, and low-grade inflammation in middle-aged men and women. **Am J Cardiol** 104(2): 240-246, 2009.

ASTRAND, P. O., RODAHL, K., DAHL, H. A.; STROMME, S. B. **Tratado de fisiologia do trabalho: bases fisiológicas do exercício**. Porto Alegre, Artmed, 2006.

AZAMBUJA, M. I. R., FOPPA, M., MARANHÃO, M. F. C.; ACHUTTI, A. C. Impacto econômico dos casos de doença cardiovascular grave no Brasil: uma estimativa baseada em dados secundários. **Arq Bras Cardiol** 91(3): 163-171, 2008.

AZEVEDO, M. R., HORTA, B. L., GIGANTE, D. P., VICTORA, C. G.; BARROS, F. C. [Factors associated to leisure-time sedentary lifestyle in adults of 1982 birth cohort, Pelotas, Southern Brazil]. **Rev Saude Publica** 42 Suppl 2: 70-77, 2008.

BARBANTI, J. V. **Dicionário de educação física e esporte**. São Paulo, Manole, 2003.

BARROS, M. V. G.; NAHAS, M. V. **Medidas da atividade física: teoria e aplicação em diversos grupos populacionais**. Londrina, Midiograf, 2003.

BLAIN, H., JAUSSENT, A., BEZIAT, S., DUPUY, A. M., BERNARD, P. L., MARIANO-GOULART, D. et al. Low serum IL-6 is associated with high 6-minute walking performance in asymptomatic women aged 20 to 70 years. **Exp Gerontol** 47(2): 143-148, 2012.

BLAIR, S. N. Physical activity, fitness, and coronary heart disease. **Physical activity, fitness, and health**. C. Bouchard; R. Shephard; T. Stephens. Champaign, IL, Human Kinetics: 579-590, 1994.

BLAIR, S. N., KOHL, H. W., 3RD, PAFFENBARGER, R. S., JR., CLARK, D. G., COOPER, K. H.; GIBBONS, L. W. Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. **JAMA** 262(17): 2395-2401, 1989.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet** 327(8476): 307-310, 1986.

BOON, R. M., HAMLIN, M. J., STEEL, G. D.; ROSS, J. J. Validation of the New Zealand Physical Activity Questionnaire (NZPAQ-LF) and the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ-LF) with accelerometry. **Br J Sports Med** 44(10): 741-746, 2010.

BROWN, L. E.; WEIR, J. P. ASEP Procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. **J Exerc Physiol** 4(3): 1-21, 2001.

BURGDORF, K. S., GRARUP, N., JUSTESEN, J. M., HARDER, M. N., WITTE, D. R., JORGENSEN, T. et al. Studies of the association of Arg72Pro of tumor suppressor protein p53 with type 2 diabetes in a combined analysis of 55,521 Europeans. **PLoS One** 6(1): e15813, 2011.

CASPERSEN, C. J., POWELL, K. E.;CHRISTENSON, G. M. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. **Public Health Rep** 100(2): 126-131, 1985.

CESARI, M., PENNINX, B. W., PAHOR, M., LAURETANI, F., CORSI, A. M., RHYS WILLIAMS, G.et al. Inflammatory markers and physical performance in older persons: the InCHIANTI study. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci** 59(3): 242-248, 2004.

CHEN, K. Y.;BASSETT, D. R., JR. The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. **Med Sci Sports Exerc** 37(11 Suppl): S490-500, 2005.

CHURCH, T. S., BARLOW, C. E., EARNEST, C. P., KAMPERT, J. B., PRIEST, E. L.;BLAIR, S. N. Associations between cardiorespiratory fitness and C-reactive protein in men. **Arterioscler Thromb Vasc Biol** 22(11): 1869-1876, 2002.

COLBERT, L. H., VISSER, M., SIMONSICK, E. M., TRACY, R. P., NEWMAN, A. B., KRITCHEVSKY, S. B.et al. Physical activity, exercise, and inflammatory markers in older adults: findings from the Health, Aging and Body Composition Study. **J Am Geriatr Soc** 52(7): 1098-1104, 2004.

COOPER, A. R., PAGE, A., FOX, K. R.;MISSON, J. Physical activity patterns in normal, overweight and obese individuals using minute-by-minute accelerometry. **Eur J Clin Nutr** 54(12): 887-894, 2000.

COSTA, J. V.;DUARTE, J. S. [Adipose tissue and adipokines]. **Acta Med Port** 19(3): 251-256, 2006.

CRAIG, C. L., MARSHALL, A. L., SJOSTROM, M., BAUMAN, A. E., BOOTH, M. L., AINSWORTH, B. E.et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. **Med Sci Sports Exerc** 35(8): 1381-1395, 2003.

DAVIS, M. G.;FOX, K. R. Physical activity patterns assessed by accelerometry in older people. **Eur J Appl Physiol** 100(5): 581-589, 2007.

DE MOURA GALLO, C. V., AZEVEDO, E. S. M. G., DE MORAES, E., OLIVIER, M.;HAINAUT, P. TP53 mutations as biomarkers for cancer epidemiology in Latin America: current knowledge and perspectives. **Mutat Res** 589(3): 192-207, 2005.

EKELUND, U., ANDERSSON, S. A., FROBERG, K., SARDINHA, L. B., ANDERSEN, L. B.;BRAGE, S. Independent associations of physical activity and cardiorespiratory fitness with metabolic risk factors in children: the European youth heart study. **Diabetologia** 50(9): 1832-1840, 2007.

EKELUND, U., SEPP, H., BRAGE, S., BECKER, W., JAKES, R., HENNINGS, M.et al. Criterion-related validity of the last 7-day, short form of the International Physical Activity Questionnaire in Swedish adults. **Public Health Nutr** 9(2): 258-265, 2006.

ELOSUA, R., BARTALI, B., ORDOVAS, J. M., CORSI, A. M., LAURETANI, F.;FERRUCCI, L. Association between physical activity, physical performance, and inflammatory biomarkers in an elderly population: the InCHIANTI study. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci** 60(6): 760-767, 2005.

EMAUS, A., DEGERSTROM, J., WILSGAARD, T., HANSEN, B. H., DIELI-CONWRIGHT, C. M., FURBERG, A. S. et al. Does a variation in self-reported physical activity reflect variation in objectively measured physical activity, resting heart rate, and physical fitness? Results from the Tromso study. **Scand J Public Health** 38(5 Suppl): 105-118, 2010.

FAGARD, R. H.; TIPTON, C. M. Physical activity, fitness and hypertension. **Physical activity, fitness, and health**. C. Bouchard; R. Shephard; T. Stephens. Champaign, IL, Human Kinetics: 633-655, 1994.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**, ArtMed, 2006.

FOGELHOLM, M., MALMBERG, J., SUNI, J., SANTTILA, M., KYROLAINEN, H., MANTYSAARI, M. et al. International Physical Activity Questionnaire: Validity against fitness. **Med Sci Sports Exerc** 38(4): 753-760, 2006.

FORD, E. S. Does exercise reduce inflammation? Physical activity and C-reactive protein among U.S. adults. **Epidemiology** 13(5): 561-568, 2002.

FORD, E. S. Risks for all-cause mortality, cardiovascular disease, and diabetes associated with the metabolic syndrome: a summary of the evidence. **Diabetes Care** 28(7): 1769-1778, 2005.

FORD, E. S.; LI, C. Physical activity or fitness and the metabolic syndrome. **Expert Rev Cardiovasc Ther** 4(6): 897-915, 2006.

FRANCISCO, G., HERNANDEZ, C.; SIMO, R. Serum markers of vascular inflammation in dyslipemia. **Clin Chim Acta** 369(1): 1-16, 2006.

FRANKS, P. W., EKELUND, U., BRAGE, S., WONG, M. Y.; WAREHAM, N. J. Does the association of habitual physical activity with the metabolic syndrome differ by level of cardiorespiratory fitness? **Diabetes Care** 27(5): 1187-1193, 2004.

FREEDSON, P. S., MELANSON, E.; SIRARD, J. Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. **Med Sci Sports Exerc** 30(5): 777-781, 1998.

GALE, C. R., MARTYN, C. N., COOPER, C.; SAYER, A. A. Grip strength, body composition, and mortality. **Int J Epidemiol** 36(1): 228-235, 2007.

GRANJA, F., MORARI, J., MORARI, E. C., CORREA, L. A., ASSUMPCAO, L. V.; WARD, L. S. Proline homozygosity in codon 72 of p53 is a factor of susceptibility for thyroid cancer. **Cancer Lett** 210(2): 151-157, 2004.

GRUNDY, S. M., BREWER, H. B., JR., CLEEMAN, J. I., SMITH, S. C., JR.; LENFANT, C. Definition of metabolic syndrome: Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition. **Circulation** 109(3): 433-438, 2004.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Manual prático para avaliação em educação física**. Barueri, Manole, 2006.

GUIMARÃES, D. E. D., SARDINHA, F. L. C., MIZURINI, D. M.;CARMO, M. G. T. Adipocitocinas: uma nova visão do tecido adiposo. **Rev Nutr** 20(5): 549-559, 2007.

HACKAM, D. G.;ANAND, S. S. Emerging risk factors for atherosclerotic vascular disease: a critical review of the evidence. **JAMA** 290(7): 932-940, 2003.

HALLE, M., BERG, A., BAUMSTARK, M. W.;KEUL, J. Association of physical fitness with LDL and HDL subfractions in young healthy men. **Int J Sports Med** 20(7): 464-469, 1999.

HALLE, M., BERG, A., KONIG, D., KEUL, J.;BAUMSTARK, M. W. Differences in the concentration and composition of low-density lipoprotein subfraction particles between sedentary and trained hypercholesterolemic men. **Metabolism** 46(2): 186-191, 1997.

HAMER, M.;MOLLOY, G. J. Association of C-reactive protein and muscle strength in the English Longitudinal Study of Ageing. **Age (Dordr)** 31(3): 171-177, 2009.

HAMER, M.;STEPTOE, A. Walking, vigorous physical activity, and markers of hemostasis and inflammation in healthy men and women. **Scand J Med Sci Sports** 18(6): 736-741, 2008.

HJELSTUEN, A., ANDERSSSEN, S. A., HOLME, I., SELJEFLOT, I.;KLEMSDAL, T. O. Markers of inflammation are inversely related to physical activity and fitness in sedentary men with treated hypertension. **Am J Hypertens** 19(7): 669-675; discussion 676-667, 2006.

HSU, F. C., KRITCHEVSKY, S. B., LIU, Y., KANAYA, A., NEWMAN, A. B., PERRY, S. E. et al. Association between inflammatory components and physical function in the health, aging, and body composition study: a principal component analysis approach. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci** 64(5): 581-589, 2009.

HU, W. The role of p53 gene family in reproduction. **Cold Spring Harb Perspect Biol** 1(6): a001073, 2009.

JACOBI, D., CHARLES, M. A., TAFFLET, M., LOMMEZ, A., BORYS, J. M.;OPPERT, J. M. Relationships of self-reported physical activity domains with accelerometry recordings in French adults. **Eur J Epidemiol** 24(4): 171-179, 2009.

KAISER, S. E. Aspectos epidemiológicos nas doenças coronariana e cerebrovascular. **Rev SOCERJ** 17(1): 11-18, 2004.

KALEMI, T. G., LAMBROPOULOS, A. F., GUEORGUIEV, M., CHRISAFI, S., PAPAZISIS, K. T.;KOTSIS, A. The association of p53 mutations and p53 codon 72, Her 2 codon 655 and MTHFR C677T polymorphisms with breast cancer in Northern Greece. **Cancer Lett** 222(1): 57-65, 2005.

KESANIEMI, Y. K., DANFORTH, E., JR., JENSEN, M. D., KOPELMAN, P. G., LEFEBVRE, P.;REEDER, B. A. Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. **Med Sci Sports Exerc** 33(6 Suppl): S351-358, 2001.

KOENIG, W., SUND, M., FROHLICH, M., FISCHER, H. G., LOWEL, H., DORING, A. et al. C-Reactive protein, a sensitive marker of inflammation, predicts future risk of coronary heart disease in initially healthy middle-aged men: results from the MONICA (Monitoring Trends and Determinants in Cardiovascular Disease) Augsburg Cohort Study, 1984 to 1992. **Circulation** 99(2): 237-242, 1999.

KULLO, I. J., KHALEGHI, M.; HENSRUD, D. D. Markers of inflammation are inversely associated with VO<sub>2</sub> max in asymptomatic men. **J Appl Physiol** 102(4): 1374-1379, 2007.

KURTZE, N., RANGUL, V., HUSTVEDT, B. E.; FLANDERS, W. D. Reliability and validity of self-reported physical activity in the Nord-Trøndelag Health Study: HUNT 1. **Scand J Public Health** 36(1): 52-61, 2008.

LAAKSONEN, D. E., LAKKA, H. M., SALONEN, J. T., NISKANEN, L. K., RAURAMAA, R.; LAKKA, T. A. Low levels of leisure-time physical activity and cardiorespiratory fitness predict development of the metabolic syndrome. **Diabetes Care** 25(9): 1612-1618, 2002.

LAKKA, T. A., LAAKSONEN, D. E., LAKKA, H. M., MANNIKKO, N., NISKANEN, L. K., RAURAMAA, R. et al. Sedentary lifestyle, poor cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome. **Med Sci Sports Exerc** 35(8): 1279-1286, 2003.

LAMONTE, M. J.; AINSWORTH, B. E. Quantifying energy expenditure and physical activity in the context of dose response. **Med Sci Sports Exerc** 33(6 Suppl): S370-378; discussion S419-320, 2001.

LAU, D. C., DHILLON, B., YAN, H., SZMITKO, P. E.; VERMA, S. Adipokines: molecular links between obesity and atherosclerosis. **Am J Physiol Heart Circ Physiol** 288(5): H2031-2041, 2005.

LLOYD-JONES, D. M., HONG, Y., LABARTHE, D., MOZAFFARIAN, D., APPEL, L. J., VAN HORN, L. et al. Defining and setting national goals for cardiovascular health promotion and disease reduction: the American Heart Association's strategic Impact Goal through 2020 and beyond. **Circulation** 121(4): 586-613, 2010.

LOPES, H. F. Hipertensão e inflamação: papel da obesidade. **Rev Bras Hipertens** 14(4): 239-244, 2007.

MAJKA, D. S., CHANG, R. W., VU, T. H., PALMAS, W., GEFFKEN, D. F., OUYANG, P. et al. Physical activity and high-sensitivity C-reactive protein: the multi-ethnic study of atherosclerosis. **Am J Prev Med** 36(1): 56-62, 2009.

