

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENFERMAGEM E BIOCÊNCIAS  
ESCOLA DE ENFERMAGEM ALFREDO PINTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

José Marinho Marques Dias Neto

**INFLUÊNCIA DE COMPONENTES DO FITNESS FÍSICO SOBRE O  
COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS METABÓLICOS EM  
ADOLESCENTES**

Rio de Janeiro

2016

**INFLUÊNCIA DE COMPONENTES DO *FITNESS* FÍSICO SOBRE O  
COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS METABÓLICOS EM  
ADOLESCENTES**

José Marinho Marques Dias Neto

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Enfermagem e Biociências da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como exigência parcial para obtenção do título de Doutor.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Aparecida de Luca Nascimento

Rio de Janeiro

Junho - 2016

D541 Dias Neto, José Marinho Marques.  
Influência de componentes do *fitness* físico sobre o comportamento dos parâmetros metabólicos em adolescentes / José Marinho Marques Dias Neto, 2016.  
88 f. ; 30 cm

Orientadora: Maria Aparecida de Luca Nascimento.  
Tese (Doutorado em Enfermagem e Biociências) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

1. Aptidão física. 2. Adolescente. 3. Fatores de risco. I. Nascimento, Maria Aparecida de Luca. II. Universidade Federal do Estado do Rio Janeiro. Centro de Ciências Biológicas e de Saúde. Programa de Pós-Graduação em Enfermagem e Biociências. III. Título.

CDD – 613.7

**José Marinho Marques Dias Neto**

***INFLUÊNCIA DE COMPONENTES DO FITNESS FÍSICO SOBRE O  
COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS METABÓLICOS EM  
ADOLESCENTES***

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Enfermagem e Biociências da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como exigência parcial para obtenção do título de Doutor.

**Aprovado em 24/06/2016**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria Aparecida de Luca Nascimento  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO

Prof. Dr. Estélio Henrique Martin Dantas  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO

Prof. Dr. Eduardo Camillo Martinez  
Instituto de Pesquisa e Capacitação Física do Exército - IPCFEx

Prof. Dr. Marcos de Sá Rego Fortes  
Instituto de Pesquisa e Capacitação Física do Exército - IPCFEx

Prof. Dr. Alexandre Souza da Silva  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO

## AGRADECIMENTOS

Depois de mais de três anos de jornada, com muitas realizações e dificuldades, chego ao final de mais uma importante etapa de minha formação profissional e pessoal. Não conseguiria chegar até aqui sem ajuda de meus familiares, amigos, colaboradores e alunos, que me escutaram, participaram, incentivaram e orientaram nesse longo caminho. Desse modo, dedico a essas pessoas algumas palavras para expressar meus sinceros agradecimentos.

Primeiramente, agradeço e dedico essa tese a minha mãe Heloisa por me ouvir, me dar apoio, expressar suas opiniões e, principalmente, ser parte fundamental na constituição de uma linda família (junto com meu pai, Jovaldo, que infelizmente não se encontra mais entre nós).

Agradeço a minha esposa Helena e a meu filho João Pedro por serem tão bons comigo.

Agradeço também:

Aos meus irmãos Antonio e Tânia por torcerem tanto por mim.

Ao meu sogro Raphael e minha sogra Helena pelo interesse, companheirismo e estímulo.

Aos meus demais familiares, em quem encontro sempre carinho, amizade e incentivo.

A minha orientadora profa. Maria Aparecida por seu exemplo, parceria e ensinamentos que, de longe, transcenderam a confecção da tese e se tornaram alicerces para que eu tenha me tornado uma pessoa melhor.

Ao prof. Eduardo Martinez por sua amizade e confiança. Sem a sua parceria nada disso poderia ter sido realizado.

Ao Prof. Estélio Dantas por, mais uma vez, acreditar em mim, por todo auxílio prestado nesse longo caminho e por ser um exemplo de competência em Educação Física.

Ao Prof. Marcos Fortes pelos sólidos conhecimentos compartilhados e pronta orientação sempre que necessitei.

Ao Prof. Alexandre Silva pela disponibilidade em me ajudar sempre que precisei e pela orientação na análise dos dados da tese.

A todo o pessoal do IPCFEx, em especial, ao Cel Lincoln, Maj Claudia e Maj Melo por todo o suporte prestado para a realização dos testes.

A Cris Barcelos pela preciosa ajuda na coleta dos dados.

E por fim, gostaria de expressar meu muito obrigado a meus alunos, razão de existir dessa pesquisa, e motivo de minha mais profunda gratidão por toda disponibilidade e ajuda na coleta de dados de minha tese.

## RESUMO

### INFLUÊNCIA DE COMPONENTES DO *FITNESS* FÍSICO SOBRE O COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS METABÓLICOS EM ADOLESCENTES

José Marinho Marques Dias Neto

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Aparecida de Luca Nascimento

**Introdução:** O *fitness* físico pode ser definido como a capacidade de realizar as tarefas cotidianas com efetividade, sem apresentar cansaço excessivo e com energia suficiente para usufruir o tempo de lazer e enfrentar situações imprevistas. O conceito de *fitness* físico relacionado à saúde (FFRS) na juventude pode ser considerado um indicador de bem-estar e parece estar, sob alguns aspectos e condições, associado à saúde na idade adulta. O FFRS engloba a endurance cardiovascular, força muscular, resistência muscular, flexibilidade e composição corporal. **Objetivo:** Investigar a influência dos componentes do FFRS composto pelo *fitness* cardiopulmonar (FitCR), avaliado através do consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$ ), força muscular (FM) e pela composição corporal, estimada pelo percentual de gordura (%G) sobre o comportamento dos parâmetros metabólicos (PMet) e pressão arterial. **Metodologia:** Foram avaliados 61 adolescentes (32 do sexo feminino), com idade entre 15 a 18 anos. A idade maturacional (Mat), massa corporal (MC), estatura (EST), IMC e a circunferência da cintura (CC) foram aferidas. O percentual de gordura foi estimado através da DEXA, a FM através da força de prensão manual e o  $VO_2$  através da ergoespirometria. Os parâmetros metabólicos glicemia (GLI), colesterol HDL (HDL-c), colesterol total (CT) e triglicérides (TG) foram determinados através de exame de sangue e a pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), aferida por meio de um esfigmomanômetro, sendo as linhas de corte na população adolescente definida pela The International Diabetes Federation. A associação entre os componentes do FFRS e os parâmetros metabólicos foi obtida através dos coeficientes de correlação entre estas variáveis. **Resultados:** Os adolescentes do sexo masculino apresentaram MC, EST, FM e  $VO_2$  superiores aos mesmos parâmetros das adolescentes do sexo feminino, 62,7% dos participantes apresentaram pelo menos um parâmetro metabólico fora da normalidade, a CC foi a variável que apresentou mais correlações significativas ( $p < 0,05$ ) com os PMet, sendo todas positivas. Além disso, também foi observada forte correlação entre os componentes do FFRS e, quando o HDL-c foi utilizado para classificar a amostra, observou-se valores superiores na FM ( $p = 0,002$ ) e no  $VO_2$  ( $p = 0,02$ ) no grupo com HDL-c normal em relação ao grupo em risco. **Conclusões:** Os adolescentes do sexo masculino apresentaram FFRS superior às adolescentes do sexo feminino. Nenhum componente da amostra apresentou mais de dois parâmetros metabólicos fora da normalidade ou estava em estado de obesidade. Os indivíduos normolipídicos em termos do HDL-c apresentaram maior FM e melhor  $VO_2$  que os dislipídicos. Foram encontradas correlações apenas entre a PAD e o %G e o  $VO_2$  e entre a GLI e o %G.

Palavras-chave: *Fitness*, adolescente, fatores de risco.

## ABSTRACT

### INFLUENCE OF PHYSICAL FITNESS COMPONENTS ON METABOLIC PARAMETERS IN ADOLESCENTS

José Marinho Marques Dias Neto

Advisor: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Aparecida de Luca Nascimento

**Introduction:** Physical fitness can be defined as the ability to perform daily tasks with effectiveness, without showing excessive fatigue and with enough energy to enjoy leisure time and to face unexpected situations. The concept of health-related physical fitness (FFRS) in youth can be considered a well-being indicator and appears to be in some conditions associated with health in adulthood. The FFRS includes cardiovascular endurance, muscular strength, muscular endurance, flexibility and body composition. **Objective:** To investigate the influence of FFRS's components clustered by cardiorespiratory fitness (FitCR) measured by maximum oxygen uptake ( $VO_2$ ), muscle strength (FM) and body composition, estimated by percent body fat (%G) on metabolic parameters (PMet) and blood pressure behavior. **Method:** The sample was 61 adolescents (32 females), aged 15 to 18 years. The maturational age (Mat), body mass (BM), height (EST), BMI and waist circumference (CC) were measured. The percent body fat was estimated by DEXA, FM calculated by a handgrip and  $VO_2$  by ergospirometry. Glucose (GLI), HDL cholesterol (HDL-c), total cholesterol (CT) and triglycerides (TG) were collected and systolic blood pressure (PAS) and diastolic (PAD), measured by a sphygmomanometer, and the adolescent population cutoff point defined by the International Diabetes Federation. The association between the components of FFRS and metabolic parameters was obtained through the correlation coefficients between these variables. **Results:** The male adolescents showed MC, EST, FM and  $VO_2$  higher than the same parameters of female adolescents, 62.7% of participants had at least one metabolic parameter outside the reference range, the CC was the variable that showed more significant correlations ( $p < 0.05$ ) with PMet, all being positive. Furthermore, strong correlation was also observed between all components of the FFRS. When HDL-c was used to classify the sample, it was observed superior values in FM ( $p = 0.002$ ) and  $VO_2$  ( $p = 0.02$ ) in group with normal HDL-c compared to the group in risk. **Conclusions:** The male adolescents showed FFRS higher than female adolescents. No components of the sample had more than two metabolic parameters outside the reference range or were obese. The normolipidemic subjects in terms of HDL-c showed higher FM and  $VO_2$  than dyslipidemic. Correlations were found only between PAD and % G, between PAD and  $VO_2$  and between GLI and % G.

Keywords: Fitness, adolescent, risk factors



## SUMÁRIO

Resumo .....	6
Abstract .....	7
1. Introdução .....	9
2. Objetivos .....	12
3. Referencial teórico .....	13
4. Metodologia .....	38
5. Resultados e Discussão .....	43
6. Conclusões .....	66
Referências bibliográficas .....	70
Anexos .....	86

## 1. INTRODUÇÃO

Caspersen et al. (1985) e o President's Council on Physical Fitness and Sports (PCPFS) (1971) definem *fitness* físico como a capacidade de realizar as tarefas cotidianas com efetividade, sem apresentar cansaço excessivo, e com energia suficiente para usufruir o tempo de lazer e enfrentar situações imprevistas. Howley e Franks (1997) e Pate (1988) atualizaram esta definição, apresentando o *fitness* físico como o estado de bem-estar associado ao menor risco do aparecimento prematuro de problemas de saúde relacionados ao sedentarismo e à condição física necessária para participar das atividades físicas desejadas.

Segundo o American College of Sports Medicine (2010) e Caspersen et al. (1985), o *fitness* físico relacionado à saúde (FFRS) engloba a *endurance* cardiovascular, força muscular e resistência muscular, flexibilidade, composição corporal e *fitness* neuromotor, sendo considerado, na juventude, um indicador de bem-estar e parece estar, sob alguns aspectos e condições, associado à saúde na idade adulta (ORTEGA et al., 2008; RAITAKARI et al., 2003; EISENMANN et al., 2005; BERENSON et al., 1998). Assim sendo, o componente cardiorrespiratório do FFRS apresenta importante papel no controle da fadiga e na prevenção das doenças crônico-degenerativas. O componente neuromuscular se mostra fundamental na otimização das capacidades funcionais e na prevenção de lesões músculo-esqueléticas, enquanto o componente de composição corporal proporciona um indicador de obesidade e das doenças associadas (FREEDSON et al., 2000; ANDERSEN et al., 2004; BUCHAN et al., 2012). Ruiz et al. (2009), em um artigo de revisão envolvendo 42 estudos sobre o *fitness* físico na juventude, concluíram que uma boa capacidade cardiorrespiratória e uma composição corporal normal na infância e na adolescência estão altamente relacionadas com saúde cardiorrespiratória na idade adulta e que progressos nos níveis de força muscular previnem a existência do excesso de peso anos mais tarde.

O FFRS é influenciado pelo nível de intensidade da atividade física cotidiana e pelo exercício físico (ORTEGA et al., 2008; RUIZ et al., 2006a). Porém, o estilo de vida dos grandes centros tem criado uma nova realidade sedentária infanto-juvenil. A carência de espaços para atividades lúdicas, o aumento dos índices de violência urbana e o lazer pouco ativo associado aos avanços tecnológicos constituem um sério problema, limitando a possibilidade de movimento para os jovens (SIQUEIRA et al., 2004; BARROS FILHO, 2004; SOUZA, 2010). Além disso, estudos oriundos de várias partes

do mundo observam uma queda acentuada no nível de atividade física durante o decorrer da juventude (CANADA FITNESS SURVEY, 1983; CASPERSEN et al., 1985; RIDDOCH et al., 2004; ARMSTRONG et al., 2000; TROIANO et al., 2008; MITCHELL et al., 2009).

Uma das consequências da inatividade juvenil é a obesidade. Bibiloni et al. (2013) verificaram que 30% dos adolescentes americanos e 22% a 25% dos adolescentes europeus se encontram na faixa do sobrepeso ou da obesidade, enquanto a Pesquisa de Orçamentos Familiares de 2008-2009 constatou que 21,6% dos adolescentes brasileiros apresentam excesso de peso pelos padrões da Organização Mundial da Saúde, sendo que um quarto deles já se encontra em algum estado de obesidade (IBGE, 2010).

A reunião de fatores genéticos desfavoráveis com um estilo de vida pouco saudável proporciona condições para o desenvolvimento dos fatores de risco às doenças cardiovasculares (DCV) e do diabetes do tipo II (DESPRÉS, 2012). Esse trabalho utiliza os componentes da Síndrome Metabólica (SM), segundo The International Diabetes Federation (IDF) (ZIMMET et AL., 2007), glicose (GLI), colesterol HDL (HDL-c), triglicerídeos (TG) e a pressão sistólica (PAS), além do colesterol total (CT) e da pressão diastólica (PAD) como seus parâmetros metabólicos (PMet). Figura 1.

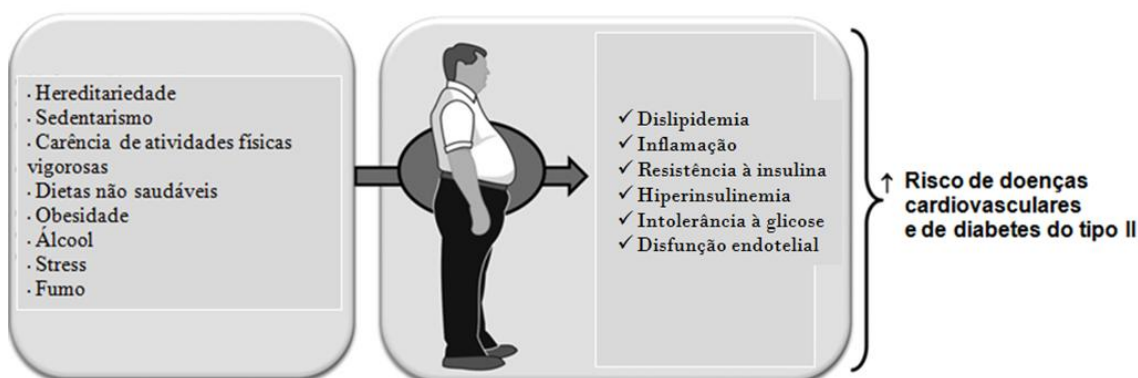


Figura 1. Hereditariedade, estilo de vida e os fatores de risco de doenças degenerativas. Fonte: Adaptado de Després (2012).

Por outro lado, não obstante o que ocorre em adultos, existe certa controvérsia nos estudos que associam os parâmetros metabólicos ao sedentarismo, ao aumento da gordura corporal, a má alimentação e ao baixo estado de *fitness* físico na população jovem. As pesquisas na área da saúde da criança e do adolescente ainda procuram respostas sobre a intensidade e a quantidade da atividade física, os níveis de resistência aeróbica e de força muscular, as linhas de corte no percentual de gordura e a influência

do local da camada adiposa, a real importância do aumento da capacidade cardiorrespiratória em indivíduos com sobrepeso etc, levando em consideração a modificação ou não dos parâmetros metabólicos (STEELE et al., 2008; ORTEGA et al., 2008; EKELUND et al., 2007; McMURRAY et al., 2008; GARCIA-ARTERO et al., 2007; ARMSTRONG e VAN MECHELEN, 2013).

Essa pesquisa tem a intenção de ser mais um instrumento de investigação na busca da promoção da saúde e na prevenção de doenças do adolescente, relacionando três componentes do FFRS com os PMet através de instrumentos de medida de alta precisão, que fortalecerão a qualidade dessas associações.

## **2. OBJETIVOS**

### 2.1 Objetivo Geral

- Estabelecer e analisar as correlações entre todas as variáveis do estudo

### 2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a associação entre os componentes do FFRS e os PMet.
- Comparar os resultados obtidos entre os adolescentes do sexo masculino e os adolescentes do sexo feminino.
- Comparar os componentes FFRS entre os indivíduos normolipídicos com os dislipídicos em relação ao HDL-c.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

Ruiz et al. (2009), em artigo de revisão, observaram que o FFRS foi abordado de diversas maneiras, sendo que em 48% dos estudos o componente cardiorrespiratório foi mensurado, a força muscular medida em apenas 18% dos achados, e a composição corporal em 50% dos textos. Martinez-Vizcaino e Sanchez-Lopez (2008) afirmam que, para mensurar o FFRS, os testes podem ser bastante heterogêneos, podendo envolver qualquer dos componentes, sendo incluída a velocidade e a agilidade em avaliações de crianças.

Diferentes pesquisas (GARCÍA-ARTERO et al., 2007; SURIANO et al., 2010; EISENMANN et al., 2005, MARTINS et al., 2010) adotam como medida de *fitness* físico apenas o componente cardiorrespiratório, não levando em consideração os demais componentes do FFRS. Outras (ORTEGA et al., 2008; MARTINEZ-GOMEZ et al., 2012; BUCHAN et al., 2012, ARTERO et al., 2014) incluem também a força muscular ao avaliar o *fitness* físico. Essa tese levou em consideração três componentes do *fitness* físico: capacidade cardiorrespiratória, força muscular e composição corporal.

Em pesquisa realizada pelo autor dessa tese nas bases Pubmed e Google Acadêmico, utilizando as palavras chave adolescência, aptidão física, *fitness*, esteira, DEXA, prensão, indicadores de risco cardiovascular, parâmetros metabólicos e síndrome metabólica (em português e em inglês), não foi encontrado nenhum artigo que correlacionasse *fitness* e parâmetros metabólicos através dos componentes cardiorrespiratório, de força muscular e de composição corporal e que utilizasse instrumentos de medida tão precisos como a ergoespirometria, absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA) e prensão manual.

#### 3.1 Saúde

A Organização Mundial de Saúde (OMS) define saúde não apenas como a ausência de doença, mas como um estado de completo bem-estar físico, social e mental (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1946). Segre e Ferraz (1997), por sua vez, conceituam saúde como um estado de razoável harmonia entre o sujeito e a sua própria realidade. Alonso-Fernández et al. (2012) consideram a saúde um conceito complexo e holístico, produto do estilo de vida do indivíduo. O nível de atividade física, o componente alimentar, o comportamento social, o controle do stress e os hábitos de vida

determinam o estilo de vida, influenciando diretamente a saúde de uma pessoa (NAHAS, 2010).

### 3.2 *Fitness* Físico

Dantas e Oliveira (2003) definem *fitness* como sendo a relação harmônica dos sistemas e estruturas do organismo humano na busca da homeostase cognitiva, afetiva e psicomotora.

Nahas (2010) considera o *fitness* físico como a capacidade de realizar atividades físicas, diferenciando o *fitness* relacionado à *performance* motora e o FFRS. No primeiro caso, o autor considera que os componentes força, flexibilidade, agilidade, velocidade, resistência aeróbica e anaeróbica e equilíbrio estão associados ao desempenho otimizado em situações esportivas ou de trabalho. Quando relacionada à saúde, a força muscular, a resistência cardiorrespiratória, a flexibilidade e composição corporal devem ser trabalhadas com o objetivo de adquirir condicionamento físico para as tarefas diárias e como instrumento de prevenção das doenças hipocinéticas.

### 3.3 Mensuração do *Fitness* Físico

Caspersen et al. (1995) e ACSM (2010) definiram os componentes do FFRS do seguinte modo:

- Capacidade cardiorrespiratória: Capacidade do sistema circulatório e respiratório de fornecer energia para manter um exercício contínuo e prevenir a fadiga.
- Resistência muscular: Capacidade dos grupamentos musculares de sustentar esforços repetitivos.
- Força muscular: Capacidade do músculo de superar resistências externas.
- Flexibilidade: Capacidade de amplitude de movimento de uma articulação.
- Composição corporal: Distribuição dos diversos tecidos do corpo humano.

As baterias de testes motores, tais como o Eurofit, Fitnessgram, AAHPERD, NCYFS, CAHPERD, a bateria de Guedes e Guedes e o PROESP, propõem, cada qual com sua especificidade, um conjunto de testes procurando avaliar as capacidades motoras relacionadas ao *fitness* físico e ao desempenho atlético (GUEDES e GUEDES, 2006; MARINS e GIANNICHI, 2003; GAYA e SILVA, 2012). Os resultados obtidos nestes testes são analisados individualmente ou através de um escore geral e classificados de acordo com as características da população (idade, sexo, etnia etc), não

sendo considerada, na maioria das baterias de testes, a relação dos resultados com o comportamento dos PMet.

Shephard et al. (1968), dando suporte ao posicionamento da Organização Mundial da Saúde, apontam o consumo máximo como o melhor parâmetro para medir o limite funcional do sistema cardiorrespiratório e para qualificar o *fitness* cardiorrespiratório (FitCR) de um indivíduo. Carnethon et al. (2005) e Nes et al. (2013) propõem o consumo máximo de oxigênio como uma medida eficaz do FitCR em adolescentes e o consideram como um indicador de risco para as DCV.

Wind et al. (2010) destacam o teste de prensão manual como um instrumento válido de avaliação da força muscular em crianças, em adolescentes e em adultos jovens, além de constatarem forte correlação dos resultados obtidos com a força muscular global do indivíduo.

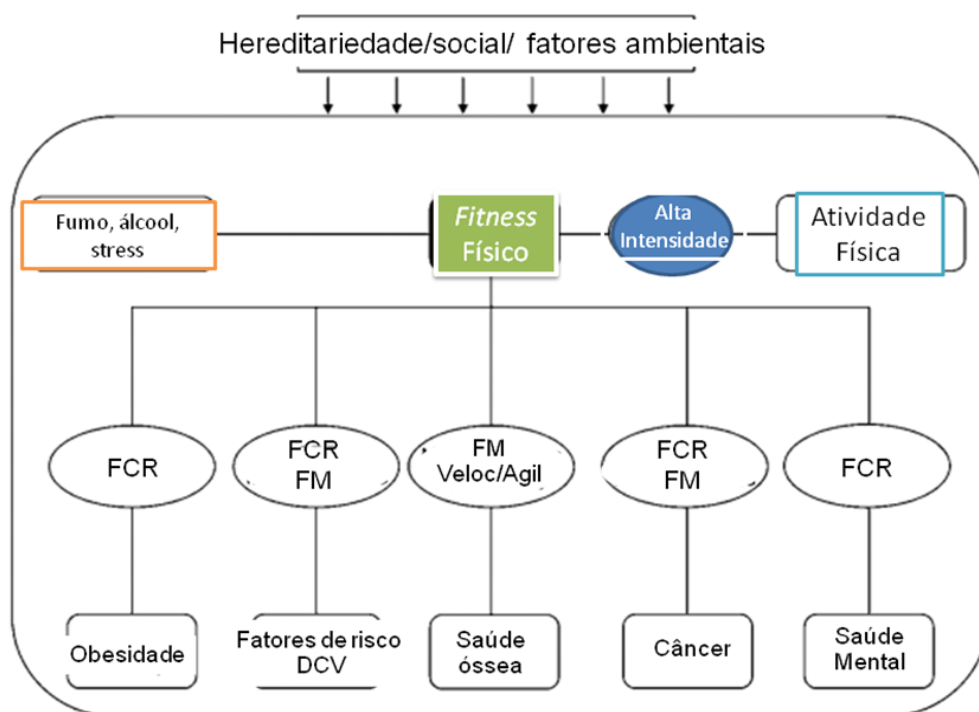
A Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA) vem sendo largamente empregada em pesquisas sobre análise de composição corporal e usada como padrão de validação de diversos procedimentos nesse campo de estudo. Embora a diferença de marcas de equipamento, softwares e de características dos tecidos corporais tenham sido relatadas na literatura (WONG, et al., 2002; RECH et al., 2007), Sopher et al. (2004) e Margulies et al. (2005) constaram a qualidade no uso do DEXA em estudos envolvendo crianças e adolescentes.