MANSON, J. E., NATHAN, D. M., KROLEWSKI, A. S., STAMPFER, M. J., WILLETT, W. C.; HENNEKENS, C. H. A prospective study of exercise and incidence of diabetes among US male physicians. **JAMA** 268(1): 63-67, 1992.

MARCEAU, M., KOUAME, N., LACOURCIERE, Y.; CLEROUX, J. Effects of different training intensities on 24-hour blood pressure in hypertensive subjects. **Circulation** 88(6): 2803-2811, 1993.

MARQUES-VIDAL, P., BOCHUD, M., BASTARDOT, F., LUSCHER, T., FERRERO, F., GASPOZ, J. M. et al. Levels and determinants of inflammatory biomarkers in a Swiss population-based sample (CoLaus study). **PLoS One** 6(6): e21002, 2011.

MARTINEZ-GOMEZ, D., GOMEZ-MARTINEZ, S., RUIZ, J. R., DIAZ, L. E., ORTEGA, F. B., WIDHALM, K. et al. Objectively-measured and self-reported physical activity and fitness in relation to inflammatory markers in European adolescents: the HELENA Study. **Atherosclerosis** 221(1): 260-267, 2012.

MATTHEWS, C. E. Calibration of accelerometer output for adults. **Med Sci Sports Exerc** 37(11(Suppl)): S512-S522, 2005.

MCARDLE, W. D., KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2003.

MELANSON, E. L., JR.; FREEDSON, P. S. Physical activity assessment: a review of methods. **Crit Rev Food Sci Nutr** 36(5): 385-396, 1996.

MELO, C. M., TIRAPGUI, J.; RIBEIRO, S. M. L. Gasto energético corporal: conceitos, formas de avaliação e sua relação com a obesidade. **Arq Bras Endocrinol Metab** 52(3): 452-464, 2008.

MONTEIRO, C. A., CONDE, W. L.; POPKIN, B. M. Income-specific trends in obesity in Brazil: 1975-2003. **Am J Public Health** 97(10): 1808-1812, 2007.

MURGATROYD, P. R., SHETTY, P. S.; PRENTICE, A. M. Techniques for the measurement of human energy expenditure: a practical guide. **Int J Obes Relat Metab Disord** 17(10): 549-568, 1993.

NAZMI, A., OLIVEIRA, I. O.; VICTORA, C. G. Correlates of C-reactive protein levels in young adults: a population-based cohort study of 3827 subjects in Brazil. **Braz J Med Biol Res** 41(5): 357-367, 2008.

NICHOLS, J. F., MORGAN, C. G., CHABOT, L. E., SALLIS, J. F.; CALFAS, K. J. Assessment of physical activity with the Computer Science and Applications, Inc., accelerometer: laboratory versus field validation. **Res Q Exerc Sport** 71(1): 36-43, 2000.

OLIVIER, M., PETITJEAN, A., MARCEL, V., PETRE, A., MOUNAWAR, M., PLYMOTH, A. et al. Recent advances in p53 research: an interdisciplinary perspective. **Cancer Gene Ther** 16(1): 1-12, 2009.

OTTEVAERE, C., HUYBRECHTS, I., DE BOURDEAUDHUIJ, I., SJOSTROM, M., RUIZ, J. R., ORTEGA, F. B. et al. Comparison of the IPAQ-A and actigraph in relation to VO<sub>2</sub>max among European adolescents: the HELENA study. **J Sci Med Sport** 14(4): 317-324, 2011.

PALANIAPPAN, L., CARNETHON, M. R., WANG, Y., HANLEY, A. J., FORTMANN, S. P., HAFFNER, S. M. et al. Predictors of the incident metabolic syndrome in adults: the Insulin Resistance Atherosclerosis Study. **Diabetes Care** 27(3): 788-793, 2004.

PANAGIOTAKOS, D. B., PITSAVOS, C., CHRYSOHOOU, C., KAVOURAS, S.;STEFANADIS, C. The associations between leisure-time physical activity and inflammatory and coagulation markers related to cardiovascular disease: the ATTICA Study. **Prev Med** 40(4): 432-437, 2005.

PANDITH, A. A., SHAH, Z. A., KHAN, N. P., RASOOL, R., AFROZE, D., YOUSUF, A.et al. Role of TP53 Arg72Pro polymorphism in urinary bladder cancer predisposition and predictive impact of proline related genotype in advanced tumors in an ethnic Kashmiri population. **Cancer Genet Cytogenet** 203(2): 263-268, 2010.

PAPATHANASIOU, G., GEORGOUDIS, G., GEORGAKOPOULOS, D., KATSOURAS, C., KALFAKAKOU, V.;EVANGELOU, A. Criterion-related validity of the short International Physical Activity Questionnaire against exercise capacity in young adults. **Eur J Cardiovasc Prev Rehabil** 17(4): 380-386, 2010.

PEREZ, L. O., ABBA, M. C., DULOUT, F. N.;GOLIJOW, C. D. Evaluation of p53 codon 72 polymorphism in adenocarcinomas of the colon and rectum in La Plata, Argentina. **World J Gastroenterol** 12(9): 1426-1429, 2006.

PISCHON, T., HANKINSON, S. E., HOTAMISLIGIL, G. S., RIFAI, N.;RIMM, E. B. Leisure-time physical activity and reduced plasma levels of obesity-related inflammatory markers. **Obes Res** 11(9): 1055-1064, 2003.

PITSAVOS, C., PANAGIOTAKOS, D. B., CHRYSOHOOU, C., KAVOURAS, S.;STEFANADIS, C. The associations between physical activity, inflammation, and coagulation markers, in people with metabolic syndrome: the ATTICA study. **Eur J Cardiovasc Prev Rehabil** 12(2): 151-158, 2005.

POWERS, S. K.;HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. São Paulo, Manole, 2000.

RENNIE, K. L., MCCARTHY, N., YAZDGERDI, S., MARMOT, M.;BRUNNER, E. Association of the metabolic syndrome with both vigorous and moderate physical activity. **Int J Epidemiol** 32(4): 600-606, 2003.

REUBEN, D. B., JUDD-HAMILTON, L., HARRIS, T. B.;SEEMAN, T. E. The associations between physical activity and inflammatory markers in high-functioning older persons: MacArthur Studies of Successful Aging. **J Am Geriatr Soc** 51(8): 1125-1130, 2003.

RUBIN, D. A., MCMURRAY, R. G., HARRELL, J. S., THORPE, D. E.;HACKNEY, A. C. Vigorous physical activity and cytokines in adolescents. **Eur J Appl Physiol** 103(5): 495-500, 2008.

SALLIS, J. F.;OWEN, N. **Physical activity & behavioral medicine**. London, Sage, 1999.

SANCHEZ-QUESADA, J. L., ORTEGA, H., PAYES-ROMERO, A., SERRAT-SERRAT, J., GONZALEZ-SASTRE, F., LASUNCION, M. A.et al. LDL from aerobically-trained subjects shows higher resistance to oxidative modification than LDL from sedentary subjects. **Atherosclerosis** 132(2): 207-213, 1997.

SASAKI, H., KASAGI, F., YAMADA, M.;FUJITA, S. Grip strength predicts cause-specific mortality in middle-aged and elderly persons. **Am J Med** 120(4): 337-342, 2007.

SCHAAP, L. A., PLUIJM, S. M., DEEG, D. J., HARRIS, T. B., KRITCHEVSKY, S. B., NEWMAN, A. B.et al. Higher inflammatory marker levels in older persons: associations with 5-year change in muscle mass and muscle strength. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci** 64(11): 1183-1189, 2009.

SCHAAP, L. A., PLUIJM, S. M., DEEG, D. J.;VISSER, M. Inflammatory markers and loss of muscle mass (sarcopenia) and strength. **Am J Med** 119(6): 526 e529-517, 2006.

SCHLUSSEL, M. M., ANJOS, L. A.;KAC, G. A dinamometria manual e seu uso na avaliação nutricional. **Rev Nutr** 21(2): 223-235, 2008.

SCHMIDT, M. D., FREEDSON, P. S.;CHASAN-TABER, L. Estimating physical activity using the CSA accelerometer and a physical activity log. **Med Sci Sports Exerc** 35(9): 1605-1611, 2003.

SCHMIDT, M. I., DUNCAN, B. B., AZEVEDO E SILVA, G., MENEZES, A. M., MONTEIRO, C. A., BARRETO, S. M.et al. Chronic non-communicable diseases in Brazil: burden and current challenges. **Lancet** 377(9781): 1949-1961, 2011.

SCHOELLER, D. A.;RACETTE, S. B. A review of field techniques for the assessment of energy expenditure. **J Nutr** 120 Suppl 11: 1492-1495, 1990.

SILVERTHORN, D. U. **Fisiologia humana: uma abordagem integrada**. Barueri, Manole, 2003.

SIMMONS, R. K., GRIFFIN, S. J., STEELE, R., WAREHAM, N. J.;EKELUND, U. Increasing overall physical activity and aerobic fitness is associated with improvements in metabolic risk: cohort analysis of the ProActive trial. **Diabetologia** 51(5): 787-794, 2008.

SINGH, P. N., FRASER, G. E., KNUTSEN, S. F., LINDSTED, K. D.;BENNETT, H. W. Validity of a physical activity questionnaire among African-American Seventh-day Adventists. **Med Sci Sports Exerc** 33(3): 468-475, 2001.

SMITH, D. T., CARR, L. J., DOROZYNSKI, C.;GOMASHE, C. Internet-delivered lifestyle physical activity intervention: limited inflammation and antioxidant capacity efficacy in overweight adults. **J Appl Physiol** 106(1): 49-56, 2009.

SMITH, M. A., SILVA, M. D., CENDOROGLO, M. S., RAMOS, L. R., ARAUJO, L. M., LABIO, R. W.et al. TP53 codon 72 polymorphism as a risk factor for cardiovascular disease in a Brazilian population. **Braz J Med Biol Res** 40(11): 1465-1472, 2007.

SOBAL, J., RAUSCHENBACH, B.;FRONGILLO, E. A. Marital status changes and body weight changes: a US longitudinal analysis. **Soc Sci Med** 56(7): 1543-1555, 2003.

STEENE-JOHANNESSEN, J., KOLLE, E., RESELAND, J. E., ANDERSSEN, S. A.;ANDERSEN, L. B. Waist circumference is related to low-grade inflammation in youth. **Int J Pediatr Obes** 5(4): 313-319, 2010.

STEINBERG, D. Lewis A. Conner Memorial Lecture. Oxidative modification of LDL and atherogenesis. **Circulation** 95(4): 1062-1071, 1997.

SUCHESTON, L., WITONSKY, D. B., HASTINGS, D., YILDIZ, O., CLARK, V. J., DI RIENZO, A.et al. Natural selection and functional genetic variation in the p53 pathway. **Hum Mol Genet** 20(8): 1502-1508, 2011.

SUH, Y.;VIJG, J. SNP discovery in associating genetic variation with human disease phenotypes. **Mutat Res** 573(1-2): 41-53, 2005.

TAAFFE, D. R., HARRIS, T. B., FERRUCCI, L., ROWE, J.;SEEMAN, T. E. Cross-sectional and prospective relationships of interleukin-6 and C-reactive protein with physical performance in elderly persons: MacArthur studies of successful aging. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci** 55(12): M709-715, 2000.

TIAINEN, K., HURME, M., HERVONEN, A., LUUKKAALA, T.;JYLHA, M. Inflammatory markers and physical performance among nonagenarians. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci** 65(6): 658-663, 2010.

TOLEDO, F. G., MENSHIKOVA, E. V., RITOV, V. B., AZUMA, K., RADIKOVA, Z., DELANY, J.et al. Effects of physical activity and weight loss on skeletal muscle mitochondria and relationship with glucose control in type 2 diabetes. **Diabetes** 56(8): 2142-2147, 2007.

TOMEY, K., SOWERS, M., ZHENG, H.;JACKSON, E. A. Physical functioning related to C-reactive protein and fibrinogen levels in mid-life women. **Exp Gerontol** 44(12): 799-804, 2009.

TWISK, J. W., KEMPER, H. C.;VAN MECHELEN, W. The relationship between physical fitness and physical activity during adolescence and cardiovascular disease risk factors at adult age. The Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. **Int J Sports Med** 23 Suppl 1: S8-14, 2002.

VERDAET, D., DENDALE, P., DE BACQUER, D., DELANGHE, J., BLOCK, P.;DE BACKER, G. Association between leisure time physical activity and markers of chronic inflammation related to coronary heart disease. **Atherosclerosis** 176(2): 303-310, 2004.

VOUSDEN, K. H.;LU, X. Live or let die: the cell's response to p53. **Nat Rev Cancer** 2(8): 594-604, 2002.

WANG, P. Y., ZHUANG, J.;HWANG, P. M. p53: exercise capacity and metabolism. **Curr Opin Oncol** 24(1): 76-82, 2012.

WANG, Y. C., LEE, H. S., CHEN, S. K., CHANG, Y. Y.;CHEN, C. Y. Prognostic significance of p53 codon 72 polymorphism in lung carcinomas. **Eur J Cancer** 35(2): 226-230, 1999.