### 3.3 *Fitness* Físico, Atividade física e Saúde

O *fitness* e a atividade física são parâmetros conceitualmente diferentes. Enquanto o primeiro parâmetro diz respeito a uma ou mais qualidades físicas, funções e estruturas importantes para realização de uma tarefa motora, o segundo leva em consideração a quantidade do movimento, geralmente aferida através do consumo calórico, sendo ambos considerados agentes promotores de saúde (ROWLAND, 2008; ALONSO-FERNÁNDEZ et al., 2012; GARCIA-ARTERO et al., 2007). Segundo Ortega et al. (2008) e Ruiz et al. (2006b), o exercício físico e atividade física de mais alta intensidade, diferentemente da simples realização de atividades físicas rotineiras, de fraca ou moderada intensidade, são fatores determinantes do *fitness* físico em adolescentes. Mas não os únicos. O estilo de vida e o padrão alimentar também são fatores intervenientes. Em jovens, torna-se mais difícil estabelecer a real contribuição da atividade física sobre a variação dos parâmetros do *fitness* físico, assim como o impacto



dessas variáveis sobre a saúde tende a não ser tão robusto como em adultos, devido à menor incidência de doenças crônico-degenerativas nos adolescentes. (RIZZO et al. 2007; ROWLAND, 2008; EISENMANN et al. 2005; KEMPER, 1995). Além disso, a maioria dos estudos, quando relaciona o FFRS ou a atividade física, utiliza apenas o componente cardiorrespiratório. Figura 2.



Veloc = Velocidade, Agil = Agilidade, DCV = Doenças cardiovasculares

Figura 2. Relação entre *Fitness* físico, atividade física e saúde. Fonte: Ortega et al. (2008)

### 3.4 Crescimento, maturação e as alterações fisiológicas

Entende-se por crescimento, o processo de aumento do tamanho do corpo, determinado pelo incremento no número de células, no tamanho celular, e na quantidade de substâncias intercelulares. Maturação, por sua vez, pode ser definida como uma sequência de transformações sucessivas, até alcançar o estado maduro, envolvendo processos de especialização e diferenciação celular. A interação entre o genótipo, a composição hormonal, o estado nutricional e a influência ambiental, regula o crescimento, a maturação e as transformações fisiológicas vivenciadas por um indivíduo até a sua idade adulta (GUEDES; GUEDES, 2006; MALINA; BOUHRAD, 2002).

O crescimento e a maturação sofrem influência da hereditariedade, isto é, da herança biológica dos pais expressa através do código genético único de um indivíduo. Como a maioria das células do corpo de uma pessoa apresentam os mesmos 23 pares de cromossomos, os tecidos (ósseos, musculares etc) são formados a partir da ativação, ou não, dos genes, por sinais biológicos internos ou externos, que produzem a diferenciação e a especialização das células. Em relação ao processo de maturação, a hereditariedade tende a influenciar mais o momento das transformações, a duração de tempo destas transformações e a sequência dos eventos (MALINA et al., 2009).

No que tange aos aspectos ambientais, tais como a influência da atividade física e do treinamento sistemático, torna-se fundamental discernir, através de critérios bem definidos, quais são os efeitos morfológicos e funcionais decorrentes dos processos de crescimento e maturação, e quais deles são causados pelo exercício físico. Desse modo, pesquisas envolvendo jovens não devem somente se ater à idade cronológica, precisando, também, considerar as suas respectivas idades biológicas (BAXTER-JONES et al., 2005, BÖHME, 1999).

A idade biológica ou *status* de maturidade são determinados pela mensuração do amadurecimento do esqueleto, da maturação sexual ou maturação somática. Os indicadores de maturação óssea são normalmente obtidos por exames radiológicos de mão e punho, onde são observadas a aparência, a caracterização e a união dos ossos, fornecendo assim uma estimativa da idade esquelética. A avaliação da maturação sexual durante a puberdade pode utilizar o aparecimento das características sexuais secundárias como indicadores de desenvolvimento. Normalmente, a observação dos pelos pubianos, das formas dos seios e dos órgãos genitais é comparada a uma escala composta por estágios previamente constituída (MARSHALL; TANNER, 1970; MARSHALL; TANNER, 1969). Outro indicador da maturação sexual feminina é a idade média da menarca (primeira menstruação), estimada por Castilho e Barras Filho (2000) em 12,2 anos ( $\pm 2,4$  anos), dois anos após o início da puberdade em época de desaceleração do crescimento. As meninas crescem de 4 a 6 cm no período pós-menarca. Por fim, existe a avaliação da maturação somática, comumente calculada em estudos científicos através da idade do pico de velocidade de crescimento (PVC), momento no qual o púbere alcança a maior taxa de crescimento em estatura anual. O PVC é um importante fator determinante, se o crescimento de um jovem encontra-se em estado precoce, normal ou tardio, quando comparados a um padrão epidemiológico (BAXTER-JONES et al., 2005).

A puberdade é definida pelo período de transformações anatômicas, fisiológicas (aparecimento das características sexuais secundárias, da capacidade de procriar e do estirão do crescimento) e psicológicas vivido entre a infância e a idade adulta. Presume-se que os neurônios hipotalâmicos sejam responsáveis pelo início do processo puberal através da secreção pulsátil do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), que influencia a liberação dos hormônios luteinizante (LH) e folículo-estimulante (FSH) pela glândula hipófise, desencadeando todas as espécies de transformação. A puberdade influencia, e é influenciada, pela aptidão física, além de ter dinâmicas diferenciadas entre os sexos (ROWLAND, 2008; LOURENÇO; QUEIROZ, 2010).

Durante o estirão do crescimento, ocorre um aumento da velocidade de crescimento, da maturação de ossos e músculos, da capacidade funcional e de algumas adaptações metabólicas devido à descarga de diversos hormônios (hormônio do crescimento, IGF 1 e sua proteína carreadora IGFBP-3 etc), além da leptina, que influenciam diretamente a capacidade física e a performance na juventude (BOISSEAU; DELAMARCHE, 2000).

O interesse pela determinação do IGF-1 e da sua principal proteína transportadora (IGFBP-3) nos distúrbios de crescimento é explicado pelo fato de o IGF-1 ser o mediador do GH sobre o crescimento dos ossos longos (cartilagem de conjugação) (FERNANDES, 1998).

Entende-se por dimorfismo sexual as diferenças morfológicas entre jovens do sexo masculino e do sexo feminino. A principal diferença dimorfológica entre sexos está relacionada à aceleração tardia do crescimento masculino. Os jovens do sexo masculino tendem a ter o seu pico do estirão do crescimento cerca de dois anos após o das meninas. Além disso, a intensidade de crescimento das jovens do sexo feminino costuma ser menor, devido ao efeito anabólico dos hormônios estrogênicos combinados com o hormônio do crescimento. No sexo masculino, a maior ação da testosterona e, principalmente, da di-hidrotestosterona incrementa o processo de crescimento e de maturação sexual dos meninos (FRAGOSO; VIEIRA, 2000; MALINA et al., 2009; ROWLAND, 2008). Os maiores picos de velocidade de crescimento, associados à maior duração do crescimento pré-puberal, ocasionam diferenças médias de 13cm de estatura entre homens e mulheres (ROGOL et al., 2002).

Os altos níveis de secreção de testosterona nos jovens do sexo masculino ocasionam o pico de ganho de massa muscular, normalmente, seis meses após o pico de

crescimento ósseo, aumentando consideravelmente os desempenhos de força, velocidade e resistência muscular, desde que devidamente estimulados. Figura 3.

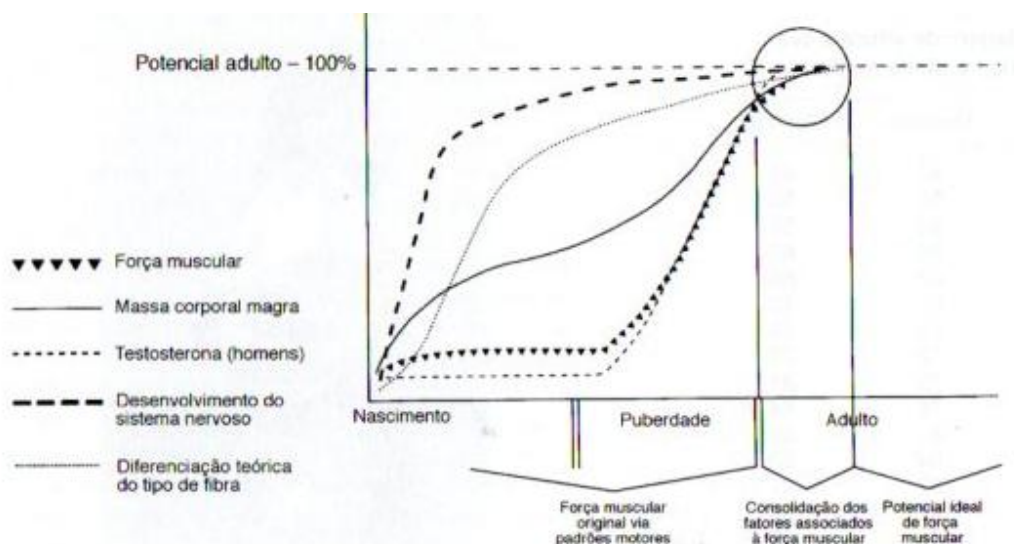


Figura 3. Fatores de desenvolvimento da força muscular masculina. Fonte: Kraemer e Fleck (2001).

Nas jovens, por sua vez, a produção de hormônios femininos e a ocorrência da menarca após o pico de crescimento favorecem o aumento do percentual de gordura corporal (principalmente na região dos seios e quadris) e não o ganho de massa muscular (STODDEN et al., 2008; RÉ, 2011; RÉ et al., 2005).

Segundo Fortes e Castro (2002), com a descoberta da Leptina, o papel do peso e da gordura corporal no desencadeamento da puberdade ganhou destaque na literatura. A Leptina é um hormônio secretado principalmente pelo tecido adiposo e tem uma ligação entre o tecido gorduroso periférico e o controle central da puberdade. Vários estudos têm encontrado uma forte relação entre a Leptina e as medidas de adiposidade, tais como IMC e a percentagem de gordura, com diferenças. Esses autores verificaram que a Leptina apresentou diferença significativa entre os sexos em seus valores médios, onde o sexo feminino registrou a maior média. Já as variáveis IGF-1 e IGFBP-3 não apresentaram diferença entre os sexos.

A idade biológica influencia as concentrações de TG e de lipoproteínas, sendo valores menores de TG e HDL-c encontrados no final da puberdade nos adolescentes do sexo masculino e valores de inferiores de HDL-c em adolescentes do sexo feminino, não tendo a idade cronológica relação com esses marcadores (RUIZ et al., 2006c).

### 3.5 Exercício físico, *fitness* físico e a maturação

O tema da influência da prática esportiva de alto rendimento e do exercício sobre o crescimento e a maturação de adolescentes se mostra bastante controverso. Do ponto de vista científico, a maior limitação ao estudo da influência da atividade física no crescimento decorre do fato do exercício poder induzir alterações no crescimento idênticas e da mesma grandeza que as alcançadas como resultado da própria ação de crescer (BOUCHARD; MALINA, 2002; MALINA, 1994).