- WANNAMETHEE, S. G., LOWE, G. D., WHINCUP, P. H., RUMLEY, A., WALKER, M.;LENNON, L. Physical activity and hemostatic and inflammatory variables in elderly men. **Circulation** 105(15): 1785-1790, 2002.
- WARD, D. S., EVENSON, K. R., VAUGHN, A., RODGERS, A. B.;TROIANO, R. P. Accelerometer use in physical activity: best practices and research recommendations. **Med Sci Sports Exerc** 37(11 Suppl): S582-588, 2005.
- WAREHAM, N. J., WONG, M. Y., HENNINGS, S., MITCHELL, J., RENNIE, K., CRUICKSHANK, K.et al. Quantifying the association between habitual energy expenditure and blood pressure. **Int J Epidemiol** 29(4): 655-660, 2000.
- WHIBLEY, C., PHAROAH, P. D.;HOLLSTEIN, M. p53 polymorphisms: cancer implications. **Nat Rev Cancer** 9(2): 95-107, 2009.
- WILLERSON, J. T.;RIDKER, P. M. Inflammation as a cardiovascular risk factor. **Circulation** 109(21 Suppl 1): I12-10, 2004.
- WILMORE, J. H.;COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. São Paulo, Manole, 2001.
- WILUND, K. R. Is the anti-inflammatory effect of regular exercise responsible for reduced cardiovascular disease? **Clin Sci (Lond)** 112(11): 543-555, 2007.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. The world health report 2002: reducing risks, promoting healthy life. **World Health Organization**. Geneva, 2002.
- YE, F., ZHANG, J., CHENG, Q., SHEN, J.;CHEN, H. p53 Codon 72 polymorphism is associated with occurrence of cervical carcinoma in the Chinese population. **Cancer Lett** 287(1): 117-121, 2010.
- YI, S. Y.;LEE, W. J. A p53 genetic polymorphism of gastric cancer: difference between early gastric cancer and advanced gastric cancer. **World J Gastroenterol** 12(40): 6536-6539, 2006.
- YNGVE, A., NILSSON, A., SJOSTROM, M.;EKELUND, U. Effect of monitor placement and of activity setting on the MTI accelerometer output. **Med Sci Sports Exerc** 35(2): 320-326, 2003.
- YOSHIDA, Y., IWASA, H., KUMAGAI, S., YOSHIDA, H.;SUZUKI, T. Association between C-reactive protein (CRP) level and physical performance in community-dwelling elderly in Japan. **Arch Gerontol Geriatr** 51(2): 164-168, 2010.
- YU, Z., YE, X., WANG, J., QI, Q., FRANCO, O. H., RENNIE, K. L.et al. Associations of physical activity with inflammatory factors, adipocytokines, and metabolic syndrome in middle-aged and older chinese people. **Circulation** 119(23): 2969-2977, 2009.
- YUSUF, S., REDDY, S., OUNPUU, S.;ANAND, S. Global burden of cardiovascular diseases: part I: general considerations, the epidemiologic transition, risk factors, and impact of urbanization. **Circulation** 104(22): 2746-2753, 2001.

## **ANEXOS**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**Estudo sobre atividade física, aptidão física e marcadores inflamatórios – 2012/2  
FICHA DE RISCO PAR-Q**

NOME: \_\_\_\_\_

NÚMERO DO QUESTIONÁRIO: \_\_\_\_ \_

Data da entrevista \_\_\_\_ (dia) / \_\_\_\_ (mês)

NQ:

\_\_\_\_\_

Por favor, responda como “sim” ou “não” as seguintes perguntas:

**1) Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema de coração e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica?**

sim  não

**2) Você sente dor no peito causada pela prática de atividade física?**

sim  não

**3) Você sentiu dor no peito no último mês?**

sim  não

**4) Você tende a perder a consciência ou cair como resultado do treinamento?**

sim  não

**5) Você tem algum problema ósseo ou muscular que poderia ser agravado com a prática de atividades físicas?**

sim  não

**6) Seu médico já recomendou o uso de medicamentos para controle de sua pressão arterial ou condição cardiovascular?**

sim  não

**7) Você tem consciência, através de sua própria experiência e/ou de aconselhamento médico, de alguma outra razão física que impeça a realização de atividades físicas?**

sim  não

**Declaração de Responsabilidade**

Assumo a veracidade das informações prestadas no questionário “PAR-Q” e afirmo estar liberado pelo meu médico para participação na atividade citada acima.

Nome do participante: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Assinatura*

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**Estudo sobre atividade física, aptidão física e marcadores inflamatórios – 2012/2  
QUESTIONÁRIO GERAL (DIA 6)**

NOME: _____ NÚMERO DO QUESTIONÁRIO: _____ ENDEREÇO: _____ TELEFONES: _____ E-MAIL: _____ Data da entrevista ____ (dia) / ____ (mês) Entrevistador(a): _____	NQ: _____  ENT: ____
<b>1) Qual é a sua idade?</b> ____	<i>IDADE</i> ____
A PERGUNTA 2 DEVE SER APENAS OBSERVADA PELO ENTREVISTADOR	
<b>2) Cor da pele:</b> (1) Branca (2) Preta (3) Parda (4) Outra: _____	<i>CORPELE</i> ____
<b>3) Qual a sua situação conjugal atual?</b> (1) Casado(a) ou mora com companheiro(a) (2) Solteiro(a) (3) Separado(a) (4) Viúvo(a)	<i>COMPAN</i> ____
<b>4) Você fuma ou já fumou?</b> (0) Não, nunca fumou → PULE PARA A QUESTÃO 10 (1) Sim, fuma (1 ou + cigarro(s) por dia há mais de 1 mês) (2) Já fumou, mas parou de fumar há ____ anos ____ meses	<i>FUMO</i> ____ <i>TPAFU</i> _____
<b>5) Há quanto tempo você fuma (ou fumou durante quanto tempo)?</b> ____ anos ____ meses (8888) NSA	<i>TFUMO</i> _____
<b>6) Quantos cigarros você fuma (ou fumava) por dia?</b> ____ cigarros (88) NSA	<i>CIGDIA</i> ____
<b>7) Como você considera sua saúde?</b> (1) Excelente (2) Muito boa (3) Boa (4) Regular (5) Ruim (9) IGN	<i>SAUDE</i> ____
<b>8) Qual mão utilizas para escrever?</b> (0) Direita (1) Esquerda (2) As duas (9) IGN	<i>MAO</i> ____
<b>9) Alguma vez na tua vida algum médico informou que tu tinhas dislipidemias, colesterol alto ou gordura no sangue?</b> (0) Não (1) Sim	<i>DIS</i> ____

**AGORA VAMOS FALAR SOBRE ALIMENTAÇÃO**

9) Desde <MÊS> do ano passado, quantas vezes tu costumaste comer:

	<b>1 ou - vezes por MÊS</b>	<b>2 a 3 vezes por MÊS</b>	<b>1 a 2 vezes por SEMANA</b>	<b>3 a 4 vezes por SEMANA</b>	<b>5 ou + vezes por SEMANA</b>
Hamburguer, baurú, pastel	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Carne assada, bife, churrasco	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Frango frito	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Cachorro-quente	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Presunto, mortadela, patês	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Maionese	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Margarina, manteiga	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Ovos	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Bacon, lingüiça, salsichão	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Queijo, requeijão	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Leite integral	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Batatas fritas	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Chips, pipoca	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Sorvetes	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Bolos, bolachas, massas folhadas	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Salada verde	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Frutas, sem contar suco	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Outros vegetais	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Refrigerante normal / sem ser diet	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Refrigerante diet	(0)	(1)	(2)	(3)	(4)

**AGORA NÓS VAMOS FALAR SOBRE TODAS AS ATIVIDADES QUE FIZESSES  
NO DIA ANTERIOR. CONSIDERE O DIA ANTERIOR COMO O PERÍODO QUE  
COMPREENDE A MEIA-NOITE DO <DIA DA SEMANA ANTERIOR> ATÉ A  
MEIA-NOITE DE HOJE**

## RECORDATÓRIO 24HS

NOME: \_\_\_\_\_

NQ: \_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Pergunte ao entrevistado todas as atividades que ele realizou no último dia, incluindo atividades domésticas, no trabalho, por deslocamento ou lazer. Registre as atividades e locais em que foram realizadas nos respectivos horários. Preencha com letras maiúsculas e legíveis. Deixe a coluna “MET” em branco.

Exemplos de atividades para um dia: dormir (00:00 até às 06:30hs), arrumar para sair de casa (06:30 até às 07:00), deslocamento até a aula de bicicleta (07:00 às 07:30), sentado em aula (07:30 às 12:00), deslocamento para casa de bicicleta (12:00 às 12:30), almoço (12:30 às 13:00), dormir (13:00 às 14:00), assistir televisão (14:00 às 17:30hs), arrumar para sair (17:30 às 18:00), deslocamento para academia a pé (18:00 às 18:15), esteira (18:15 às 18:30), musculação – treino forte (18:30 às 19:30), deslocamento para ginásio a pé (19:30 às 19:45), futebol de salão por lazer (19:45 às 20:45), deslocamento de carro pra casa (20:25 às 21:00hs), banho (21:00 às 21:30hs), jantar (21:30 às 22:00hs), estudar (22:00 às 23:00), dormir (23:00 às 24:00)

Hora	Atividade	MET	Hora	Atividade	MET
00:00			12:00		
00:15			12:15		
00:30			12:30		
00:45			12:45		
01:00			13:00		
01:15			13:15		
01:30			13:30		
01:45			13:45		
02:00			14:00		
02:15			14:15		
02:30			14:30		
02:45			14:45		
03:00			15:00		
03:15			15:15		
03:30			15:30		
03:45			15:45		
04:00			16:00		
04:15			16:15		
04:30			16:30		
04:45			16:45		
05:00			17:00		
05:15			17:15		
05:30			17:30		
05:45			17:45		
06:00			18:00		
06:15			18:15		
06:30			18:30		
06:45			18:45		
07:00			19:00		
07:15			19:15		
07:30			19:30		
07:45			19:45		
08:00			20:00		
08:15			20:15		
08:30			20:30		
08:45			20:45		
09:00			21:00		
09:15			21:15		
09:30			21:30		
09:45			21:45		
10:00			22:00		
10:15			22:15		
10:30			22:30		
10:45			22:45		
11:00			23:00		
11:15			23:15		
11:30			23:30		
11:45			23:45		

Obs: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**AGORA EU VOU REALIZAR A TOMADA DE ALGUMAS MEDIDAS TUAS**

Peso1: _____, __ kg      Peso 2: _____, __ kg	<i>PESO1</i> _____, __
	<i>PESO2</i> _____, __
Altura 1: _____, __ cm      Altura 2: _____, __ cm	<i>ALT1</i> _____, __
SE DIFERENÇA ENTRE ALTURA 1 E ALTURA 2 FOR MAIOR QUE 1CM	<i>ALT2</i> _____, __
Altura 3: _____, __ cm (888,8)NSA	<i>ALT3</i> _____, __
Circunferência da cintura	
Circunferência1: _____, __ cm      Circunferência 2: _____, __	<i>CC1</i> _____, __
SE DIFERENÇA ENTRE CIRCUNFERÊNCIA 1 E CIRCUNFERÊNCIA 2 FOR MAIOR QUE 1CM	<i>CC2</i> _____, __
Circunferência 3: _____, __ cm (888,8)NSA	<i>CC3</i> _____, __

**AGORA NÓS VAMOS REALIZAR UM TESTE PARA AVALIAR A FORÇA DO TEU APERTO DE MÃO. SERÃO RELIZADOS TRÊS TESTES COM CADA MÃO, COMEÇANDO COM A MÃO DIREITA E ALTERNANDO A MÃO ENTRE UM TESTE E OUTRO. EU PRECISO QUE TU APERTES O APARELHO O MAIS FORTE QUE TU PODES.**

Registre o resultado do 1° exame mão direita: __ __, __ (IGN=99,9)	<i>DIR1</i> __ __, __
Registre o resultado do 1° exame mão esquerda: __ __, __ (IGN=99,9)	<i>ESQ1</i> __ __, __
Registre o resultado do 2° exame mão direita: __ __, __ (IGN=99,9)	<i>DIR2</i> __ __, __
Registre o resultado do 2° exame mão esquerda: __ __, __ (IGN=99,9)	<i>ESQ2</i> __ __, __
Registre o resultado do 3° exame mão direita: __ __, __ (IGN=99,9)	<i>DIR3</i> __ __, __
Registre o resultado do 3° exame mão esquerda: __ __, __ (IGN=99,9)	<i>ESQ3</i> __ __, __

## RECORDATÓRIO 24HS

NOME: \_\_\_\_\_

NQ: \_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Pergunte ao entrevistado todas as atividades que ele realizou no último dia, incluindo atividades domésticas, no trabalho, por deslocamento ou lazer. Registre as atividades e locais em que foram realizadas nos respectivos horários. Preencha com letras maiúsculas e legíveis. Deixe a coluna “MET” em branco.

Exemplos de atividades para um dia: dormir (00:00 até às 06:30hs), arrumar para sair de casa (06:30 até às 07:00), deslocamento até a aula de bicicleta (07:00 às 07:30), sentado em aula (07:30 às 12:00), deslocamento para casa de bicicleta (12:00 às 12:30), almoço (12:30 às 13:00), dormir (13:00 às 14:00), assistir televisão (14:00 às 17:30hs), arrumar para sair (17:30 às 18:00), deslocamento para academia a pé (18:00 às 18:15), esteira (18:15 às 18:30), musculação – treino forte (18:30 às 19:30), deslocamento para ginásio a pé (19:30 às 19:45), futebol de salão por lazer (19:45 às 20:45), deslocamento de carro pra casa (20:25 às 21:00hs), banho (21:00 às 21:30hs), jantar (21:30 às 22:00hs), estudar (22:00 às 23:00), dormir (23:00 às 24:00)

Hora	Atividade	MET	Hora	Atividade	MET
00:00			12:00		
00:15			12:15		
00:30			12:30		
00:45			12:45		
01:00			13:00		
01:15			13:15		
01:30			13:30		
01:45			13:45		
02:00			14:00		
02:15			14:15		
02:30			14:30		
02:45			14:45		
03:00			15:00		
03:15			15:15		
03:30			15:30		
03:45			15:45		
04:00			16:00		
04:15			16:15		
04:30			16:30		
04:45			16:45		
05:00			17:00		
05:15			17:15		
05:30			17:30		
05:45			17:45		
06:00			18:00		
06:15			18:15		
06:30			18:30		
06:45			18:45		
07:00			19:00		
07:15			19:15		
07:30			19:30		
07:45			19:45		
08:00			20:00		
08:15			20:15		
08:30			20:30		
08:45			20:45		
09:00			21:00		
09:15			21:15		
09:30			21:30		
09:45			21:45		
10:00			22:00		
10:15			22:15		
10:30			22:30		
10:45			22:45		
11:00			23:00		
11:15			23:15		
11:30			23:30		
11:45			23:45		

Obs: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA	
Estudo sobre atividade física, aptidão física e marcadores inflamatórios – 2012/2 QUESTIONÁRIO IPAQ / COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO (DIA 13)	
NOME: _____ NÚMERO DO QUESTIONÁRIO: _____ Data da entrevista __ __ (dia) / __ __ (mês) (0) (1) Entrevistador(a): _____	NQ: _____  ENT: _____
(2) AGORA FALAREMOS SOBRE ATIVIDADES FÍSICAS	
<p><b>PARA RESPONDER ESSAS PERGUNTAS O(A) SR.(A) DEVE SABER QUE:</b>  <b>→ATIVIDADES FÍSICAS FORTES SÃO AS QUE EXIGEM GRANDE ESFORÇO FÍSICO E QUE FAZEM RESPIRAR <u>MUITO MAIS RÁPIDO</u> QUE O NORMAL.</b>  <b>→ATIVIDADES FÍSICAS MÉDIAS SÃO AS QUE EXIGEM ESFORÇO FÍSICO MÉDIO E QUE FAZEM RESPIRAR <u>UM POUCO MAIS RÁPIDO</u> QUE O NORMAL.</b></p> <p><b>→EM TODAS AS PERGUNTAS SOBRE ATIVIDADE FÍSICA, RESPONDA SOMENTE SOBRE AQUELAS QUE DURAM PELO MENOS 10 MINUTOS SEGUIDOS</b></p>	
<p><b>1) Atualmente o(a) Sr(a) trabalha fora de casa?</b>            (0) Não – <i>PULE PARA A INSTRUÇÃO ACIMA DA QUESTÃO 8</i>      (1) Sim</p>	TRAB __
<p><b>AGORA EU GOSTARIA QUE O(A) SR.(A) PENSASSE APENAS NAS ATIVIDADES QUE FAZ QUANDO ESTÁS “TRABALHANDO”.</b></p>	
<p><b>2) Quantos dias por semana o(a) Sr(a) faz atividades físicas FORTES no teu trabalho? Por ex.: trabalhar em obras, levantar e carregar objetos pesados, trabalhar com enxada, etc.</b></p> <p>(0) Nenhum – <i>PULE PARA A QUESTÃO 4</i>    -    (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) dias</p>	DTRAB __
<p><b>3) Nos dias em que o(a) Sr(a) faz estas atividades, quanto tempo no total elas duram por dia?</b></p> <p>__ __ horas __ __ minutos = __ __ __ minutos</p>	TTRAB__ __ __
<p><b>4) Quantos dias por semana o(a) Sr(a) caminha no seu trabalho?</b></p> <p>(3) Nenhum – <i>PULE PARA A QUESTÃO 6-</i>    (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) dias</p>	DCTRAB __
<p><b>5) Nos dias em que o(a) Sr(a) caminha, quanto tempo no total duram essas caminhadas por dia?</b></p> <p>__ __ horas __ __ minutos = __ __ __ minutos</p>	TCTRAB__ __ __
<p><b>6) Quantos dias por semana o(a) Sr(a) faz outras atividades físicas MÉDIAS fora as caminhadas no seu trabalho? Por ex.: carregar objetos leves, varrer, aspirar, etc.</b></p> <p>(0) Nenhum – <i>PULE PARA A INSTRUÇÃO ACIMA DA QUESTÃO 8-</i>    (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) dias</p>	DMTRAB__
<p><b>7) Nos dias em que o(a) Sr(a) faz estas atividades, quanto tempo no total elas duram por dia?</b></p> <p>__ __ horas __ __ minutos = __ __ __ minutos</p>	TMTRAB__ __ __

<p><b>AGORA EU GOSTARIA QUE O(A) SR.(A) PENSASSE APENAS NAS ATIVIDADES QUE FAZ QUANDO ESTÁ NO “PÁTIO DA SUA CASA”, COMO TRABALHAR NO JARDIM OU VARRER O PÁTIO.</b></p>	
<p><b>8) Quantos dias por semana o(a) Sr(a) faz atividades físicas FORTES no pátio ou jardim da sua casa?</b>  <b>Por ex.: capinar, cortar lenha, cavar, lavar e esfregar o chão, carregar objetos pesados.</b></p> <p>(0) Nenhum – <i>PULE PARA A QUESTÃO 10-</i> (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) dias</p>	<p><i>DFPATIO</i>__</p>
<p><b>9) Nos dias em que o(a) Sr(a) faz essas atividades, quanto tempo no total elas duram por dia?</b></p> <p>__ __ horas __ __ minutos = __ __ __ minutos</p>	<p><i>TFPATIO</i>__ __ __</p>
<p><b>10) Quantos dias por semana o(a) Sr(a) faz atividades físicas MÉDIAS no pátio ou jardim da sua casa?</b>  <b>Por exemplo: levantar e carregar pequenos objetos, limpar vidros, varrer, lavar.</b></p> <p>(0) Nenhum – <i>PULE PARA A INSTRUÇÃO ACIMA DA QUESTÃO 12</i> - (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) dias</p>	<p><i>DMPATIO</i>__</p>
<p><b>11) Nos dias em que o(a) Sr(a) faz essas atividades, quanto tempo no total elas duram por dia?</b></p> <p>__ __ horas __ __ minutos = __ __ __ minutos</p>	<p><i>TMPATIO</i>__ __ __</p>
<p><b>AGORA EU GOSTARIA QUE O(A) SR.(A) PENSASSE APENAS NAS TAREFAS QUE FAZ “DENTRO DE CASA”, POR EXEMPLO: LEVANTAR E CARREGAR PEQUENOS OBJETOS, LIMPAR VIDROS, VARRER.</b></p>	
<p><b>12) Quantos dias por semana o(a) Sr(a) faz atividades físicas MÉDIAS dentro da sua casa?</b></p> <p>(0) Nenhum – <i>PULE PARA A INSTRUÇÃO ACIMA DA QUESTÃO 14</i> - (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) dias</p>	<p><i>DMCASA</i>__</p>
<p><b>13) Nos dias em que o(a) Sr(a) faz essas atividades, quanto tempo no total elas duram por dia?</b></p> <p>__ __ horas __ __ minutos = __ __ __ minutos</p>	<p><i>TMCASA</i>__ __ __</p>
<p><b>AGORA EU GOSTARIA QUE O(A) SR.(A) PENSASSE APENAS NAS ATIVIDADES QUE FAZ NO SEU “TEMPO LIVRE”, POR ESPORTE, LAZER OU EXERCÍCIO FÍSICO.</b></p>	
<p><b>14) Quantos dias por semana o(a) Sr(a) faz caminhadas no seu tempo livre?</b></p> <p>(0) Nenhum – <i>PULE PARA A QUESTÃO 16-</i> (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) dias</p>	<p><i>DCLIVRE</i>__</p>
<p><b>15) Nos dias em que o(a) Sr(a) faz essas caminhadas, quanto tempo no total elas duram por dia?</b></p> <p>__ __ horas __ __ minutos = __ __ __ minutos</p>	<p><i>TCLIVRE</i>__ __ __</p>
<p><b>16) Quantos dias por semana o(a) Sr(a) faz atividades físicas FORTES no seu tempo livre? Por ex.: correr, fazer ginástica de academia, pedalar em ritmo rápido, praticar esportes competitivos.</b></p> <p>(0) Nenhum – <i>PULE PARA A QUESTÃO 18</i> - (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) dias</p>	<p><i>DFLIVRE</i>__</p>

<p><b>17) Nos dias em que o(a) Sr(a) faz essas atividades, quanto tempo no total elas duram por dia?</b></p> <p>___ horas ___ minutos = ___ minutos</p> <p><b>18) Quantos dias por semana o(a) Sr(a) faz atividades físicas MÉDIAS no seu tempo livre? Por ex.: nadar ou pedalar em ritmo médio, praticar esportes por diversão.</b></p> <p>(0) Nenhum – LER A INSTRUÇÃO ACIMA DA QUESTÃO 20- (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) dias</p> <p><b>19) Nos dias em que o(a) Sr(a) faz essas atividades, quanto tempo no total elas duram por dia?</b></p> <p>___ horas ___ minutos = ___ minutos</p> <p><b>AGORA EU GOSTARIA QUE O(A) SR.(A) PENSASSE COMO SE DESLOCA DE UM LUGAR AO OUTRO. PODE SER A IDA E VINDA DO TRABALHO, FACULDADE OU QUANDO O(A) SR.(A) VAI FAZER COMPRAS.</b></p> <p><b>20) Quantos dias por semana o(a) Sr(a) usa a bicicleta para ir de um lugar a outro?</b></p> <p>(0) Nenhum – PULE PARA A QUESTÃO 22- (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) dias</p> <p><b>21) SE USA BICICLETA: Nesses dias, quanto tempo no total o(a) Sr(a) pedala por dia?</b></p> <p>___ horas ___ minutos = ___ minutos</p> <p><b>22) Quantos dias por semana o(a) Sr(a) caminha para ir de um lugar a outro?</b></p> <p>(0) Nenhum – PULE O ENUNCIADO ACIMA DA QUESTÃO 24- (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) dias</p> <p><b>23) SE CAMINHA: Nesses dias, quanto tempo no total o(a) Sr(a) caminha por dia?</b></p> <p>___ horas ___ minutos = ___ minutos</p>	<p>TFLIVRE ___ ___</p> <p>DMLIVRE ___</p> <p>TMLIVRE ___ ___</p> <p>DBIC ___</p> <p>TBIC ___ ___</p> <p>DCAM ___</p> <p>TCAM ___ ___</p>
<p><b>AGORA EU GOSTARIA QUE VOCÊ PENSASSE SÓ NAS ATIVIDADES QUE VOCÊ FAZ NOS DIAS DE SEMANA, SEM CONTAR SÁBADO E DOMINGO</b></p>	
<p><b>24) Você assiste televisão todos ou quase todos os dias?</b> (0) Não → Pule para a questão 26 (1) Sim</p>	<p>TVS: ___</p>
<p><b>25) Em um dia de semana normal, quanto tempo por dia você assiste televisão?</b> ___ horas ___ minutos por dia = ___ minutos</p>	<p>TVSTEMPO: ___ ___</p>
<p><b>26) Você usa computador na sua casa?</b> (0) Não → Pule para a questão 28 (1) Sim</p>	<p>PCS: ___</p>
<p><b>27) Em um dia de semana normal, quanto tempo por dia você usa computador na sua casa?</b> ___ horas ___ minutos por dia = ___ minutos</p>	<p>PCSTEMPO: ___ ___</p>
<p><b>28) Você trabalha fora de casa?</b> (0) Não → Pule para a questão 30 (1) Sim</p>	<p>TRS: ___</p>
<p><b>29) Em um dia de semana normal, quanto tempo por dia você fica sentado no seu trabalho?</b> ___ horas ___ minutos por dia = ___ minutos</p>	<p>TRSTEMPO: ___ ___</p>

<b>30) Você estuda em colégio, curso técnico, faculdade ou outro curso?</b> (0) Não →Pule para a questão 32                      (1) Sim	ETS: __
<b>31) Em um dia de semana normal, quanto tempo por dia você fica sentado no seu colégio, curso técnico, faculdade ou outro curso?</b> ___ horas ___ minutos por dia = ___ minutos	ETSTEMPO: ___ ___
<b>32) Você anda de carro, ônibus ou moto todos ou quase todos os dias?</b> (0) Não →Pule para a questão 34                      (1) Sim	CRS: __
<b>33) Em um dia de semana normal, quanto tempo por dia você fica sentado no carro, ônibus ou moto?</b> ___ horas ___ minutos por dia = ___ minutos	CRSTEMPO: ___ ___
<b>AGORA EU GOSTARIA QUE VOCÊ PENSASSE SÓ NAS ATIVIDADES QUE VOCÊ FAZ NOS DOMINGOS, SEM CONTAR OS OUTROS DIAS DA SEMANA</b>	
<b>34) Você assiste televisão todos ou quase todos os domingos?</b> (0) Não →Pule para a questão 36                      (1) Sim	TVD: __
<b>35) Em um dia de domingo normal, quanto tempo por dia você assiste televisão?</b> ___ horas ___ minutos por dia = ___ minutos	TVDTEMPO: ___ ___
<b>36) Você usa computador na sua casa aos domingos?</b> (0) Não →Pule para a questão 38                      (1) Sim	PCD: __
<b>37) Em um dia de domingo normal, quanto tempo por dia você usa computador na sua casa?</b> ___ horas ___ minutos por dia = ___ minutos	PCDTEMPO: ___ ___
<b>38) Você trabalha fora de casa aos domingos?</b> (0) Não →Pule para a questão 40                      (1) Sim	TRD: __
<b>39) Em um domingo normal, quanto tempo por dia você fica sentado no seu trabalho?</b> ___ horas ___ minutos por dia = ___ minutos	TRDTEMPO: ___ ___
<b>40) Você estuda em colégio, curso técnico, faculdade ou outro curso aos domingos?</b> (0) Não →Pule para a questão 42                      (1) Sim	ETD: __
<b>41) Em um domingo normal, quanto tempo por dia você fica sentado no seu colégio, curso técnico, faculdade ou outro curso?</b> ___ horas ___ minutos por dia = ___ minutos	ETDTEMPO: ___ ___
<b>42) Você anda de carro, ônibus ou moto todos ou quase todos os domingos?</b> (0) Não →Encerre o questionário                      (1) Sim	CRD: __
<b>43) Em um domingo normal, quanto tempo por dia você fica sentado no carro, ônibus ou moto?</b> ___ horas ___ minutos por dia = ___ minutos	CRDTEMPO: ___ ___

**AGORA NÓS VAMOS FALAR SOBRE TODAS AS ATIVIDADES QUE FIZESSES NO DIA ANTERIOR. CONSIDERE O DIA ANTERIOR COMO O PERÍODO QUE COMPREENDE A MEIA-NOITE DO <DIA DA SEMANA ANTERIOR> ATÉ A MEIA-NOITE DE HOJE**

## RECORDATÓRIO 24HS

NOME: \_\_\_\_\_

NQ: \_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Pergunte ao entrevistado todas as atividades que ele realizou no último dia, incluindo atividades domésticas, no trabalho, por deslocamento ou lazer. Registre as atividades e locais em que foram realizadas nos respectivos horários. Preencha com letras maiúsculas e legíveis. Deixe a coluna “MET” em branco.