A dificuldade na realização de estudos longitudinais, os tipos diferenciados de treinamento e a influência das mais diversas variáveis intervenientes, limitam a qualidade das informações. Segundo Baxter-Jones e Maffulli (2002), na média, atletas do sexo feminino apresentam estatura e massa corporal superiores à população em geral, embora ginastas, patinadoras e bailarinas apresentem uma tendência oposta. No que tange ao percentual de gordura corporal, devido ao rigor dos treinamentos e do controle alimentar, as atletas da maioria das modalidades mostram menor quantidade de tecido adiposo. As ginastas, bailarinas e corredoras fundistas tendem a atingir a menarca mais tarde que as outras meninas, esportistas ou não (MALINA et al., 2013). Theintz et al. (1993), comparando ginastas e nadadoras, encontraram diferenças no ritmo de crescimento e na predição de estatura com o passar do tempo, sempre com valores inferiores para as ginastas. O desempenho motor de nadadores, de ambos os sexos, com idades entre 7 e 17 anos, numa bateria de testes físicos, mostrou associação com a idade óssea, com a maturação e com o crescimento físico (FORTES; CASTRO, 2002).

Georgopoulos et al. (2010) atribuem à combinação entre restrições na ingestão calórica e os altos gastos energéticos decorrentes do treinamento como sendo a causa das diferenças de padrão maturacional e de crescimento encontradas em determinados esportes. Baxter-Jones et al. (1995) encontraram estatura e maturação semelhantes aos acima citados em ginastas do sexo masculino, embora a intensidade de treinamento não tenha sido considerada a causa dessa discrepância em relação à população em geral. Os autores explicam as diferenças encontradas pelo processo de seleção natural esportivo, que privilegia certa característica física e maturacional específica para uma determinada modalidade (ROGOL et al., 2000).

Como o caso da ginástica artística parece inquietar os estudiosos no assunto, Malina et al. (2013) afirmam que a estatura adulta e o crescimento dos membros inferiores e superiores não são comprometidos pelos rigores do treinamento na

juventude em ginastas de ambos os sexos. Controversamente, os autores nesse artigo de revisão destacam que o treinamento dos ginastas não parece atenuar o crescimento puberal e a maturação dos atletas, além de contestarem a possível relação direta entre a menor taxa de crescimento observada em relação à idade cronológica/maturacional dos atletas e o processo de treinamento.

Diversos estudos apontam uma diminuição nos níveis de atividade física com o passar da adolescência (SHERAR et. al, 2010; NADER et. al, 2008; TROIANO et. al, 2008; RIDDOCH et. al, 2004). Não parece haver relação entre a atividade física ou a falta dela e a maturação biológica, embora vários fatores, tais como o design dos estudos, tipo de aferição da maturação e os aspectos étnicos possam influenciar nesses resultados (SHERAR et. al, 2010). Por outro lado, existe uma relação forte entre a obesidade e a maturação sexual precoce nas jovens do sexo feminino, provavelmente pelo aumento da concentração sanguínea de estradiol (um tipo de estrogênio), levando a maior estimulação de lipogênese em meninas com maturação sexual precoce (ROGOL et al, 2002). Em relação ao sexo masculino, os resultados são ainda divergentes (RIBEIRO et al, 2006). Ainda não está claro se o excesso de tecido adiposo é o causador dessa tendência nas meninas, ou se ele é a consequência de um processo de maturação precoce (WANG, 2002; BENEDET et. al, 2014; DAI et. al, 2014).

Sobre a influencia da maturação nos depósitos de gordura corporal durante a adolescência, Malina et al. (2009) não observaram diferenças entre as jovens precoces ou tardias na faixa dos 17 anos em relação à distribuição de gordura corporal, diferindo apenas na quantidade de gordura, tendo as adolescentes precoces um estado nutricional mais desfavorável. Existe uma tendência de acúmulo de gordura subcutânea na região do tronco em relação às extremidades na transição pré-menarca / pós-menarca. Nos jovens do sexo masculino, existe uma propensão de acúmulo de gordura subcutânea no tronco por parte dos precoces em relação aos tardios.

Os indivíduos do sexo masculino precoces em termos maturacionais apresentam resultados superiores no desempenho de força em relação aos normais e aos tardios em todas as fases da adolescência, revelando, inclusive, uma maior diferença de desempenho com a maior idade cronológica. No feminino, as jovens precoces se mostram levemente mais fortes no início da puberdade, sendo o contraste entre os grupos maturacionais atenuado até o final da adolescência (MALINA et al., 2009; ROWLAND, 2008).

Existem evidências que o consumo máximo de oxigênio absoluto ( $l\ O_2/min$ ) aumenta nos jovens durante adolescência (14% no sexo masculino entre o estágio 1 e o estágio 4 de maturação e 12% no sexo feminino no mesmo intervalo maturacional), influenciado, predominantemente, pelo aumento da massa magra característico da puberdade, mas também, de maneira menos contundente pelo estágio maturacional (ARMSTRONG e Van MECHELEN, 2013). Quando comparados os jovens de mesma idade cronológica e de estados maturacionais diferentes em termos de  $VO_2\ max$  absoluto ( $l/min$ ), constata-se no sexo masculino que os precoces tendem a apresentar valores maiores que os normais e os tardios. No feminino, as tardias estão propensas a exibir valores no consumo máximo de oxigênio absoluto inferiores aos das precoces e aos das normais. Quando o consumo máximo de oxigênio é mensurado independente da massa corporal ( $ml\ O_2/kg/min$ ), apenas no sexo masculino foram encontradas variações de acordo com o estágio maturacional. Os autores ponderam que não apenas o tamanho corporal dos precoces foi responsável pelas diferenças acima citadas, mas também, possivelmente, algumas alterações funcionais ou metabólicas decorrentes da maturação (MALINA et al., 2009).

### 3.6 Parâmetros metabólicos

Machado-Rodrigues et al. (2014) avaliaram 924 estudantes paranaenses com idades compreendidas entre 11 e 17 anos. Os adolescentes do sexo masculino apresentaram valor significativamente maior que os adolescentes do sexo feminino em PAS. As adolescentes do sexo feminino apresentaram escores maiores de índice de massa corporal (IMC) do que os adolescentes do sexo masculino, não havendo, porém, diferenças com relação aos TG, GLI, HDL-c e PAD. Eisenmann et al. (2005), ao mensurarem 48 adolescentes com média de idade de 15,8 anos ( $\pm 2,1$  anos), também observaram diferenças nos valores de IMC e PAS, entre os sexos, além de descobrir desigualdades na CC, CT e PAD. Mesa et al. (2006), com uma amostra de 2090 jovens entre 13 a 18,5 anos, encontraram diferenças entre adolescentes do sexo masculino e do sexo feminino em todos parâmetros, exceto o IMC e a idade. Os dados obtidos por Stabelini Neto et al. (2011), ao medirem 456 adolescentes brasileiros, confirmam o estudo anteriormente citado, exceto pelos níveis de TG e pela PAD.

Johnson et al. (2009), utilizando os dados de 2456 jovens participantes do National Health and Nutrition Examination Survey - (NHANES 2001-2006),

observaram que mais de metade desses jovens apresentavam pelo menos um dos fatores de risco da SM, 8,6% estavam em estado de SM (95% Intervalo de confiança de 6,5%-10,6%), 6,9% apresentavam hipertensão arterial e 25,5%, 19,3 % e 14,0%, respectivamente, exibiam valores acima dos parâmetros da The International Diabetes Federation (IDF) em TG, HDL-c e GLI. Em adolescentes obesos brasileiros (n = 110, entre 15 e 19 anos), Caranti et al. (2008) verificaram que 34,8% apresentavam SM e notaram também uma grande discrepância na prevalência dos fatores de risco isolados entre o grupo com SM e o grupo sem a SM, exceto para os níveis de GLI (nenhum indivíduo com valores alterados nos dois grupos). Stabelini Neto et al. (2011) encontraram 33,3% dos jovens com HDL-c inadequado, 21,5% com hipertensão, 19,8% com níveis altos de TG e 5,5% com hiperglicemia.

### 3.6.1 Pressão arterial

O sistema cardiovascular é composto pelo coração, artérias, capilares e veias. A propulsão sanguínea propiciada pelo coração, os mecanismos de alta pressão arterial, os canais de permuta de sangue e o circuito de baixa pressão venoso são responsáveis pelo funcionamento da circulação sistêmica. O coração é um órgão muscular dividido em átrios e ventrículos, cuja função é bombear sangue para os pulmões e para a circulação sistêmica. A contração do ventrículo esquerdo do coração provoca uma onda de pressão na árvore arterial, caracterizada pelo estiramento e pela contração das paredes dos vasos. Na essência, a pressão arterial é calculada em função do débito cardíaco e da resistência da árvore vascular. A pressão máxima gerada pelo coração durante a sístole é chamada de PAS, que em repouso, assume valores médios de 120 mm Hg. Durante a fase de relaxamento do coração, a pressão arterial cai para valores em torno de 70/80 mm Hg (PAD), diminuindo a resistência periférica e propiciando a passagem do sangue das arteríolas para os capilares (BROOKS et al., 2013; McARDLE et al., 2011).

### 3.6.2 Hipertensão

A hipertensão em adolescentes está comumente relacionada à hereditariedade e ao sobrepeso. Ser da raça negra, estar submetido a situações de stress e ter alguns problemas do sono podem potencializar a referida patologia. Além disso, distúrbios renais e problemas endócrinos são possíveis causadores da hipertensão secundária (LUMA; SPIOTTA, 2006). Moreira et al. (2013) citam a resistência à insulina,



dislipidemias, estilo de vida sedentário e a baixa qualidade da alimentação, sem contar com o baixo peso ao nascer, como possíveis agentes da hipertensão. Daniels et al. (1999) argumentam que alterações nas concentrações de insulina afetam a excreção de sódio e água, produzindo mudanças na concentração do plasma sanguíneo e influenciando na pressão arterial.

Xi et al. (2016) reportaram uma diminuição nos níveis de pressão arterial dos adolescentes americanos entre 2002 e 2012. Esses autores atribuem a melhora dos indicadores à diminuição na quantidade de calorias consumidas diariamente pelos adolescentes, em associação com a queda na ingestão de carboidratos, gordura saturada e cafeína. Bloch et al. (2015) constataram, em estudo realizado com 73.399 estudantes brasileiros com média de idade de 14,7 anos, que a prevalência de hipertensão arterial foi 9,6%, sendo a obesidade citada como a principal causa desse mal.

### 3.6.3 Colesterol

O colesterol é fundamental na construção das membranas plasmáticas, na síntese de vitamina D e na composição dos hormônios sexuais. Eles são transportados no plasma sanguíneo pelas lipoproteínas. Existem quatro tipos de lipoproteínas, classificadas pelo seu tamanho e densidade: quilomícrons, lipoproteínas de alta densidade (HDL-c), lipoproteínas de baixa densidade (LDL-c) e lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL). As LDL-c carregam no sangue 60 a 80% do colesterol total, sendo, finalmente, captadas pelos tecidos e pelo fígado. A concentração de LDL-c plasmático é regulada pela taxa de colesterol intracelular. As HDL-c agem removendo o colesterol aderido às paredes das artérias, transportando-o para o fígado, se misturando à bile e sendo excretado no intestino (BROOKS et al., 2013; McARDLE et al., 2011).

### 3.6.4 Dislipidemia e aterosclerose

Em resposta a uma inflamação local nos vasos sanguíneos, identificada pelas elevadas taxas plasmáticas de proteína C-reativa, fibrinogênio e amilóide sérica A e, pressupostamente, causada pela resistência à insulina, altas concentrações de colesterol, hipertensão e/ou baixas concentrações de HDL-c, o LDL-c pode ser oxidado, lesionando a parede desses vasos. Num primeiro momento, essa lesão forma uma estria gordurosa, que pode progredir e se transformar em placas fibrosas, constituindo o início do processo de aterosclerose. Existem indícios que os primeiros sintomas da doença

coronariana na idade adulta, possivelmente, tenha se iniciado na infância e progredido assintomático, lentamente, durante a adolescência (AGUIAR, 2009).

McGill et al. (2000) chegaram a mesma conclusão ao examinarem as placas de gordura e as lesões nas paredes da artéria coronária direita e da aorta abdominal em 3000 autópsias de pessoas (idades entre 15 e 34 anos) mortas em acidentes, comprovando que essas lesões estão associadas à hipertensão, intolerância à glicose, à obesidade e à concentração de HDL-c (negativamente). Esses resultados demonstram que o controle aos fatores de risco às doenças coronarianas deve ser iniciado já na juventude.