Exemplos de atividades para um dia: dormir (00:00 até às 06:30hs), arrumar para sair de casa (06:30 até às 07:00), deslocamento até a aula de bicicleta (07:00 às 07:30), sentado em aula (07:30 às 12:00), deslocamento para casa de bicicleta (12:00 às 12:30), almoço (12:30 às 13:00), dormir (13:00 às 14:00), assistir televisão (14:00 às 17:30hs), arrumar para sair (17:30 às 18:00), deslocamento para academia a pé (18:00 às 18:15), esteira (18:15 às 18:30), musculação – treino forte (18:30 às 19:30), deslocamento para ginásio a pé (19:30 às 19:45), futebol de salão por lazer (19:45 às 20:45), deslocamento de carro pra casa (20:25 às 21:00hs), banho (21:00 às 21:30hs), jantar (21:30 às 22:00hs), estudar (22:00 às 23:00), dormir (23:00 às 24:00)

Hora	Atividade	MET	Hora	Atividade	MET
00:00			12:00		
00:15			12:15		
00:30			12:30		
00:45			12:45		
01:00			13:00		
01:15			13:15		
01:30			13:30		
01:45			13:45		
02:00			14:00		
02:15			14:15		
02:30			14:30		
02:45			14:45		
03:00			15:00		
03:15			15:15		
03:30			15:30		
03:45			15:45		
04:00			16:00		
04:15			16:15		
04:30			16:30		
04:45			16:45		
05:00			17:00		
05:15			17:15		
05:30			17:30		
05:45			17:45		
06:00			18:00		
06:15			18:15		
06:30			18:30		
06:45			18:45		
07:00			19:00		
07:15			19:15		
07:30			19:30		
07:45			19:45		
08:00			20:00		
08:15			20:15		
08:30			20:30		
08:45			20:45		
09:00			21:00		
09:15			21:15		
09:30			21:30		
09:45			21:45		
10:00			22:00		
10:15			22:15		
10:30			22:30		
10:45			22:45		
11:00			23:00		
11:15			23:15		
11:30			23:30		
11:45			23:45		

Obs: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pesquisador responsável: Pedro Rodrigues Curi Hallal  
 Instituição: Escola Superior de Educação Física – Universidade Federal de Pelotas  
 Endereço: Rua Luís de Camões, 625 – CEP: 96055-630, Pelotas, RS  
 Telefone: (53) 3273-2752

Concordo em participar do estudo **“Associação entre atividade física, aptidão cardiorrespiratória e biomarcadores inflamatórios em adultos jovens saudáveis”**. Estou ciente de que estou sendo convidado a participar voluntariamente do mesmo.

**PROCEDIMENTOS:** Fui informado de que o objetivo geral será avaliar as associações independentes entre indicadores de atividade física e aptidão física com marcadores inflamatórios, cujos resultados serão mantidos em sigilo e somente serão usadas para fins de pesquisa. Estou ciente de que a minha participação envolverá responder questionários, utilizar um acelerômetro (monitor para captação da atividade física) por sete dias e realizar um teste de esforço para avaliação da aptidão física cardiorrespiratória. O teste será realizado em um cicloergômetro e o protocolo consiste de estágios com cargas incrementais até o indivíduo alcançar a exaustão. Também envolverá coleta sanguínea para determinar os níveis dos biomarcadores inflamatórios (fator de necrose tumoral alfa, interleucina 6, interleucina 1 beta e proteína C reativa), e para a obtenção do DNA Genômico (estudos de polimorfismos relacionados à obesidade e outras doenças e agravos não-transmissíveis, como diabetes, hipertensão arterial).

**RISCOS E POSSÍVEIS REAÇÕES:** Fui informado que os riscos são mínimos e referem-se à realização de teste de esforço máximo, cujo somente será realizado caso eu não apresente nenhum fator de risco para realização do mesmo anteriormente à sua realização. Também fui informado que serei monitorado durante todo o teste e que o mesmo será interrompido quando detectado alguma anormalidade.

**BENEFÍCIOS:** O benefício de participar na pesquisa relaciona-se ao fato que os resultados serão incorporados ao conhecimento científico e posteriormente a situações de ensino-aprendizagem. Os participantes terão acesso a todos os dados do estudo, caso solicitem. Do contrário, receberão apenas um resumo dos dados individuais e do grupo, em casa, em até seis meses após o final da coleta de dados.

**PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA:** Como já me foi dito, minha participação neste estudo será voluntária e poderei interrompê-la a qualquer momento.

**DESPESAS:** Eu não terei que pagar por nenhum dos procedimentos, recebendo apenas uma ajuda de custo para arcar com gastos de deslocamento até as instalações da ESEF-UFPel.

**CONFIDENCIALIDADE:** Estou ciente que a minha identidade permanecerá confidencial durante todas as etapas do estudo.

**CONSENTIMENTO** Recebi claras explicações sobre o estudo, todas registradas neste formulário de consentimento. Os investigadores do estudo responderam e responderão, em qualquer etapa do estudo, a todas as minhas perguntas, até a minha completa satisfação. Portanto, estou de acordo em participar do estudo. Este Formulário de Consentimento Pré-Informado será assinado por mim e arquivado na instituição responsável pela pesquisa.

Nome do participante/representante legal: \_\_\_\_\_ Identidade: \_\_\_\_\_

ASSINATURA: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

**DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE DO INVESTIGADOR:** Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O participante compreendeu minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar este consentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicação de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa. Se o participante tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, pode entrar em contato com o Prof. Pedro Curi Hallal na ESEF/UFPel – Rua Luís de Camões, 625 – CEP: 96055-630 - Pelotas/RS; Telefone:(53)3273-2752.

ASSINATURA DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL \_\_\_\_\_

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Programa de Pós-Graduação em Educação Física**

**RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO DA DISSERTAÇÃO**

Associação entre atividade física, aptidão cardiorrespiratória e biomarcadores inflamatórios em adultos jovens saudáveis

Carlos Marcelo Cuello Moreno

Janeiro, 2013

## **1. Introdução**

O projeto de pesquisa inicialmente foi elaborado para o processo de seleção do curso de mestrado em Educação Física da ESEF/UFPel, no ano de 2011. Durante o decorrer do curso, o projeto foi revisado e discutido individualmente com os professores orientadores, realizando assim algumas alterações decididas em comum acordo.

Depois disso o mesmo foi apresentado no processo de qualificação, onde foi submetido a novas alterações sugeridas pelos professores integrantes da banca examinadora. Após a qualificação, o projeto de dissertação foi encaminhado ao Comitê de Ética da Faculdade de Medicina da UFPel, sendo aprovado sob o protocolo CAAE número 07477612.9.0000.5317.

## **2. Participantes da equipe da coleta e análise dos dados**

Duas equipes integradas por alunos de graduação e pós-graduação da ESEF/UFPel, foram previamente treinadas pelos coordenadores do estudo para a aplicação de questionários, tomadas de medidas antropométricas e avaliação da aptidão cardiorrespiratória e da preensão manual.

As coletas sanguíneas foram realizadas por uma técnica em Enfermagem, e a centrifugação e armazenamento do sangue coletado foram realizadas por alunos da graduação de Biotecnologia da UFPel.

## **3. Coleta de dados**

### **3.1. Amostra**

A amostra foi constituída por 85 homens adultos jovens saudáveis, com idade entre 18 e 30 anos, residentes na cidade de Pelotas-RS, recrutados por conveniência através de convites informais por meio de ligações telefônicas. Os indivíduos elegíveis foram aqueles que apresentaram condições físicas para a realização de um teste cardiorrespiratório de esforço máximo e não elegíveis os sujeitos com hipertensão arterial, diabetes ou cardiopatias diagnosticadas e com uso atual de medicação farmacológica que poderia influenciar os biomarcadores inflamatórios.

### **3.2. Logística**

A coleta de dados foi realizada dentro de um período de treze (13) dias consecutivos, com duas visitas de cada participante às instalações da ESEF-UFPel (dias 6 e 13). Através de ligações telefônicas foram feitos mais dois contatos com os sujeitos da amostra: o primeiro sendo para o recrutamento (dia 1), e o segundo para a aplicação de um recordatório de 24 horas de atividade física (dia 8).

#### **3.2.1. Dia 1 (Quarta-feira)**

O primeiro contato com os indivíduos da amostra foi através de ligação telefônica, onde o sujeito foi informado sobre as características da pesquisa e convidado para participar. Os indivíduos que aceitaram o convite foram submetidos a um questionário (*The Physical Activity Readiness Questionnaire*) para verificar a sua elegibilidade. A partir dessa triagem, todos os recrutados elegíveis foram agendados e orientados a estarem em jejum de pelo menos 8 horas na primeira visita à ESEF-UFPel (dia 6), obrigatoriedade para a coleta de sangue.

#### **3.2.2. Dia 6 (Sábado 1)**

No primeiro dia de visita ao laboratório (dia 6), um questionário geral contendo os dados pessoais de identificação, características demográficas e possíveis fatores de confusão (idade, cor da pele, tabagismo e consumo de gordura), assim como um recordatório de 24 horas de atividade física, foram aplicados aos participantes por meio de entrevista. Depois foram realizadas as medidas antropométricas (peso, altura e circunferência da cintura).

Neste dia também foi realizada a coleta sanguínea, onde foram colhidos dez mililitros (10mL) de sangue da fossa antecubital do membro superior direito dos participantes selecionados. Este procedimento foi realizado por um enfermeiro qualificado. Após esse procedimento o sangue coletado foi centrifugado e armazenado adequadamente.

Por último, cada um dos participantes recebeu um acelerômetro ativado, assim como, as instruções e recomendações sobre a sua utilização. Os indivíduos utilizaram o aparelho preso na cintura por sete dias consecutivos, até a data da segunda visita ao laboratório (dia 13) quando os mesmos foram entregues.

### **3.2.3. Dia 8 (Segunda-feira)**

No oitavo dia da coleta foi realizado um novo contato telefônico com os participantes, onde foi aplicado um recordatório de 24 horas de atividade física (informações do domingo, dia anterior). Também foi questionado ao sujeito sobre o uso do acelerômetro e reforçado o horário do seu retorno no dia 13 (sábado 2).

### **3.2.4. Dia 13 (Sábado 2)**

Na segunda visita ao laboratório, os participantes da amostra, inicialmente, efetuaram a devolução dos acelerômetros. Em seguida, eles foram submetidos a um questionário aplicado por um entrevistador, com a finalidade de estimar o nível de prática habitual de atividade física e o comportamento sedentário aplicado por um entrevistador.

Após responderem as questões do questionário, os indivíduos realizaram um teste para determinar a força muscular por meio da força de preensão manual, utilizando um dinamômetro digital. Os testes foram realizados com os participantes sentados em uma cadeira, com os ombros aduzidos, cotovelos flexionados em 90° e pulso em posição neutra. Cada um realizou três tentativas com cada mão, sendo utilizada para as análises a maior medida das tentativas.

O procedimento seguinte foi a aplicação de um teste de esforço máximo em ciclo ergômetro. Foi utilizado o protocolo de *Balke* para a estimação da aptidão cardiorrespiratória. O protocolo consiste no sujeito manter a velocidade ou ritmo de pedalada entre 50 e 60 rpm, sendo que, as cargas aumentam da seguinte forma: 50 watts por 3 minutos de aquecimento; logo, a carga aumentada para 100 watts, sendo que, a cada 2 minutos, a carga é elevada em 50 watts. O teste termina quando o indivíduo chegar à exaustão e não conseguir mais manter a velocidade.

Durante a execução dos testes de esforço máximo, as respostas hemodinâmicas dos participantes foram monitoradas e registradas, sendo que todos os avaliados apresentaram as respostas normais.

Encerrando a participação no estudo, os participantes receberam uma ajuda de custo de transporte e alimentação.

## **4. Processamento dos dados**

Os questionários previamente codificados foram duplamente digitados e validados utilizando-se o programa *EpiData*. Os dados provenientes dos

acelerômetros foram processados no programa *Actilife* 4.6.1 e os marcadores inflamatórios foram analisados no Laboratório de Genômica Funcional do Centro de Desenvolvimento Tecnológico da UFPel utilizando-se a técnica ELISA a partir de kits de alta sensibilidade (Invitrogen, USA). Os resultados das análises foram registrados em formulários individuais e posteriormente registrados no programa Excel.

## **5. Análise dos dados**

Os dados foram analisados no programa estatístico *Stata*, versão 12.0. Os testes estatísticos foram escolhidos de acordo com as variáveis disponíveis.

## **6. Divulgação dos resultados**

### **6.1. Artigo científico**

“Associação inversa entre atividade física, aptidão cardiorrespiratória e biomarcadores inflamatórios em adultos jovens aparentemente saudáveis”.

### **6.2. Divulgação para os participantes**

Os participantes do estudo terão acesso a todos os dados da pesquisa, caso solicitem. Do contrário, receberão apenas um resumo dos dados individuais e do grupo, em casa, em até seis meses após o final da coleta de dados.

### **6.3. Divulgação para a imprensa local e regional**

Os resultados serão divulgados na imprensa local e no site da Universidade Federal de Pelotas.

## **ARTIGO**

Associação inversa entre atividade física, aptidão cardiorrespiratória e biomarcadores inflamatórios em adultos jovens aparentemente saudáveis

## CARTA DE APRESENTAÇÃO

Pelotas, 4 de fevereiro de 2013.

Ilmo. Sr.  
Editor-Chefe da Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde  
Universidade Federal de Pelotas  
Rua Marechal Deodoro, 1160  
96020-220 – Pelotas – RS

Prezado Editor,

Estamos encaminhando o manuscrito “ASSOCIAÇÃO INVERSA ENTRE ATIVIDADE FÍSICA, APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA E BIOMARCADORES INFLAMATÓRIOS EM ADULTOS JOVENS APARENTEMENTE SAUDÁVEIS”, de autoria de Carlos Marcelo Cuello Moreno, Renata Bielemann e Pedro Curi Hallal, para análise e publicação nesta revista.

Os autores declaram que:

- a) O presente manuscrito é original e não foi publicado ou encaminhado para publicação em nenhum outro periódico ou revista científica, independente do idioma;
- b) Todos os autores tiveram contribuição substancial neste trabalho, no que se refere à concepção do projeto de pesquisa, análise e interpretação dos dados, redação e revisão crítica;
- c) Confirmam a espera do resultado de avaliação do artigo, antes de encaminhá-lo a outro periódico;
- d) O estudo teve o apoio financeiro da Fundação Wellcome Trust.

As correspondências devem ser encaminhadas ao autor Pedro Curi Hallal, Universidade Federal de Pelotas, rua Luis de Camões, número 635, Pelotas – RS – CEP 96055-630.