### 3.6.5 Glicemia

A glicose é uma fonte vital de energia para os órgãos do corpo humano. Os níveis glicêmicos são regulados pelo sistema nervoso central e pelas exigências metabólicas do corpo, sendo mantidos entre 70 e 110 mg/dL através da ação de dois hormônios produzidos pelos pâncreas: insulina e glucagon. A insulina é responsável por facilitar o transporte de glicose plasmática para dentro das células, além de acelerar a glicogênese e promover a lipogênese, contribuindo assim para a redução dos níveis glicêmicos. O glucagon, por sua vez, estimula o fígado a acelerar a conversão de glicogênio em glicose pela glicogenólise, promovendo ainda a gliconeogênese, isto é, a formação de glicose a partir de ácido lático e alguns aminoácidos. Desse modo, o glucagon eleva os níveis de glicose no sangue. Os músculos absorvem cerca de 75-80% da quantidade de glicose plasmática, sendo ela utilizada para a contração muscular ou para o armazenamento em forma de glicogênio (TORTORA; GRABOWSKI, 2013).

### 3.6.6 Diabetes tipo II

As principais causas da diabetes *mellitus* do tipo II são a resistência à insulina, problemas na produção de insulina, produção elevada de glicose hepática, disfunção dos adipócitos e na absorção de glicose muscular (TORTORA; GRABOWSKI, 2013). O estado de resistência à insulina parece estar associado à ação do GLUT4, transportador de glicose insulino-sensível que induz a captação de glicose insulino-mediada em tecidos adiposo e muscular. Embora existam casos de indivíduos obesos e/ou com Diabetes tipo II, nos quais o conteúdo de GLUT4 esteja alterado no tecido adiposo e não no músculo, evidências científicas relatam que normalmente o excesso de tecido

adiposo e o consumo elevado de gorduras são capazes de sintetizar e ativar proteínas com ações inflamatórias que influenciam na via intracelular da insulina causando prejuízos na translocação do GLUT4 para a membrana plasmática, dificultando a captação de glicose e propiciando o estado de resistência à insulina (MACHADO et al., 2006). Os níveis elevados de ácidos graxos livres e de lipídeos nos tecidos surgem também como agentes de inibição da fosforilação de tirosina, dificultando o transporte da glicose para dentro das células, propiciando a hiperglicemia (TORTORA; GRABOWSKI, 2013).

Diversos estudos abordaram a relação do estado nutricional e do sedentarismo com a diabetes tipo II na juventude, entre os quais Bao et al. (1996), que observaram em oito anos de acompanhamento de crianças, adolescentes e jovens adultos com níveis de insulina elevados, que 72% deles estavam obesos. Weill et al. (2004) e Licea Puig et al. (2008) descreveram como principais fatores de risco para o diabetes *mellitus* do tipo II em crianças e adolescentes a obesidade, o estilo de vida (atividade física e rotina alimentar), a hereditariedade, o gênero, a etnia, a puberdade e fatores relacionados à idade neonata. MacLean et al. (2002) afirmam que o exercício físico ativa o transportador de glicose GLUT-4 no músculo, facilitando a ação da insulina e diminuindo a glicemia. Goran e Gower (2001), por sua vez, sustentam que a maturação precoce constitui fator de risco de desenvolver a diabetes do tipo II, pois na puberdade, principalmente nas fases maturacionais 3 e 4 de Tanner, ocorre uma diminuição temporária da sensibilidade à insulina, que é ou não contrabalançada pela atuação das células  $\beta$  e a consequente secreção de insulina. Damiani e Damiani (2013) argumentam que crianças perdem mais que o dobro das células  $\beta$  que os adultos (15% contra 7%), quando expostas a fatores de risco, tais com o excesso de gordura, a distribuição lipídica anormal (acúmulo de gordura visceral) e as descargas hormonais da puberdade (esteróides sexuais, GH e cortisol), propiciando condições para um aumento da resistência à insulina. Figura 4.

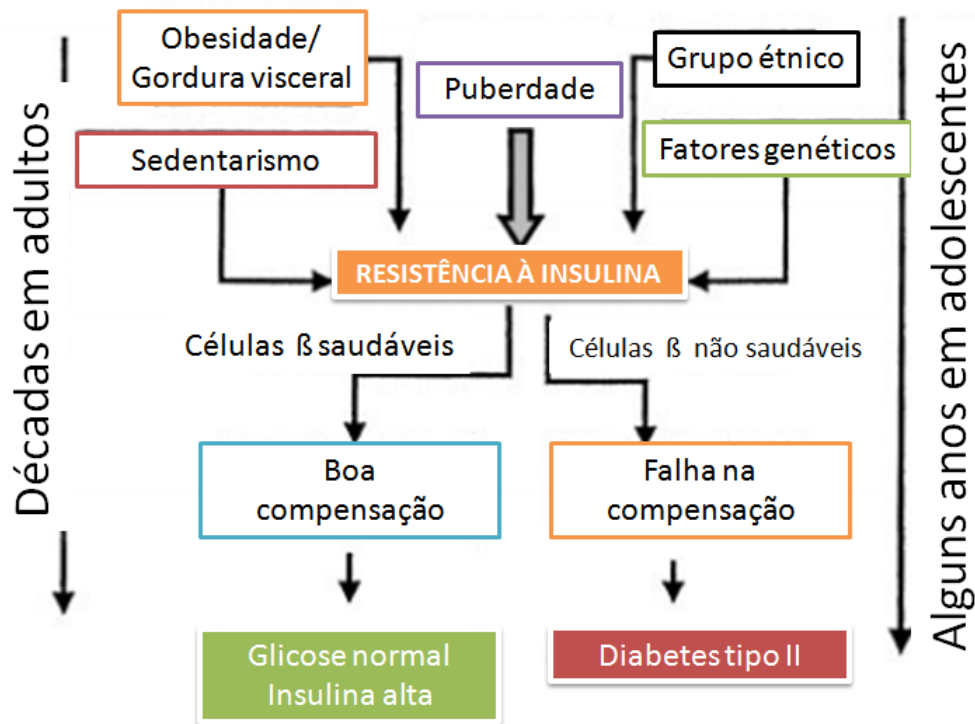


Figura 4. História natural hipotética da Diabetes tipo II. Fonte: Adaptado de Goran et al. (2003).

### 3.7 Parâmetros metabólicos e o *fitness* físico

Existem designs transversais e longitudinais e algumas metodologias para tratar os dados do FitCR (linhas de corte e estratificação da amostra, por exemplo) e então relacioná-los com os parâmetros metabólicos.

Como consequência das diferenças metodológicas e da influência de muitas outras variáveis, a linha de corte em relação ao mau ou bom condicionamento aeróbico constitui uma área controversa em pesquisas com crianças e adolescentes. Welk et al. (2011) realizaram estudo com 1240 adolescentes, mensurando as suas respectivas capacidades aeróbicas em teste na esteira ergométrica, e estabelecendo linhas de corte em relação ao risco às DCV através da análise da curva ROC. Os autores ponderam que 40-44 ml O<sub>2</sub>/kg/min para os adolescentes do sexo masculino, e 38-40 ml/kg/min para as adolescentes do sexo feminino apresentam moderada precisão ao diferenciar adolescentes em função das doenças observadas. Quadro 1.

Quadro 1. Linhas de corte do consumo de oxigênio (ml/kg/min) em relação ao risco de doenças cardiovasculares em adolescentes, de acordo com o sexo.

Idade (anos)	SEXO MASCULINO		SEXO FEMININO	
	Em risco	Com saúde	Em risco	Com saúde
15 - 15,9	<40,6	>43,6	<36,0	>39,1
16 - 16,9	<41,1	>44,1	<35,8	>38,9
17 - 17,9	<41,2	>44,2	<35,7	>38,8
18 - 18,9	<41,2	>44,3	<35,3	>38,6

Fonte: Adaptado de WELK et al. (2011)

Adegboye et al. (2010) estabeleceram a linha de corte do consumo de oxigênio em 33ml/kg/min para as adolescentes do sexo feminino de 15 anos, e em 46 ml/kg/min para adolescentes do sexo masculino em estudo envolvendo 4500 jovens de quatro países da Europa. Essa linha foi determinada a partir de valores inferiores a um desvio padrão da média populacional em relação ao z score das variáveis de risco metabólico (CT, HDL-c, TG e GLI). Lobelo et al. (2009), em pesquisa similar com 1247 adolescentes (45,7% do sexo feminino) na idade entre 12–19 anos, encontraram a linha de corte de 40,3 ml O<sub>2</sub>/kg/min para adolescentes do sexo masculino de 16-19 anos e de 35,5 ml/kg/min para adolescentes do sexo feminino da mesma faixa etária.

Outros estudos fazem uso dos percentis para classificar a aptidão cardiorrespiratória. Eisenmann et al. (2011), por exemplo, estimaram a capacidade aeróbica de 2997 jovens divididos em faixas etárias através das respostas dos batimentos cardíacos em teste realizado na esteira, chegando à conclusão de que o consumo máximo de oxigênio dos adolescentes do sexo masculino alcançou valores sempre superiores ao consumo de oxigênio das adolescentes do sexo feminino, em todos os percentis de todas as faixas etárias, tendo se elevado lentamente (42 a 46 ml O<sub>2</sub>/kg/min) dos 12 até os 15 anos, se mantendo estável até o fim da adolescência. As adolescentes do sexo feminino tendem a diminuir de 39 para 37 ml O<sub>2</sub>/kg/min até chegar à idade adulta. Armstrong e Van Mechelen (2013) apresentaram números um pouco diferentes, no qual o consumo máximo de oxigênio dos adolescentes do sexo masculino tende a se manter constante (entre 48 e 50 ml O<sub>2</sub>/kg/min) durante a infância e a adolescência, enquanto a mesma medida entre as adolescentes do sexo feminino apresenta um declínio progressivo de 45 para 35 ml O<sub>2</sub>/kg/min nesse espaço de tempo.

A carência de estudos longitudinais também gera discussão no sentido de constatar se o estado de *fitness* na juventude permanece na idade adulta e se seus

benefícios obtidos na juventude influenciam, ou não, a manifestação dos fatores de risco cardiovasculares no futuro.

Eisenmann et al. (2005) mensuraram dados de 48 indivíduos num primeiro momento (média de  $15,8 \pm 2,1$  anos) e depois, na idade adulta (média  $26,6 \pm 4,9$  anos). Comparando os resultados, os autores chegaram à conclusão que a massa corporal (MC), estatura (EST), IMC, circunferência da cintura (CC), %G, CT e pressão arterial, aumentaram significativamente, estando, porém, os valores em média, dentro dos padrões de normalidade. Os níveis de GLI permaneceram inalterados e o FitCR e o HDL-c melhoraram nas participantes do sexo feminino. A gordura corporal na adolescência está moderadamente associada com alguns parâmetros metabólicos (IMC relacionado com HDL-c e PAS e CC relacionada com HDL-c) na idade adulta, e a circunferência da cintura relacionada à pressão arterial. O FitCR da adolescência está associado à gordura corporal, mas não apresenta correlação com os fatores de risco de DCV na idade adulta.

Twisk et al. (2002), por sua vez, obtiveram relações estatisticamente significativas do consumo máximo de oxigênio com a CC e com o CT, não tendo associações na idade adulta com o HDL-c e com a pressão arterial. Os autores utilizaram os dados do The Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study, que avaliou o FitCR de jovens entre 13 e 16 anos, reavaliando-os aos 32 anos de idade. Em estudo de mais curta duração, McMurray et al. (2008) desenvolveram pesquisa com 389 jovens, primeiramente examinados entre 7 e 10 anos e depois entre 14 e 17 anos, verificando que 4,6% (18 jovens no total) desenvolveram três ou mais fatores da SM nesse intervalo de tempo. Ao comparar, no fim da pesquisa, o grupo com indicadores de SM com o grupo com parâmetros normais, foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,002$ ) em MC, IMC, gordura corporal, PAS, CT, TG e HDL-c. As crianças com baixo consumo máximo de oxigênio (em ml/kg/min) apresentam 5,5 - 6 vezes mais chances de desenvolver a SM.