Atenciosamente,

Carlos Marcelo Cuello Moreno

Renata Bielemann

Pedro Curi Hallal

**Associação inversa entre atividade física, aptidão cardiorrespiratória e biomarcadores inflamatórios em adultos jovens aparentemente saudáveis**

Inverse association between physical activity, cardiorespiratory fitness and inflammatory biomarkers in apparently healthy young adults

Carlos Marcelo Cuello Moreno<sup>1</sup>, Renata Bielemann<sup>2</sup>, Pedro Curi Hallal<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Educação Física – Universidade Federal de Pelotas

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Epidemiologia – Universidade Federal de Pelotas

Correspondência: Carlos Marcelo Cuello Moreno

Endereço: Rua Luis de Camões, 635, Pelotas – RS

CEP: 96055-630

Telefone: (53) 3273.2752

E-mail: [marckzelo@hotmail.com](mailto:marckzelo@hotmail.com)

**Título simplificado:** Atividade física, aptidão cardiorrespiratória e inflamação

Número de palavras no resumo: 208

Número de palavras no texto: 2652

Número de tabelas: 4

## Resumo

A inflamação sistêmica crônica de baixa intensidade está relacionada com maior risco de doenças cardiovasculares. Estudos sugerem que a proteína C-reativa, um dos principais biomarcadores inflamatórios, pode estar inversamente relacionada com a prática de atividade física e com a aptidão física. O objetivo deste estudo transversal foi determinar as associações entre os níveis de atividade física e a aptidão cardiorrespiratória, com biomarcadores inflamatórios em homens adultos jovens (18-30 anos) aparentemente saudáveis (N=85). A concentração sérica da proteína C-reativa foi avaliada pelo método ELISA. A prática de atividade física foi mensurada por questionário e acelerometria. O consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) foi estimado por teste incremental em cicloergômetro. Na análise bruta, a média das concentrações de proteína C-reativa da amostra foi de  $1,59 \pm 1,16$  mg/L, e esteve significativamente correlacionada com o  $VO_{2max}$  ( $r=-0,32$ ;  $p=0,03$ ). O índice de massa corporal (IMC) e a circunferência abdominal também apresentaram correlação significativa com a proteína C-reativa ( $r=0,37$ ;  $p<0,001$  e  $r=0,41$ ;  $p<0,001$ , respectivamente). Quando realizamos ajuste para as variáveis antropométricas (IMC e circunferência da cintura), a associação deixou de ser significativa. Diferentemente do IMC e circunferência abdominal, que continuaram tendo associação estatisticamente significativa com a proteína C-reativa mesmo ajustando para o  $VO_{2max}$ . Não houve relação entre proteína C-reativa e níveis de atividade física, medidos por questionário ou acelerômetro. Conclui-se que nesse grupo de adultos jovens houve relação entre a proteína C-reativa e o  $VO_{2max}$ , e que esta associação é explicada pelas modificações no perfil antropométrico decorrentes de altos níveis de aptidão cardiorrespiratória.

Palavras-chave: biomarcadores inflamatórios, proteína C-reativa, atividade física, aptidão cardiorrespiratória.

**Abstract**

Low-intensity chronic systemic inflammation is related to an increased risk of cardiovascular disease. Studies suggest that C-reactive protein, one of the main inflammatory biomarkers, may be inversely related to physical activity levels and physical fitness. The aim of this cross-sectional study was to evaluate the associations between physical activity, fitness and inflammatory biomarkers in apparently healthy men (N=85) aged 18 to 30 years. C-reactive protein was measured using the ELISA method. Physical activity practice was assessed by questionnaire and accelerometry. Maximum oxygen uptake ( $VO_{2max}$ ) was estimated based on a cycle ergometer incremental test. In the unadjusted analysis, the mean concentrations of C-reactive protein in the sample was  $1.59 \pm 1.16$  mg/L, and was inversely correlated with  $VO_{2max}$  ( $r=-0.32$ ,  $p=0.03$ ). The body mass index (BMI) and waist circumference also significantly correlated with C-reactive protein ( $r=0.37$ ,  $p<0.001$  and  $r=0.41$ ,  $p<0.001$ , respectively). After adjustment for anthropometric characteristics (BMI and waist circumference), the association with fitness was no longer significant. No association was observed between physical activity levels (questionnaire and accelerometry) and C-reactive protein. We conclude that in this group of young adults there was an inverse association between fitness and C-reactive protein, and this association is explained by the influence of fitness on anthropometry.

Keywords: inflammatory biomarkers, C-reactive protein, physical activity, cardiorespiratory fitness.

## INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares e cerebrovasculares são as principais causas de mortes no mundo<sup>1</sup>. No Brasil, as doenças cardiovasculares atingem principalmente os sujeitos do sexo masculino<sup>2</sup>, e quando consideradas juntamente com diabetes, câncer e doenças respiratórias crônicas, representam a maior carga de morbimortalidade<sup>3</sup>. Tais enfermidades possuem um conjunto de fatores de risco comuns, incluindo tabagismo, inatividade física, alimentação inadequada e consumo excessivo de álcool<sup>4</sup>. Tendo em vista o alto custo social e financeiro que tais doenças representam para o sistema público de saúde, a prevenção torna-se essencial.

A inatividade física é responsável por 10% das mortes que ocorrem por ano no mundo<sup>5</sup>. Além de trazer benefícios fisiológicos, metabólicos e psicológicos, e reduzir o risco de doenças cardíacas, acidentes vasculares cerebrais, diabetes tipo 2 e hipertensão arterial, a prática regular de atividades físicas está associada com a aptidão física, o controle de peso e a saúde mental<sup>6</sup>. O condicionamento cardiorrespiratório também tem um papel importante na prevenção de doenças vasculares e seus benefícios podem ser percebidos com pequenos aumentos dos níveis de aptidão<sup>7</sup>.

A inflamação sistêmica crônica de baixa intensidade, relacionada com algumas doenças vasculares, está também associada à inatividade física<sup>8</sup>. Existem alguns marcadores ou mediadores químicos que, além de determinar o grau da inflamação sistêmica, têm participação importante na aterogênese, processo de formação e desenvolvimento das placas ateroscleróticas nas paredes íntimas dos vasos arteriais. Entre os principais mediadores, também conhecidos por biomarcadores inflamatórios, estão a proteína C-reativa e algumas citocinas pró-inflamatórias, onde se destacam o fator de necrose tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ) e as interleucinas 6 (IL-6) e 1 beta (IL-1 $\beta$ )<sup>9,10</sup>.

Mesmo encontrando na literatura diversos estudos buscando esclarecer os efeitos anti-inflamatórios da prática regular de atividade física ou da aptidão aeróbia<sup>11-20</sup>, ainda encontramos algumas lacunas no que se refere a este tema, principalmente em adultos jovens. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi determinar as associações entre os níveis de atividade física, a aptidão cardiorrespiratória e a força muscular, com biomarcadores inflamatórios em homens adultos jovens aparentemente saudáveis.

## **METODOLOGIA**

Este estudo foi realizado em caráter observacional com desenho transversal e aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), sob o protocolo CAAE número 07477612.9.0000.5317. A amostra foi constituída por 85 homens adultos jovens aparentemente saudáveis, com idade entre 18 e 30 anos, residentes na cidade de Pelotas-RS, recrutados por conveniência. A inclusão somente de sujeitos do sexo masculino na amostra se justifica por esta ser a população que apresenta maior risco para eventos cardiovasculares<sup>2</sup>. Para participarem do estudo, os indivíduos deveriam apresentar condições físicas para a realização de um teste cardiorrespiratório de esforço máximo. Além disso, não foram incluídos sujeitos com hipertensão arterial, diabetes ou cardiopatias e que estivessem sob efeito de medicação farmacológica que pudesse influenciar nas concentrações dos biomarcadores inflamatórios (por exemplo, corticosteróides, anti-inflamatórios, estatinas).

Para o cálculo de diferença mínima detectável considerou-se um poder fixo de 80%, com prevalência de ativos no lazer nesta faixa etária de 35%<sup>21</sup> e desvio-padrão da média geométrica de proteína C-reativa de 3,21mg/L<sup>22</sup>, buscando detectar uma diferença mínima de 1,88mg/L na média geométrica comparando indivíduos ativos e inativos.

Os dados foram coletados dentro de um período de treze dias consecutivos, com duas visitas de cada participante ao Laboratório de Bioquímica e Fisiologia do Exercício da Escola Superior de Educação Física (ESEF) da UFPEL. Através de uma ligação telefônica foi realizado o recrutamento e agendamento dos sujeitos da amostra. No primeiro dia de visita ao laboratório, um questionário geral contendo os dados pessoais de identificação, características demográficas e possíveis fatores de confusão, foi aplicado aos participantes por meio de entrevista. Depois foram realizadas as medidas antropométricas. Para verificar o peso corporal, estatura e circunferência abdominal foram utilizadas uma balança eletrônica (precisão de 0,1Kg) da marca Filizola, um estadiômetro de parede e fita métrica flexível e inextensível da marca Sanny, respectivamente. Neste dia também foram feitas a coleta sanguínea, realizada por uma enfermeira treinada para tal atividade, assim como a centrifugação e armazenamento do material coletado. Por último, com o objetivo de determinar o nível de atividade física de maneira objetiva, cada um dos participantes recebeu um acelerômetro ativado, assim como, as instruções e recomendações sobre a sua utilização.

Na segunda visita ao laboratório, os participantes da amostra, inicialmente, efetuaram a devolução dos acelerômetros. Logo em seguida, eles foram submetidos a um questionário com a finalidade de estimar o nível de prática habitual de atividade física e o comportamento sedentário. Após responderem as perguntas do questionário, os indivíduos realizaram um teste para determinar a força muscular por meio da força de preensão manual, utilizando um dinamômetro digital da marca Jamar. A seguir foi realizado um teste incremental em cicloergômetro para estimar a aptidão cardiorrespiratória.

Para determinar os níveis de atividade física utilizamos dois diferentes métodos: questionário e acelerometria. O questionário foi o *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ), versão longa, por meio de entrevista, estimando os últimos 7 dias<sup>23</sup>.

Utilizamos também um questionário para estimar o comportamento sedentário, desenvolvido em projeto concomitante conduzido por outro aluno de pós-graduação<sup>24</sup>. O instrumento avalia o tempo despendido em atividades realizadas na posição sentada durante o tempo de lazer, no deslocamento para o trabalho e no trabalho.

Para a medida objetiva dos níveis de atividade física utilizamos um acelerômetro triaxial da marca *Actigraph* modelo *GT1M*, com *epoch* de 5 segundos. Para a ativação do aparelho e, para o armazenamento e processamento das informações, utilizamos o programa *Actilife* 4.6.1. O acelerômetro foi utilizado na cintura dos indivíduos por seis dias consecutivos, sendo que o primeiro e o último dia de uso, por serem incompletos, foram excluídos da análise.

O protocolo para a estimação da aptidão cardiorrespiratória consistiu de um teste incremental até a exaustão realizado em um cicloergômetro da marca Ergo-Cycle. As cargas aumentaram da seguinte forma: uma carga de 50 *watts* por 3 minutos de aquecimento; após, a carga foi aumentada para 100 *watts*, sendo que, a cada 2 minutos, a carga foi aumentada em 50 *watts*<sup>25</sup>. Por motivo de segurança e controle, durante o teste de esforço foram monitoradas as respostas hemodinâmicas através das medidas de pressão arterial e frequência cardíaca, além da percepção subjetiva de esforço pela escala de 14 etapas (6-20) de *Borg*.

A força de prensão manual foi determinada utilizando um dinamômetro digital da marca Jamar. Cada indivíduo realizou três esforços máximos com cada mão. Os testes ocorreram com os participantes sentados em uma cadeira, com os ombros aduzidos, cotovelos flexionados em 90 graus e o pulso em posição neutra. A maior medida das seis tentativas foi utilizada nas análises.

No contato telefônico de recrutamento e agendamento, os indivíduos foram instruídos sobre o jejum prévio obrigatório de no mínimo oito horas para a coleta de

sangue, e, foram orientados a evitarem o consumo de álcool no dia anterior. Após a coleta de 10mL de sangue através de um procedimento a vácuo, as amostras foram preparadas em tubos de separação de soro sem anticoagulante e mantidas à temperatura ambiente durante 30 minutos para coagular. Após centrifugar a 3500 rpm durante 15 minutos, o soro foi dividido em duas alíquotas e armazenado a -80°C para as análises posteriores no Laboratório de Genômica Funcional do Centro de Desenvolvimento Tecnológico da UFPEL. As amostras foram analisadas pelo método ELISA (*Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay*), usando kits de alta sensibilidade adquiridos da *Invitrogen* (ELISA; *Invitrogen, Camarillo, CA*) para proteína C-reativa (#KHA0031), IL-6 (#KHC0061), IL-1 $\beta$  (#KHC0014) e TNF- $\alpha$  (#KAC1751). Todas as amostras foram analisadas em duplicatas e a média dos dois valores foi utilizada para a análise de dados. As absorbâncias do ELISA foram medidas a 450nm, utilizando o leitor de microplacas *Victor X5* (*PerkinElmer, Waltham, MA*). As concentrações foram determinadas traçando um gráfico dos dados de absorbância dos padrões com as concentrações normais, conforme as instruções do fabricante.

A análise estatística incluiu uma descrição da amostra, com cálculos de média e desvio-padrão para as variáveis numéricas. A seguir, foi procedida a correlação de Pearson entre a medida de proteína C-reativa e as variáveis independentes. Logo após, foi realizada análise de variância, na qual foram comparadas as médias de proteína C-reativa entre as categorias das variáveis independentes. Por fim, rodou-se um modelo de regressão linear, utilizando a proteína C-reativa como desfecho. Para tais análises foi utilizado o pacote estatístico STATA 12.0, considerando um nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

As principais características dos indivíduos estudados podem ser visualizadas na tabela 1. A média de idade dos participantes foi de  $22,7 \pm 2,8$  anos. Houve ampla heterogeneidade da amostra no que se refere ao índice de massa corporal (IMC, média  $24,9 \pm 3,2$  Kg/m<sup>2</sup>) e circunferência abdominal (média  $81,4 \pm 8,3$  cm). Os níveis de atividade física determinados pelo acelerômetro apresentaram as médias de  $60,2 \pm 25,2$  min/dia de atividades físicas de intensidade moderada e  $6,3 \pm 7,9$  min/dia de atividades física de intensidade vigorosa. Já o questionário mostrou que a atividade física total no lazer teve uma média de  $408,8 \pm 365,0$  min/sem, o equivalente a  $58,4$  min/dia, similar ao observado com o acelerômetro. Em relação ao comportamento sedentário, o tempo despendido somente assistindo televisão ou no computador teve média de  $307,4 \pm 207,1$  min/dia. A média do valor estimado de consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) foi de  $41,9 \pm 7,1$  mL.Kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>. A força de prensão manual apresentou o valor médio de  $47,7 \pm 7,9$  Kg/f.

A média encontrada das concentrações de proteína C-reativa entre os sujeitos da amostra (n=85) foi de  $1,59 \pm 1,16$  mg/L. Os valores dos outros biomarcadores inflamatórios foram não detectáveis na grande maioria dos indivíduos, pelo método laboratorial utilizado, sendo que por esse motivo, optou-se por não incluí-los na análise do presente estudo.