Embora os dados tenham sugerido uma relação longitudinal entre a capacidade aeróbica e a SM, existe influência da gordura corporal sobre a capacidade aeróbica, diminuindo a força de associação entre as duas variáveis iniciais. Lätt et al. (2016) parecem comungar do mesmo pensamento, pois, para eles, o FitCR pode ser considerado um fator de predição do risco cardiovascular, se a gordura corporal estiver contida no cálculo do consumo de oxigênio. Nesse estudo, 120 jovens do sexo masculino estonianos foram acompanhados por dois anos, divididos em dois grupos,

sendo um dos grupos composto por jovens bem condicionados aerobicamente e o outro, sem o referido condicionamento. Foi constatada diferença significativa entre os grupos nos níveis de TG e na razão CT/HDL-c ( $p < 0,001$ ), sendo o odds ratio entre os grupos nas variáveis citadas de 2,9 e 3,5, respectivamente. Figura 5.

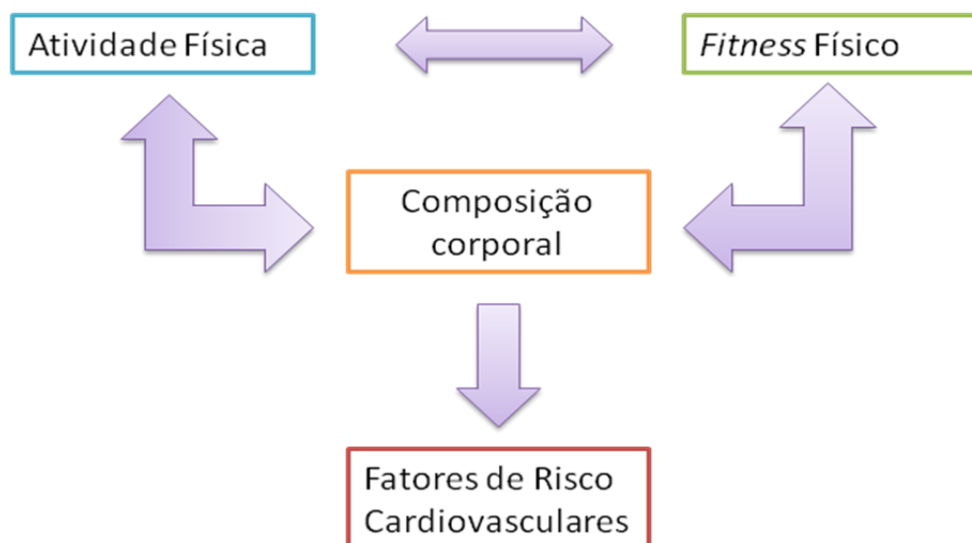


Figura 5. Relação entre atividade física, *fitness* físico e composição corporal. Fonte: Adaptado de Armstrong e van Mechelen (2013).

Webber et al. (1996) submeteram 4019 crianças ( $8,7 \pm 0,5$  anos) a um programa de reeducação alimentar e de atividade física (redução de 30% no consumo total de gordura, de 10% no de gordura saturada e de 25% na ingestão de sódio, aliado ao aumento de 40% no tempo de atividades moderadas/vigorosas nas aulas de Educação Física), por dois anos e meio, não constatando, contraditoriamente, diferenças significativas nos fatores de risco entre o grupo experimental e o grupo controle.

No que diz respeito aos estudos transversais, Mesa et al. (2006) desenvolveram pesquisa procurando associar o FitCR com os níveis séricos de lipídios e com a glicose sanguínea. Nos adolescentes do sexo masculino, o FitCR se mostrou relacionado aos inversamente com os TG ( $p < 0,004$ ), com a apolipoproteína A-I (principal componente proteico da lipoproteína de alta densidade (HDL) no plasma,  $p = 0,028$ ), com um índice envolvendo todas as variáveis sanguíneas ( $p = 0,018$ ) e diretamente com o HDL-c ( $p = 0,013$ ). Nas adolescentes do sexo feminino, a única relação significativa foi a direta com o HDL-c ( $p = 0,045$ ). O índice envolvendo as variáveis sanguíneas demonstrou maior associação com o FitCR nos sujeitos com sobrepeso ( $p < 0,001$ ), indo ao encontro com a idéia da influência da gordura corporal sobre a relação do fitness com os fatores de risco.

Outra conclusão interessante da pesquisa acima mencionada foi a determinação da linha de corte do FitCR (em score z, valor de 0,1411), abaixo da qual as chances de alterações nos perfis lipídeos se mostravam bastante acentuadas (odds ratio 5,91, 95% intervalo de confiança entre 3,35 e 10,45,  $p < 0,01$ ). Cabe também ressaltar que em torno de 50% dos componentes desse estudo estiveram abaixo dessa linha de corte. Wedderkopp et al. (2003) encontraram risco seis vezes maior de SM em jovens do último quartil do FitCR em relação aos do primeiro quartil, enquanto Dos Santos et al. (2012), em revisão envolvendo 19 estudos, apontaram um risco bem menor (*odds ratio* de 2,42 a 13,0,  $b = -0,09$  a  $-0,44$ ) entre o FitCR e as variáveis da SM em crianças e adolescentes.

Para Ekelung et al. (2007), o FitCR se mostrou inversamente associado aos escores padronizados de GLI ( $\beta = -0,09$ , 95% intervalo de confiança entre  $-0,16$  e  $-0,06$ ), HDL-c (x-1) ( $\beta = -0,07$ , 95% intervalo de confiança entre  $-0,12$  e  $-0,01$ ) e z escore envolvendo as variáveis da SM ( $\beta = -0,09$ , 95% intervalo de confiança entre  $-0,12$  e  $-0,06$ ) depois de ajustado em relação à idade, sexo, país e total de atividade física. Além disso, quando o FitCR foi estratificado em quartis, sua relação inversa com o z escore das variáveis da SM tendeu a aumentar significativamente. Machado-Rodrigues et al. (2014), em conformidade com os achados supracitados, correlacionaram o FitCR negativamente com o z escore englobando os fatores da SM ( $r = -0,10$ ,  $p < 0,01$ ), TG ( $r = -0,15$ ,  $p < 0,01$ ) e GLI ( $r = -0,10$ ,  $p < 0,01$ ) e positivamente com o HDL-c ( $r = 0,07$ ,  $p < 0,05$ ). Os autores concluem que o bom FitCR é um fator preventivo da SM, embora o nível FitCR precise ser determinado com precisão para esse fim.

Silva et al. (2012) propuseram uma linha de corte (percentil 40) para o desempenho no teste multiestágios de 20m realizado por 5559 jovens entre 10 e 18 anos. Nesse mesmo estudo, os autores obtiveram diferenças significativas nas variáveis PAD e no z escore do risco metabólico em jovens do sexo feminino, e no CT, TG e no z escore do risco metabólico, quando comparam jovens bem condicionados (linha de corte para a idade de 17 anos de 34,3 ml/kg/min para o feminino e 43,1 ml/kg/min para o masculino) com mal condicionados.

Ruiz et al. (2015) foram ainda mais longe e construíram, através da análise dos resultados de testes realizados com 510 jovens ( $14,7 \pm 1,3$  anos participantes do estudo europeu denominado HELENA), o índice de saúde cardiovascular ideal através da conjunção de quatro comportamentos relacionados à saúde (fumo, IMC, atividade física



e alimentação) com três fatores de risco (CT, GLI e pressão arterial). Melhores níveis de FitCR estiveram associados à presença de um maior número de componentes do índice de saúde cardiovascular ideal em ambos os sexos ( $p < 0,001$ ). Através da análise da curva ROC, os autores estabeleceram a linha corte do FitCR do índice favorável de saúde cardiovascular ideal (pelo menos quatro dos sete requisitos) em 43,8 ml/kg/min para os jovens do sexo masculino, e 34,6 ml/kg/min para as jovens do sexo feminino. Figura 6.

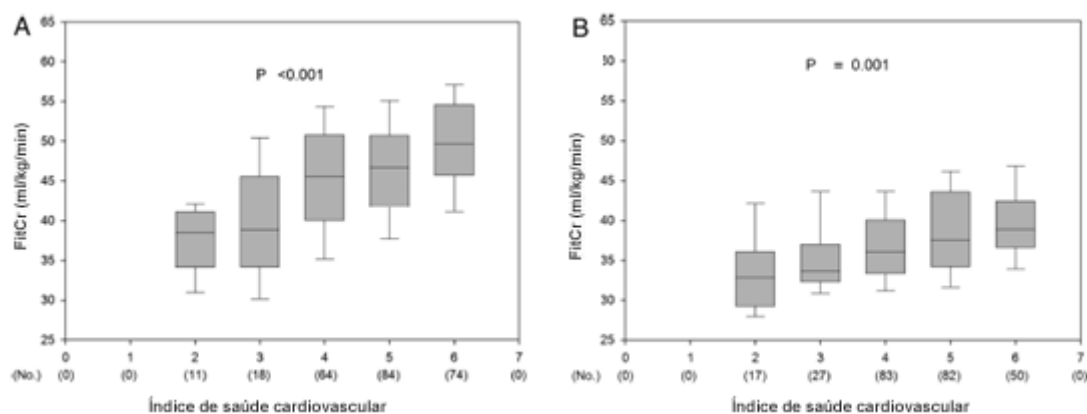


Figura 6. Box plot - FitCR em função do número de fatores do índice de saúde cardiovascular. Fonte: Adaptado de RUIZ et al. (2015)

Em estudos realizados em roedores, Wisloff et al. (2005), na tentativa de justificar a influência do fitness aeróbico sobre as variáveis da SM, estimam uma ligação entre as funções mitocondriais e os fatores determinantes da SM. Além disso, as proteínas secretadas pelos adipócitos parecem interferir nos fatores de risco da SM, podendo constituir uma das explicações plausíveis para a relação entre o sobrepeso e a SM (EISENMANN, 2007).

Froberg e Andersen (2005) enfatizam que as adaptações positivas decorrentes do exercício aeróbico (e parcialmente expressas pelos valores do  $VO_2$  max obtidos em testes físicos) produzem efeito benéfico sobre o sistema cardiovascular. A insulina e a adrenalina são hormônios que atuam no metabolismo das gorduras e dos carboidratos, sendo que um bom condicionamento aeróbico produz efeitos no nível de sensibilidade desses hormônios, modulando a atuação das enzimas oxidativas na decomposição desses metabólitos.

Dwyer e Gibbons (1994) avaliaram 400 adolescentes do sexo masculino e 400 adolescentes do sexo feminino, ambos os grupos de 15 anos de idade, em um clássico estudo (Australian Schools Health and Fitness Survey) realizado em 1985. Controversamente, não foram obtidas associações entre FitCR e as lipoproteínas, mas

uma associação muito fraca e negativa ( $r = -0,12$ ,  $p < 0,05$ ) entre a capacidade aeróbica e a PAS. A capacidade de distensão arterial surge como uma justificativa para tal associação.

Buchan et al. (2012), em pesquisa envolvendo 58 jovens com  $16,4 \pm 0,7$  anos, constataram que o FitCR se apresentou correlacionado positivamente com adiponectina (hormônio protéico que modula vários processos metabólicos, incluindo a regulação da glicemia e o catabolismo de ácidos graxos,  $r = 0,443$ ,  $p = 0,027$ ) e a FM, negativamente, com a GLI ( $r = 0,430$ ,  $p = 0,032$ ). Não foram obtidas correlações estatisticamente significativas entre o FitCR / FM e CT, insulina, HDL-c, LDL-c, TG, PAS e PAD. Através de uma equação de regressão na qual o FitCr foi a variável dependente e um conjunto de parâmetros metabólicos e a pressão arterial foram as variáveis independentes, os autores conseguiram explicar 74% da variância do FitCR, tendo como variáveis intervenientes o gasto calórico e o sexo, enquanto 53% da variância da FM foi elucidada, tendo como variável interveniente apenas o sexo.

Em outro estudo, realizado com 1038 adolescentes do sexo feminino e 926 do sexo masculino da Dinamarca, Portugal, Estônia e Noruega, Klasson-Heggebø et al. (2005) concluíram que o FitCR apresentou uma relação curvilínea com a pressão sistólica para adolescentes na faixa dos 15 anos ( $r = 0,49$ ,  $p < 0,001$ ), sendo apenas 2% da variância dessa variável hemodinâmica explicada pelo fitness. Outro achado interessante nessa pesquisa foi a diferença de 6mm Hg entre o grupo de boa condição cardiorrespiratória em relação aos de baixo *fitness* aeróbico ( $3,5 \text{ Wmax/kg}$  contra  $1,8 \text{ Wmax/kg}$  no teste de carga progressiva no cicloergômetro).

No que diz respeito a FM, Ferreira et al. (2011) avaliaram 199 jovens brasileiros chegando à conclusão que aqueles do sexo masculino apresentaram força de preensão manual superior àquelas do sexo feminino ( $p < 0,05$ ), sendo a diferença de 30,6% na mão dominante e 32,4% na mão não dominante.

Ao classificar o percentil 60 como divisor para o escore bom nos níveis de força de preensão manual, Ortega et al. (2011), em estudo europeu denominado HELENA, envolvendo 3428 jovens de 10 cidades diferentes, obtiveram os valores iniciais de 46,7 kg para aqueles do sexo masculino, e 28,9 kg para as aquelas do sexo feminino de 17 anos nessa faixa, além de confirmarem as diferenças entre os sexos em todas as fases da adolescência e perceberem uma curva menos acentuada na evolução dos níveis de força nas adolescentes do sexo feminino.

Quando associada aos PMet, Artero et al. (2011) estudaram 709 adolescentes (12,5 - 17,5 anos), encontrando relação inversa e significativa entre a força muscular e o risco metabólico calculado através do z escore do conjunto das variáveis CC, PAS, TG, razão CT/HDL e insulina ( $\beta = -0,249$ ,  $p < 0,001$ ). A associação inversa entre esse mesmo escore e o FitCR foi de ( $\beta = -0,264$ ,  $p < 0,001$ ). O Odds Ratio do risco metabólico foi de 5,3 (95% Intervalo de confiança entre 2,6 e 10,6) e 4,3 (95% Intervalo de confiança entre 2,0 e 9,3) ao comparar o primeiro quartil com o último em termos de força muscular e FitCR, respectivamente. Magnussen et al. (2012) avaliaram 1642 jovens entre 9 e 15 anos, participantes da the Australian Schools Health and Fitness Survey. Força, resistência e potência muscular se mostram também inversamente associadas ao conjunto de fatores de risco ( $p < 0,05$ ), mas a força não apresentou correlação com nenhum dos parâmetros isoladamente.

Diferentemente dos demais estudos, Ruiz et al. (2008) preferiram utilizar os fatores inflamatórios (invés dos metabólicos) por suas associações com a obesidade, SM, inadequação das funções endoteliais e aterosclerose. Desse modo, foram avaliados 416 adolescentes espanhóis (230 do sexo masculino e 186 do sexo feminino com idades entre 13 e 18,5 anos) nos níveis de proteína C-reativa, proteínas do sistema complemento C3 e C4, ceruloplasmina e pré-albumina objetivando uma relação com a força muscular. A força de preensão manual se mostrou associada ao FitCR ( $r = 0,148$ ,  $p < 0,01$ ) e, através de equação de regressão, negativamente relacionada à proteína C-reativa, C3 e ceruloplasmina, depois de controlar por sexo, idade, idade biológica, MC, EST e condição socioeconômica. Os mesmos autores observaram alteração nos marcadores inflamatórios, quando comparados os jovens obesos com os de MC normal, embora bons níveis de FM pareçam atenuar os efeitos danosos sobre os obesos (diminuição da Proteína C-reativa e aumento dos níveis de pré-albumina). Artero et al. (2014) obtiveram resultados bastante semelhantes, acrescentando que o *fitness* muscular esteve inversamente relacionado aos marcadores inflamatórios, independentemente do nível de FitCR e da análise da resistência à insulina.

García-Artero et al. (2007), em parte do estudo envolvendo 460 jovens entre 13 e 18,5 anos intitulado AVENA, obtiveram evidências de ligações estatísticas inversamente significativas entre um índice envolvendo os lipídeos metabólicos e a FitCR em adolescentes do sexo masculino ( $p = 0,003$ ) e após um ajuste pela atividade física e força muscular e entre os mesmos parâmetros metabólicos e a força muscular em adolescentes do sexo feminino ( $p = 0,048$ ), quando considerada a capacidade

aeróbica. Como conclusão desse estudo, nota-se que a baixa capacidade aeróbica estava relacionada a altas taxas de lipídeos metabólicos, exceto em indivíduos com bons níveis de força muscular. Baixos níveis de força muscular corresponderam a altas taxas de lipídeos metabólicos, exceto quando a capacidade aeróbica é boa. Quando tratados independentemente, tanto a boa capacidade aeróbica quanto o alto nível de força muscular implicam em níveis mais baixos de lipídeos metabólicos. Figura 7.

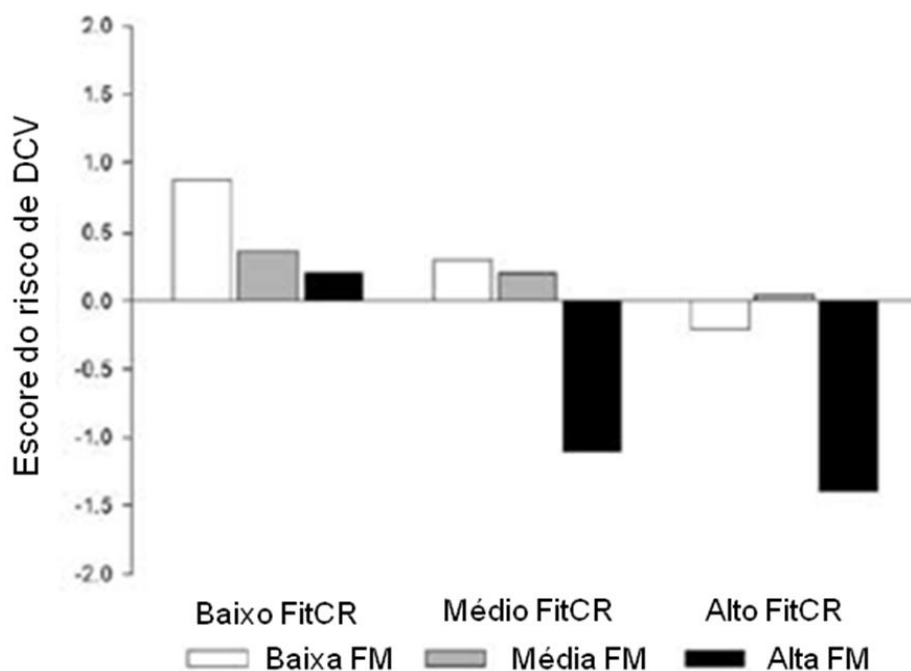


Figura 7. Associação entre os fatores de risco e a força muscular levando em consideração os níveis de FitCR. Fonte: García-Artero et al. (2007).

Buchan et al. (2015) desenvolveram estudo semelhante com 192 adolescentes com idades entre 15 e 17,5 anos, no qual o FitCR e a FM foram relacionados com um escore representando um conjunto de marcadores inflamatórios (interleucina-6, proteína C reativa, adiponectina, fibrinogênio e inibidor do ativador do plasminogênio-1). Associações negativas e significativas foram obtidas tanto para o FitCR ( $\beta = -0,014$ ,  $p < 0,001$ ), quanto para a FM ( $\beta = -0,021$ ,  $p < 0,001$ ), embora as relações sejam sempre mais fortes quando os dois parâmetros são considerados juntos. Além disso, quando o grupo foi dividido em quartis, observou-se diferença significativa entre os menos condicionados em relação aos mais bem condicionados em termos de risco cardiometabólico ( $p < 0,05$ ).

A relação de causas da obesidade (e da má distribuição de gordura corporal) na adolescência é bastante extensa. Se por um lado a hereditariedade exerce forte

influência, distúrbios hormonais também podem exigir atenção. Além disso, o estilo de vida, no qual se inclui o nível de atividade física e a qualidade da alimentação, provoca alterações no apetite, balanço energético e na taxa metabólica de repouso (ARMSTRONG e van MECHELEN, 2013).

Em termos de consequências, Going et al. (2011), em estudo envolvendo 12279 jovens americanos de várias etnias entre 8 e 18 anos, demonstraram que o %G influencia as chances de aparecimento das DCV, pois os resultados apresentaram odds ratio crescente em termos de faixas de percentual de gordura para todos os fatores de risco avaliados (GLI, HDL\_c, TG, PAS, PAD, insulina e proteína C reativa), sendo destacados 20% de %G para os jovens do sexo masculino e 30% para as jovens do sexo feminino como a linha a partir da qual a prevalência dos fatores de risco se torna ainda mais acentuada. Freedman et al. (2015) observaram correlações fracas, porém significativas, entre medidas de composição corporal (por DEXA, dobras cutâneas e IMC) e os fatores de risco, exceto pela PAD.

Goran et al. (2003) justificam a relação entre o %G e os fatores de risco das DCV através do efeito do acúmulo da gordura corporal sobre a resistência à insulina, aumentando a intolerância à glicose e dificultando a oxidação de lipídeos. Porém, o excesso de gordura corporal é um fator de risco para o desenvolvimento da resistência à insulina e para todos os males decorrentes desse estado, mas nem todo indivíduo com sobrepeso é insulinoresistente, tornando a identificação dos demais fatores de risco metabólicos e inflamatórios um importante passo para a promoção da saúde da criança e do adolescente (BUCHAN et al., 2015).

Ainda sobre esse tema, a adolescência é uma fase da vida favorável para o acúmulo de tecido adiposo central (ARMSTRONG e van MECHELEN, 2013). Daniels et al. (1999) observaram que, além do %G, a gordura andróide e o índice distribuição da adiposidade (massa de gordura do tronco dividida pela massa de gordura dos membros inferiores) também estão correlacionados aos fatores de risco de DCV, tendo, inclusive, maior número de associações que o %G em si.

Uma explicação plausível para o acúmulo de gordura visceral encontra suporte na teoria do depósito da gordura visceral (Ectopic fat model). Essa teoria explica que o excesso de ácidos graxos metabolizados em decorrência do estilo de vida sedentário associado a uma dieta hipercalórica, por alguma disfunção do tecido adiposo em armazenar gordura ligada à resistência à insulina, acaba sendo depositado na gordura

visceral, menos sensível à ação da insulina, perto de órgãos vitais como o coração e o fígado (DESPRÉS, 2012).

### 3.8 Mensuração dos parâmetros metabólicos

Partindo do pressuposto que as DCV são a principal causa de mortalidade no mundo (3 em cada 10 mortes em 2012, segundo a WHO, 2015), que o diabetes contribui com mais 2,7% nessa estatística e que os níveis glicêmicos, as dislipidemias e a hipertensão são considerados importantes fatores de risco para o aparecimento dessas doenças, o presente estudo elegeu a GLI, TG, CT, HDL-c, PAS e PAD para serem confrontados com os componentes do FFRS para a aquisição conhecimentos relevantes sobre o tema.

Além disso, Mesa et al. (2006), Romero et al. (2013), Ruiz et al. (2007) e Eisenmann (2007) destacam que as disfunções metabólicas podem surgir ainda na juventude e que o *fitness* físico tende a exercer seu fator protetor desde as idades mais tenras.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Delineamento

Trata-se de um estudo transversal observacional.

### 4.2 Participantes

A amostra foi constituída de 61 alunos (29 adolescentes do sexo masculino e 32 adolescentes do sexo feminino, idade de  $17,5 \pm 0,8$  anos, massa corporal de  $59,0 \pm 9,3$  kg e estatura de  $167,1 \pm 10,2$  cm) matriculados no Colégio Estadual Infante Dom Henrique, situado no Rio de Janeiro. Os objetivos e os procedimentos do estudo foram esclarecidos a todos os estudantes, tendo sido então procedido um sorteio para a definição da amostra a partir de uma lista de participação, que foi preenchida na coordenação de turno. Como critérios de exclusão, não foram aceitos na amostra participantes que apresentassem doenças ou problemas físicos que os impedissem de realizar os testes propostos.

### 4.3 Questões éticas

A participação de cada aluno foi previamente esclarecida, sendo um termo de assentimento assinado pelo aluno e um termo de consentimento livre esclarecido assinado pelo seu respectivo responsável, respeitando as diretrizes e normas reguladoras de pesquisa envolvendo seres humanos de acordo com a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), sob protocolo 1.023.150/2015. (Anexo 1).

### 4.4 Descrição das variáveis do estudo

O FFRS foi constituído pelo *fitness* cardiorrespiratório (FitCR), avaliado através do consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$ ), força muscular (FM), mensurada pela força de prensão manual e pela composição corporal, estimada pelo percentual de gordura (%G).