A tabela 2 apresenta a correlação entre a proteína C-reativa e as variáveis antropométricas. Houve correlações significativas com o IMC ( $r=0,37$ ;  $p<0,001$ ), circunferência abdominal ( $r=0,41$ ;  $p<0,001$ ) e  $VO_{2max}$  ( $r=-0,32$ ;  $p=0,03$ ). Baixos e não significativos valores de correlação foram observados com os níveis de atividade física, estimados tanto por questionário quanto por acelerometria, e com a força de prensão manual.

Na análise de variância (tabela 3) comparando as médias de proteína C-reativa entre as categorias das variáveis independentes, os resultados foram semelhantes. Novamente, o  $VO_{2max}$  foi o indicador que apresentou relação significativa com a proteína C-reativa. Indivíduos com  $VO_{2max}$  acima de  $42,0 \text{ mL.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  tiveram um valor médio de  $0,67 \text{ mg/L}$  inferior àqueles com valores abaixo de  $42,0 \text{ mL.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ . A circunferência da cintura também esteve relacionada fortemente com a proteína C-reativa. A diferença entre os indivíduos com circunferência da cintura acima de  $94 \text{ cm}$  e aqueles com valores inferiores a esse foi de  $1,37 \text{ mg/L}$ . O IMC também esteve associado com os valores de proteína C-reativa, embora com menor magnitude da associação.

Na tabela 4 realizamos uma regressão linear com três modelos analisando os efeitos do condicionamento aeróbio sobre a proteína C-reativa. No modelo 1 a análise bruta mostrou que, o incremento de  $1,0 \text{ mL.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  no consumo máximo de oxigênio diminuiu  $0,05 \text{ mg/L}$  na concentração do marcador inflamatório (IC95% de  $-0,08$  a  $-0,02$ ;  $p=0,003$ ). Porém, quando realizamos a análise ajustando para as variáveis antropométricas, o  $VO_{2max}$  deixou de estar estatisticamente relacionado com a proteína C-reativa, sugerindo que a influência da aptidão cardiorrespiratória sobre o biomarcador passa diretamente pelo seu efeito sobre as variáveis antropométricas. Já a circunferência abdominal e o IMC continuaram tendo associação estatisticamente significativa com a proteína C-reativa mesmo ajustando para o  $VO_{2max}$ .

## **DISCUSSÃO**

A inflamação crônica de baixa intensidade, identificada por altas concentrações de alguns mediadores químicos e de proteínas de fase aguda, vem sendo tema de muitos trabalhos relacionados à saúde. Na literatura podemos observar diversos estudos mostrando

que esse quadro pode estar associado a alguns hábitos de vida, como, por exemplo, a prática de atividades físicas<sup>13-16</sup>. Em nosso estudo, o  $VO_{2max}$ , a circunferência da cintura e o IMC estiveram fortemente associados à proteína C-reativa, sendo que o efeito do  $VO_{2max}$  foi explicado por suas consequências sobre tais indicadores antropométricos.

Estudos observacionais demonstraram que a prática de atividade física e o condicionamento cardiorrespiratório estão associados com os mediadores inflamatórios nas diferentes etapas da vida das pessoas<sup>18-20</sup>. Por outro lado, alguns estudos não apresentaram os mesmos resultados, e outros ainda não mostraram a mesma associação quando seus resultados foram ajustados para alguns fatores de confusão<sup>22, 26, 27</sup>. Uma série de outros fatores pode afetar a associação entre atividade física, aptidão física e marcadores inflamatórios, como as diferenças nas características dos sujeitos, o momento das coletas de sangue, diferentes ensaios laboratoriais para medir os marcadores inflamatórios, tabagismo, entre outros. Em relação à atividade física, as discrepâncias podem ser explicadas também pelos diferentes métodos de mensuração e pontos de corte para determinar se o indivíduo é ativo ou não<sup>28</sup>.

No presente estudo não encontramos diferenças significativas da proteína C-reativa em relação aos níveis de atividade física corroborando com Nazmi e colaboradores<sup>26</sup>, em estudo realizado com 3.289 indivíduos brasileiros, adultos jovens (1.919 homens e 1.370 mulheres) com 22-24 anos de idade, também usando o IPAQ. Um fato importante que deve ser considerado neste caso é a faixa etária, pois sujeitos jovens aparentemente saudáveis tendem a apresentar baixas concentrações de biomarcadores inflamatórios. No entanto, um estudo populacional prospectivo encontrou resultados diferentes. Analisando 13.748 adultos norte-americanos com 20 anos de idade ou mais, observou-se que quanto maior o nível de atividade física relatada (leve, moderada ou vigorosa), menores eram os níveis de proteína C-reativa, em comparação com nenhuma atividade física<sup>12</sup>.

Entre as pesquisas que avaliaram a associação entre proteína C-reativa e aptidão cardiorrespiratória, a maioria das publicações demonstrou a relação inversa<sup>11, 13, 17</sup>. Church e colaboradores<sup>11</sup> analisaram 722 homens brancos, com a idade entre 40 e 60 anos, participantes do estudo norte-americano concluindo que a proteína C-reativa plasmática foi inversamente relacionada com capacidade aeróbia ( $p < 0,001$ ). Diferentemente do nosso estudo, os autores encontraram que a associação se manteve mesmo após ajuste para o percentual de gordura corporal e a circunferência da cintura. Com as mesmas características, pesquisadores norte-americanos avaliaram 170 homens, com idade média de  $51 \pm 9,3$  anos, e constataram uma relação inversa entre o  $VO_{2max}$  (determinado em teste de esforço máximo em esteira com medida direta) e a proteína C-reativa. Os resultados também foram ajustados para idade, IMC, fatores de risco de doenças coronárias e variáveis de estilo de vida<sup>17</sup>.

Um estudo israelita desenvolvido por Aronso e colaboradores<sup>13</sup> verificou a relação da capacidade aeróbia e proteína C-reativa em 1.640 indivíduos (1.060 homens e 580 mulheres), com a média de idade de  $50 \pm 10$  anos, divididos em três grupos: sujeitos com síndrome metabólica (três ou mais anormalidades metabólicas), sujeitos com uma ou duas anormalidades metabólicas, e sujeitos normais metabolicamente. A aptidão cardiorrespiratória foi determinada através de um teste gradual em esteira com medida indireta utilizando o protocolo de Bruce. Foi encontrada uma forte relação inversa entre capacidade aeróbia e proteína C-reativa ( $p = 0,01$ ).

Chama atenção o fato de que os estudos que constataram diferenças significativas, em sua maioria, foram realizados em populações de meia-idade e idosos. Nessa faixa etária, normalmente, os níveis de inflamação crônica de baixa intensidade e seus marcadores são maiores e facilmente detectáveis. Esse fato justifica nosso interesse em realizar este estudo com sujeitos jovens, visto que em idades mais avançadas existe clareza

na associação entre aptidão física e marcadores inflamatórios. A escolha da população jovem trouxe algumas dificuldades analíticas. Por exemplo, os biomarcadores TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$  e IL-6 foram indetectáveis na grande maioria dos sujeitos da amostra, inviabilizando análises estatísticas mais aprofundadas.

Conclui-se que nesse grupo de adultos jovens houve relação entre a proteína C-reativa e o consumo máximo de oxigênio estimado, e que esta associação é explicada pelas modificações no perfil antropométrico decorrentes dos altos níveis de aptidão cardiorrespiratória. A prática de atividade física, medida por acelerometria ou questionário, não se relacionou com a proteína C-reativa.

## REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Noncommunicable Diseases and Mental Health, World Health Organization. In *Integrated management of cardiovascular risk: report of a WHO meeting, Geneva 9-12, July 2002*. Geneva: World Health Organization; 2002.
2. Laurenti R, Mello-Jorge MHP, Gotlieb SLD. Perfil epidemiológico da morbimortalidade masculina. *Ciênc Saúde Coletiva* 2005; 10:35-46.
3. Azambuja MIR, Foppa M, Maranhão MFC, Achutti AC. Impacto econômico dos casos de doença cardiovascular grave no Brasil: uma estimativa baseada em dados secundários. *Arq Bras Cardiol* 2008; 91(3):163-171.
4. Schmidt MI, Duncan BB, Azevedo e Silva G, et al. Chronic non-communicable diseases in Brazil: burden and current challenges. *Lancet* 2011; 377(9781):1949-1961.
5. Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet* 2012; 380(9838):219-229.

6. Kesaniemi YK, Danforth EJr, Jensen MD, et al. Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(6):S351-358.
7. Simmons RK, Griffin SJ, Steele R, Wareham NJ, Ekelund U. Increasing overall physical activity and aerobic fitness is associated with improvements in metabolic risk: cohort analysis of the ProActive trial. *Diabetologia* 2008; 51(5):787-794.
8. Smith DT, Carr LJ, Dorozynski C, Gomashe C. Internet-delivered lifestyle physical activity intervention: limited inflammation and antioxidant capacity efficacy in overweight adults. *J Appl Physiol* 2009; 106(1):49-56.
9. Lau DC, Dhillon B, Yan H, Szmitko PE, Verma S. Adipokines: molecular links between obesity and atherosclerosis. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2005; 288(5):H2031-2041.
10. Francisco G, Hernandez C, Simo R. Serum markers of vascular inflammation in dyslipemia. *Clin Chim Acta* 2006; 369(1):1-16.
11. Church TS, Barlow CE, Earnest CP, et al. Associations between cardiorespiratory fitness and C-reactive protein in men. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2002; 22(11):1869-1876.
12. Ford, ES. Does exercise reduce inflammation? Physical activity and C-reactive protein among U.S. adults. *Epidemiology* 2002; 13(5):561-568.
13. Aronson D, Sella R, Sheikh-Ahmad M, et al. The association between cardiorespiratory fitness and C-reactive protein in subjects with the metabolic syndrome. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44(10):2003-2007.
14. Colbert LH, Visser M, Simonsick EM, et al. Physical activity, exercise, and inflammatory markers in older adults: findings from the Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc* 2004;52(7):1098-1104.

15. Elosua R, Bartali B, Ordovas JM, et al. Association between physical activity, physical performance, and inflammatory biomarkers in an elderly population: the InCHIANTI study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2005; 60(6):760-767.
16. Pitsavos C, Panagiotakos DB, Chrysohoou C, Kavouras S, Stefanadis C. The associations between physical activity, inflammation, and coagulation markers, in people with metabolic syndrome: the ATTICA study. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2005; 12(2):151-158.
17. Kullo IJ, Khaleghi M, Hensrud DD. Markers of inflammation are inversely associated with VO<sub>2</sub> max in asymptomatic men. *J Appl Physiol* 2007; 102(4):1374-1379.
18. Steene-Johannessen J, Kalle E, Reseland JE, Anderssen SA, Andersen LB. Waist circumference is related to low-grade inflammation in youth. *Int J Pediatr Obes* 2010; 5(4):313-319.
19. Marques-Vidal P, Bochud M, Bastardot F, et al. Levels and determinants of inflammatory biomarkers in a Swiss population-based sample (CoLaus study). *PLoS One* 2011; 6(6)-e21002:1-8.
20. Martinez-Gomez D, Gomez-Martinez S, Ruiz JR, et al. Objectively-measured and self-reported physical activity and fitness in relation to inflammatory markers in European adolescents: the HELENA Study. *Atherosclerosis* 2012; 221(1):260-267.
21. Azevedo MR, Horta BL, Gigante DP, Victora CG, Barros FC. Factors associated to leisure-time sedentary lifestyle in adults of 1982 birth cohort, Pelotas, Southern Brazil. *Rev Saude Publica* 2008; 42( Suppl 2):70-77.
22. Verdaet D, Dendale P, De Bacquer D, et al. Association between leisure time physical activity and markers of chronic inflammation related to coronary heart disease. *Atherosclerosis* 2004; 176(2):303-310.

23. Craig CL, Marshall AL, Sjostrom M, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35(8):1381-1395.
24. Mielke GI. Comportamento sedentário em adultos. 2013. 149 f. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós Graduação em Epidemiologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2013.
25. Balke B, Ware RW. An experimental study of physical fitness of Air Force personnel. *U.S. Armed Forces Medical Journal* 1959; 10(6):675-688.
26. Nazmi A, Oliveira IO, Victora CG. Correlates of C-reactive protein levels in young adults: a population-based cohort study of 3827 subjects in Brazil. *Braz J Med Biol Res* 2008; 41(5):357-367.
27. Arsenault BJ, Cartier A, Cote M, et al. Body composition, cardiorespiratory fitness, and low-grade inflammation in middle-aged men and women. *Am J Cardiol* 2009; 104(2):240-246.
28. Wilund KR. Is the anti-inflammatory effect of regular exercise responsible for reduced cardiovascular disease? *Clin Sci (Lond)* 2007; 112(11):543-555.

### **Agradecimentos /Financiamento**

As despesas do presente estudo foram financiadas pela Fundação Wellcome Trust. Agradecemos ao Laboratório de Genômica Funcional do Centro de Desenvolvimento Tecnológico da UFPEL, coordenado pela Profa. Dra. Fabiana Seixas, responsáveis pelos ensaios imunológicos do trabalho.

### **Contribuições dos autores**

Todos os autores tiveram contribuição substancial neste trabalho, no que se refere à concepção do projeto de pesquisa, análise e interpretação dos dados, redação e revisão crítica.

### **Comitê de Ética**

Todos os indivíduos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido concordando com a participação do estudo, que foi aprovado pelo comitê de ética da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas sob o protocolo CAAE número 07477612.9.0000.5317.

**Tabela 1:** Características da amostra e variáveis de exposição e desfecho (n=85).

	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>Mínimo – Máximo</b>
Idade (anos)	22,65	2,82	18,00 – 30,00
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	24,88	3,21	17,96 – 34,27
Circunferência abdominal (cm)	81,37	8,26	64,00 – 108,5
AF moderada – Ac (min/dia)	60,24	25,19	16,00 – 133,50
AF vigorosa – Ac (min/dia)	6,25	7,90	0,00 – 32,33
AF moderada e vigorosa – Ac (min/dia)	67,41	29,66	16,50 – 145,67
AF lazer – IPAQ (min/sem)	408,80	364,95	0,00 – 630,00
AF vigorosa – IPAQ (min/sem)	154,42	154,88	30,00 – 3790,00
Tempo de tela (min/dia)	307,40	207,09	25,71 – 985,71
VO <sub>2max</sub> (mL.Kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	41,92	7,14	27,58 – 65,13
Força de prensão manual (Kg/f)	47,68	7,93	30,90 – 73,90
Proteína C-reativa (mg/L)	1,59	1,16	0,18 – 3,62
IL-6 (pg/mL)	0,77	8,56	-3,47 – 59,07
IL-1β (pg/mL)	-0,26	0,49	-0,52 – 3,54
TNF-α (pg/mL)	-16,14	7,37	-25,79 – 19,14

IMC – índice de massa corporal; AF – atividade física; Ac – acelerômetro; IPAQ – *International Physical Activity Questionnaire*; VO<sub>2max</sub> – consumo máximo de oxigênio; IL-6 – Interleucina-6; IL-1β – Interleucina-1beta; TNF-α – fator de necrose tumoral alfa.

**Tabela 2:** Correlações entre proteína C-reativa e as variáveis antropométricas e de aptidão física (Pearson).

	<b>Proteína C-reativa</b>	<b>p</b>
IMC	0,37	<0,001
Circunferência abdominal	0,41	<0,001
AF moderada e vigorosa – Ac	0,02	0,89
AF vigorosa – Ac	-0,04	0,72
AF total de lazer – IPAQ	0,02	0,84
AF vigorosa de lazer – IPAQ	0,05	0,68
Tempo de tela	0,07	0,52
VO <sub>2max</sub>	-0,32	0,003
Força de prensão manual	0,10	0,37

IMC – índice de massa corporal; AF – atividade física; Ac – acelerômetro; IPAQ – *International Physical Activity Questionnaire*; VO<sub>2max</sub> – consumo máximo de oxigênio.

**Tabela 3:** Análise de variância comparando a proteína C-reativa (mg/L) entre as categorias das variáveis antropométricas e de aptidão física (Anova One Way).

	<b>Proteína C-reativa (média)</b>	<b>DP</b>	<b>p</b>
<b><i>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</i></b>			
≥ 25	1,86	1,22	0,04
< 25	1,35	1,06	
<b><i>Circunferência abdominal (cm)</i></b>			
≥ 94	2,88	0,87	0,009
< 94	1,51	1,13	
<b><i>AF moderada e vigorosa – Ac</i></b>			
Tercil superior	1,74	1,14	0,42
Tercis 1 e 2	1,52	1,17	
<b><i>AF vigorosa – Ac</i></b>			
Tercil superior	1,38	0,98	0,25
Tercis 1 e 2	1,69	1,23	
<b><i>AF total de lazer – IPAQ (min/sem)</i></b>			
> 150	1,69	1,13	0,21
< 150	1,34	1,19	
<b><i>AF vigorosa de lazer – IPAQ</i></b>			
Tercil superior	1,63	1,12	0,81
Tercis 1 e 2	1,57	1,19	
<b><i>Tempo de tela</i></b>			
Tercil superior	1,76	1,15	0,38
Tercis 1 e 2	1,52	1,16	
<b><i>VO<sub>2max</sub> (mL.Kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>)</i></b>			
≥ 42	1,28	1,10	0,007
< 42	1,95	1,14	
<b><i>Força de preensão manual</i></b>			
Tercil superior	1,54	1,25	0,78
Tercis 1 e 2	1,61	1,11	

IMC – índice de massa corporal; AF – atividade física; Ac – acelerômetro; IPAQ – *International Physical Activity Questionnaire*; VO<sub>2max</sub> – consumo máximo de oxigênio.

**Tabela 4.** Análise de regressão linear entre a proteína C-reativa e  $VO_{2max}$  (consumo máximo oxigênio) e variáveis antropométricas em adultos jovens aparentemente saudáveis do sexo masculino.

	Modelo 1			Modelo 2			Modelo 3		
	$\beta$	IC <sub>95%</sub>	p	$\beta$	IC <sub>95%</sub>	p	$\beta$	IC <sub>95%</sub>	p
<b>VO<sub>2max</sub></b> (mL.Kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	-0,05	-0,08; -0,02	0,003	-0,02	-0,06; 0,02	0,4	-0,02	-0,06; 0,01	0,2
<b>Circunferência abdominal</b> (cm)	0,06	0,03; 0,09	<0,001	0,05	0,01; 0,09	0,007	-	---	-
<b>IMC</b> (Kg/m <sup>2</sup> )	0,13	0,06; 0,21	0,001	-	---	-	0,10	0,01; 0,19	0,03

IMC – Índice de massa corporal; Modelo 1: Análise bruta; Modelo 2:  $VO_{2max}$ +circunferência abdominal; Modelo 3:  $VO_{2max}$ +IMC.

**NORMAS DA REVISTA**  
**REVISTA BRASILEIRA DE ATIVIDADE FÍSICA & SAÚDE**

## **REVISTA BRASILEIRA DE ATIVIDADE FÍSICA & SAÚDE**

Brazilian Journal of Physical Activity and Health

**Sociedade Brasileira de Atividade Física & Saúde**

A Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde (RBAFS) é o periódico oficial da Sociedade Brasileira de Atividade Física e Saúde. A RBAFS publica artigos originais, artigos de revisão, cartas ao editor, comentários, perfis e editoriais na temática da atividade física e saúde. Estudos epidemiológicos utilizando a atividade física como uma exposição ou desfecho, estudos sobre os padrões de atividade física em diferentes grupos populacionais, estudos com metodologias qualitativas e/ou quantitativas sobre diferentes aspectos da atividade física, estudos de intervenção na área de atividade física e promoção da saúde são exemplos de pesquisas de interesse da RBAFS. A RBAFS é um periódico multidisciplinar, congregando publicações de pesquisadores do campo da Educação Física, Saúde Coletiva, Nutrição, Medicina, Fisioterapia, Psicologia e áreas afins.

A RBAFS adota o sistema de revisão por pares. Depois de submetidos, os artigos serão inicialmente avaliados por um dos membros do Corpo Editorial, o qual classificará o manuscrito em termos de:

- (a) compatibilidade com a linha de publicação da revista;
- (b) potencial para aceitação em termos de relevância para a área, originalidade e aspectos metodológicos;
- (c) formatação compatível com as normas da revista.

Os manuscritos que não preencherem os critérios “a” e “b” serão recusados neste estágio, sem envio para revisores. Manuscritos recusados neste estágio não serão reconsiderados. No caso de manuscritos que não preencham o critério “c”, os mesmos serão devolvidos aos autores e será solicitado o envio de uma versão formatada corretamente num prazo máximo de 10 dias. Após esse período, o manuscrito será retirado do sistema.

Manuscritos que preencherem os três critérios mencionados serão enviados para, pelo menos, dois consultores externos. A RBAFS utilizará

revisores (nacionais e internacionais) com experiência na temática específica do estudo. O processo de revisão será duplo-cego, ou seja, nem os revisores saberão quem são os autores do manuscrito nem os autores saberão quem são os revisores do mesmo.

O critério mais decisivo para aceitação ou não de um manuscrito é a aderência a normas e métodos científicos rigorosos, independente da área de estudo. Outros critérios considerados são: originalidade, criatividade, relevância, clareza de redação e interesse para os leitores. Não serão cobradas taxas para submissão ou publicação de manuscritos, exceto no caso de algum autor ter interesse em publicar ilustrações além do permitido pela revista ou imagens coloridas.

### **Normas para submissão de Artigos Originais**

- a. O tamanho máximo permitido será de 4000 palavras (excluindo-se carta de apresentação, resumo, referências e ilustrações);
- b. O número de referências não deve exceder a 30;
- c. A quantidade de ilustrações não deve exceder a cinco, no total (entre tabelas, figuras e quadros).

Os manuscritos devem ser submetidos por e-mail para [rbafs@sbafs.org.br](mailto:rbafs@sbafs.org.br) em formato .DOC, .DOCX ou .RTF. Os autores são responsáveis pelo conteúdo dos artigos, assim como pela obtenção de autorização para reprodução de ilustrações de terceiros.

### **Orientações gerais para submissão de artigos**

No e-mail encaminhado para a RBAFS onde está o artigo, deverá existir três arquivos:

- 1º arquivo- artigo na íntegra, contendo todos os dados de identificação;
- 2º arquivo- artigo na íntegra, porém sem os dados de identificação, sem contribuição dos autores e também sem os dados relatando se o trabalho teve interesse ou apoio financeiro;

3º arquivo- carta de apresentação.

**Carta de apresentação:** As submissões para a RBAFS devem conter uma carta de apresentação em que os autores devem afirmar que o manuscrito não foi publicado anteriormente (exceto na forma de resumo, em congressos, por exemplo), e também deverão confirmar a espera do resultado de avaliação do artigo, antes de encaminhá-lo a outro periódico. Nessa carta também deve ser informado se o manuscrito contém interesses ou apoios financeiros.

**Página de rosto:** O artigo deve conter uma página inicial introdutória (página de rosto) a qual deverá conter: título completo do trabalho, autores e afiliações numerados, informações completas do autor responsável pelo contato (endereço completo para correspondência incluindo CEP, e-mail e telefone com seu respectivo DDD), um título simplificado do trabalho, contagem de palavras no resumo, contagem de palavras no texto (excluindo-se resumo, referências bibliográficas e ilustrações) e número de tabelas, ilustrações e quadros.

**Resumo e abstract:** Os artigos originais e de revisão deverão ser precedidos de um resumo. Tal resumo deve conter, no máximo, 250 palavras. O resumo não será estruturado, mas sugere-se que os autores o apresentem de forma que sejam claramente identificáveis as seções de objetivos, métodos, resultados e conclusões. Abaixo do resumo, os autores devem listar de três a seis palavras-chave, que devem ser buscadas na “MeSH database” do Medline/Pubmed. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/utils/fref.fcgi?/sites/entrez?db=mesh>).

**Texto:** O texto deverá estar organizado, normalmente, na seguinte disposição: **Introdução, Métodos, Resultados, Discussão e Referências**. Os tópicos deverão estar em sequência assim que o anterior seja concluído, sendo desnecessário ir para uma nova página para a continuação do texto. É fundamental que todos os artigos tenham uma Conclusão, a qual pode estar incluída no final da Discussão ou pode ser redigida como uma seção separada.

Todo o texto deverá estar com espaçamento duplo, fonte Times New Roman, letra tamanho 12 e com as seguintes margens:

Esquerda- 3,0

Direita- 2,5

Superior- 2,5

Inferior- 2,5

Estudos com animais e seres humanos deverão mencionar o tipo de cuidado adotado quanto aos preceitos éticos em pesquisa.

É necessário incluir números de página no canto superior direito do documento.

## **Referências**

Devem aparecer ao final da seção de discussão. Quaisquer outras formas de citação não mencionadas ficarão sob julgamento dos revisores e editores, e poderão sofrer ajustes (trechos de entrevistas, textos de jornais, etc).

**As referências bibliográficas deverão ser citadas no texto em números sobrescritos na ordem em que aparecerem no texto.** Na lista de referências, deve-se usar o formato exemplificado abaixo.

### Artigos de periódicos científicos

Hallal PC, Victora CG, Wells JCK, Lima RC. Physical inactivity: prevalence and associated variables in Brazilian adults. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:1894-900.

→Quando o artigo tiver mais de cinco autores, apenas os três primeiros devem ser citados, usando-se a expressão *et al.* após o nome do terceiro.

### Livros

Nahas MV. Atividade física, saúde e qualidade de vida. Londrina: Midiograf, 2001.

### Capítulos de livro

Perrin DH. The evaluation process in rehabilitation. In: Prentice WE, Editor. *Rehabilitation Techniques in Sports Medicine*. St Louis: Mosby Year Book Inc, 1994:253-276.

### Fontes eletrônicas

<http://www.afesaude2007.com.br/>. Acessado em 07 de novembro de 2007.

### Documentos institucionais

Centers for Disease Control and Prevention. Prevalence of no leisure-time physical activity: 35 States and the District of Columbia, 1988-2002. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2004;53:82-86.

World Health Organization. Changing History. In *The World Health Report 2004*. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2004.

### **Ilustrações**

Todas as ilustrações devem ser inseridas, no mesmo arquivo do texto, após as referências bibliográficas.

*Tabelas:* Cada tabela deve ser acompanhada de um título auto-explicativo. Todas as unidades de medida, abreviações, símbolos ou testes estatísticos devem estar devidamente explicados.

*Figuras:* Devem ser claras e objetivas. As ilustrações devem ser, preferencialmente em tons de cinza, branco e preto. Toda ilustração colorida sugerida pelos autores será cobrada em função da impressão. Se fotografias forem utilizadas, deverão atender os mesmos padrões anteriores e devem ter bom contraste.

## **Agradecimentos / Financiamento**

Ao final do texto, os autores devem mencionar as fontes de financiamento para o estudo e agradecerem a pessoas ou agências que foram importantes na realização do trabalho.

## **Contribuições dos autores**

Ao final do texto, os autores devem mencionar em um parágrafo a contribuição de cada um dos autores para o artigo.

## **Comitê de Ética**

Os autores devem explicitar em Métodos que a pesquisa foi conduzida dentro dos padrões éticos exigidos pela Declaração de Helsinque de 1964 e de acordo com a resolução 196/96 do Ministério da Saúde.

A pesquisa deve ter sido aprovada por comitê de ética credenciado pelo Ministério da Saúde.

**DIVULGAÇÃO PARA A IMPRENSA**

## **Boa condição física diminui o risco de doenças do coração em homens jovens**

Estudo realizado na Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas pelo educador físico Carlos Marcelo Cuello Moreno, mestrando do programa de Pós-graduação em Educação Física, mostrou que quanto melhor a condição física, menores são os riscos de desenvolvimento de doenças cardiovasculares. O trabalho foi orientado pelo Prof. Dr. Pedro Curi Hallal e teve co-orientação da aluna de doutorado Renata Bielemann.

Os participantes do estudo, realizado em 2012, foram homens saudáveis com idade entre 18 e 30 anos. Foram medidas as concentrações sanguíneas de uma substância denominada proteína C-reativa. Quando essa substância apresenta níveis elevados no sangue, pode indicar que alguma doença cardíaca esteja se desenvolvendo, mesmo que em estágios iniciais. A capacidade física foi determinada através de um teste de esforço em bicicleta ergométrica.

Os participantes com melhor condicionamento físico apresentaram menor concentração de proteína C-reativa no sangue. Os sujeitos com menores valores de índice de massa corporal e circunferência abdominal também obtiveram menor concentração de proteína C-reativa.

Os dados sugerem que programas de promoção da atividade física devem ser priorizados pelo poder público. Investimentos em prevenção se mostram muito mais eficazes e baratos do que os altos custos com internações hospitalares, medicamentos e cirurgias, decorrentes de problemas do coração.