Os parâmetros metabólicos de saúde avaliados nesse estudo foram: glicemia (GLI), colesterol HDL (HDL-c), colesterol total (CT), triglicerídeos (TG), pressão arterial sistólica (PAS) e pressão diastólica (PAD). Serão considerados como valores de

corde em relação à Síndrome Metabólica em crianças e adolescentes a posição da The International Diabetes Federation (IDF) (ZIMMET et al., 2007). Quadro 2.

Quadro 2. Valores de corte da The International Diabetes Federation (IDF) em relação à Síndrome Metabólica.

<b>Parâmetro Metabólico</b>	<b>Faixa etária</b>	<b>Valor</b>
Glicemia	Entre 10 e 15 anos	Igual ou superior a 100 mg/dL
	Com 16 ou mais anos	Igual ou superior a 100 mg/dL
HDL-Colesterol	Entre 10 e 15 anos	Igual ou inferior a 40 mg/dL em ambos os sexos
	Com 16 ou mais anos	Igual ou inferior a 40 mg/dL nos meninos e a 50 mg/dL nas meninas
Triglicerídeos	Entre 10 e 15 anos	Igual ou superior a 150 mg/dL
	Com 16 ou mais anos	Igual ou superior a 150 mm Hg
<b>Parâmetro hemodinâmico</b>	<b>Faixa etária</b>	<b>Valor</b>
Pressão arterial sistólica	Entre 10 e 15 anos	Igual ou superior a 130 mm Hg
	Com 16 ou mais anos	Igual ou superior a 130 mm Hg

Fonte: Adaptado de Zimmet et al. (2007).

#### 4.5 Procedimentos de pesquisa

Para caracterização da amostra, foram mensuradas a massa corporal (MC), através de uma balança eletrônica com capacidade de 150 Kg da marca Filizola<sup>®</sup> (Brasil) com precisão de 50g, e a estatura (EST) e a estatura tronco encefálica com estadiômetro da marca Sanny<sup>®</sup> (Brasil) e precisão de 0,1 cm. O Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado através da divisão da massa corporal (kg) pela estatura (m) ao quadrado.

Na mensuração da MC, o participante, trajando apenas camisa e calção e descalço, posicionou-se sobre a balança com os pés afastados na distância correspondente a largura dos quadris, braços estendidos lateralmente ao longo do corpo e olhar fixo à frente. A EST foi medida, em apneia após uma inspiração profunda, com o participante descalço em posição ereta, calcanhares unidos e cabeça orientada no plano de Frankfurt. A estatura tronco encefálica foi medida, em apneia após uma inspiração profunda, com o participante sentado em um banco, tronco ereto, mãos sobre as coxas e cabeça orientada segundo o plano de Frankfurt. Todos os procedimentos seguiram as diretrizes propostas pela International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK, 2001).



A maturação biológica dos componentes do estudo foi estimada através da idade do pico de velocidade de crescimento (PVC), determinada pela equação de Mirwald (MIRWALD et. al, 2002).

Para adolescentes do sexo masculino

$$DPVC = -9,236 + [0,0002708 \times (CP \times TC)] + [-0,001663 \times (I \times CP)] + [0,007216 \times (I \times TC)] + [0,02292 \times (MC/EST) \times 100]$$

Para adolescentes do sexo feminino

$$DPVC = -9,376 + [0,0001882 \times (CP \times TC)] + [0,0022 \times (I \times CP)] + [0,005841 \times (I \times TC)] - [0,002658 \times (I \times MC)] + [0,07693 \times (MC/EST) \times 100]$$

Onde: CP = Comprimento de Perna (EST - TC) em metros; TC = Estatura tronco encefálica em metros; I = Idade em anos; MC = Massa corporal em quilos; EST = Estatura em metros.

A circunferência da cintura (CC) foi aferida por uma trena de fibra da marca Sanny® (Brasil) no ponto médio entre a crista ilíaca e a última costela, respeitando o protocolo definido por Lima et. al. (2011).

A determinação do percentual de gordura (%G) e do Índice de massa gorda (FMI - Massa de gordura em kg/ estatura ao quadrado em m<sup>2</sup>) foram mensuradas através da absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA) com varredura (do tipo Fan Beam) completa do corpo do participante, técnica que fornece os valores de densidade óssea, massa de gordura e massa magra, sendo assim determinado o percentual de gordura do indivíduo (HAARBO et al., 1991). O aparelho da marca GE, modelo Lunar iDXA® (EUA), foi calibrado de acordo com as especificações do fabricante, sendo operado por um técnico experiente. O participante do estudo permaneceu imóvel, deitado em decúbito dorsal com braços e pernas levemente afastados, vestindo camisa e short, tendo sido removidos quaisquer objetos de metal de seu corpo. O tempo médio do exame foi de aproximadamente 10 minutos, o que corresponde a uma velocidade de escaneamento de 1 cm/s.

A determinação da força muscular (FM) foi realizada através da força de preensão manual medida com um dinamômetro hidráulico Jamar® (EUA) do tipo *Hand grip*. O avaliado ficou sentado com o ombro levemente aduzido, cotovelo em flexão de 90° e antebraço em posição neutra. Três medidas foram realizadas em ambas as mãos

com intervalos de 30s, sendo registrado o valor máximo e o valor médio dessas medidas. (LUNA-HEREDIA et al., 2005; FERNANDES e MARINS, 2011).

A determinação do *fitness* cardiorrespiratório (FitCR) foi realizada através da ergoespirometria utilizando-se um sistema VO 2000 da Medical Graphics - St Paul® (EUA). O teste ergoespirométrico foi realizado seguindo o protocolo de rampa (MACHADO; DENADAI, 2013) onde o avaliado caminha como aquecimento por três minutos a 5 km/h, sendo o teste, propriamente dito, iniciado a uma velocidade de 8 km/h, sendo a velocidade incrementada em 1km/h por minuto e a inclinação mantida em 1%. Os participantes foram incentivados permanentemente, e o teste interrompido pela exaustão voluntária. O maior valor registrado pelo sistema de captação de gases durante o teste foi considerado o consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$ max em ml/kg/min). O teste foi considerado válido, quando pelo menos um dos seguintes critérios foi atingido: frequência cardíaca máxima (FCmax) > 200 bpm, razão de troca respiratória - RER > 1,0 ou sinais de esforço extremo (hiperventilação, rubor facial, descompasso de passadas, transpiração excessiva). A temperatura da sala de teste foi mantida entre 20 e 24°C. Todo o procedimento acima relatado foi acompanhado por um médico.

Apenas as pessoas indispensáveis para a realização dos testes e exames estiveram presentes no recinto da coleta dos dados deste estudo. Todos os testes foram realizados no turno da manhã, em recinto fechado e em condições de temperatura semelhantes.

A coleta de todos os dados foi efetuada no Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx), situado na Cidade do Rio de Janeiro. As coletas de sangue foram realizadas individualmente, em ambiente apropriado, no laboratório de Análises Clínicas da mesma Corporação.

As dosagens de CT, HDL-c, GLI e TG foram processadas por kits em analisador enzimático a partir da coleta de 6 ml de sangue venoso realizada em tubo a vácuo com gel separador sem anticoagulante, na prega do cotovelo do participante, estando ele em jejum de 12h. O sangue foi centrifugado por 10 minutos a 3.000 rpm para separação do soro de acordo com as orientações do manual de coleta (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PATOLOGIA CLÍNICA/MEDICINA LABORATORIAL, 2010). Após os procedimentos pré analíticos, foi utilizado o auto analisador de bioquímica BT 3000 Winer® (Argentina), conforme os procedimentos de UV otimizado (SFBC) de acordo com a metodologia analisada.

O processo de coleta, armazenamento e descarte das amostras sanguíneas seguiram estritamente as determinações da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/medicina Laboratorial.

A aferição da pressão arterial foi realizada após 15 minutos de repouso com um manômetro da marca Tycos® (EUA), estando o participante do estudo posicionado sentado com membro superior direito apoiado à altura do coração. A PAS é determinada na fase I de Korotkoff e a PAD na fase V de Korotkoff, quando do desaparecimento completo dos sons, sendo registrada a média de três leituras (PICKERING et al., 2005).

O protocolo dos procedimentos na coleta de dados está descrito no Anexo 2 e a planilha de coleta de dados está contida no Anexo 3.

#### 4.6 Análise e Interpretação dos resultados

As variáveis do FFRS e os parâmetros metabólicos foram submetidos à estatística descritiva, onde foram calculados média, desvio padrão e testadas suas normalidades pelo teste de Kolmogorov Smirnov.

Os resultados do FFRS e dos parâmetros metabólicos foram comparados aos valores de referência internacionais existentes na literatura.

Foram confrontados os resultados do FFRS e dos parâmetros metabólicos entre os sexos, sendo utilizado o teste t de Student para amostras independentes quando verificada a normalidade dos dados e o teste Mann–Whitney U caso contrário.

Foram investigadas as associações entre os valores dos parâmetros metabólicos e os componentes do FFRS, sendo utilizado o coeficiente de correlação de Pearson quando verificada a normalidade dos dados e o coeficiente de correlação de Spearman caso contrário.

A análise estatística dos resultados obtidos foi realizada através do programa BioEstat 5.0® (Brasil).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Comparação entre sexos

No presente estudo, os adolescentes do sexo masculino apresentaram valores superiores aos das adolescentes em MC, EST, FM, VO<sub>2</sub>, GLI e PAS. As jovens do sexo feminino apresentaram valores mais altos que os jovens do sexo masculino nas variáveis Mat, CC e %G. Não foram encontradas diferenças significativas em idade, IMC, HDL-c, CT e TG, e PAD pode ser considerado como *borderline*. Tabela 1.

Tabela 1. Características antropométricas, *fitness* físico e parâmetros metabólicos da amostra

	Todos (n = 61)	Masculino (n = 29)	Feminino (n = 32)	p
Idade (anos)	17,5 (0,8)	17,7 (0,7)	17,4 (0,9)	0,07
Mat (anos)	3,2 (0,7)	2,8 (0,6)	3,5 (0,6)	<0,0001*
MC (kg)	59,0 (9,3)	62,9 (8,9)	55,6 (8,3)	0,0004*
EST (cm)	167,1 (10,2)	175,0 (7,7)	159,9 (6,0)	<0,0001*
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	21,2 (3,0)	20,5 (2,7)	21,8 (3,2)	0,0733
CC (cm)	70,5 (6,2)	71,5 (5,6)	69,8 (6,6)	0,0485*
%G (%)	26,7 (10,2)	17,8 (5,5)	34,8 (5,8)	<0,0001*
FMI (Kg/ m <sup>2</sup> )	5,6 (2,7)	3,5 (1,4)	7,4 (2,3)	<0,0001*
FM (kg)	36,0 (9,1)	43,2 (7,1)	29,5 (4,7)	<0,0001*
VO <sub>2</sub> (ml/kg/min)	39,9 (8,1)	47,0 (4,6)	33,9 (4,8)	<0,0001*
GLI (mg/dl)	90,0 (8,1)	93,1 (7,5)	87,1 (7,6)	0,0017*
HDL-c (mg/dl)	47,9 (14,0)	45,0 (10,7)	50,3 (16,0)	0,14
CT (mg/dl)	150,2 (37,5)	150,3 (36,9)	150,2 (38,6)	0,43
TG (mg/dl)	6,8 (26,8)	65,2 (25,1)	62,8 (28,5)	0,16
PAS (mm Hg)	116,5 (9,7)	119,8 (10,0)	113,7 (8,5)	0,016*
PAD (mm Hg)	71,2 (6,8)	69,4 (7,1)	72,7 (6,3)	0,053

Resultados expressos em média (desvio padrão). P valor determinado por Teste t de Student (variáveis paramétricas) ou por Teste Mann-Withney U (variáveis não paramétricas). \* Diferenças significativas p < 0,05.

Diversos estudos referenciados (WELK et al., 2011; EISENMANN et al., 2011; ARMSTRONG e van MECHELEN, 2013; MESA et al., 2006; EKELUNG et al., 2007) encontraram diferença na EST, MC, %G e VO<sub>2</sub> entre adolescentes do sexo masculino e feminino, sendo que nas demais variáveis, os resultados não são conclusivos.

#### 5.1.1 Maturação

A maturação biológica no presente estudo é representada pela idade relativa ao pico do estirão do crescimento (MIRWALD et. al, 2002). As jovens do sexo feminino estão, em média, sete meses mais avançadas que os meninos (p<0,0001). Figura 8.

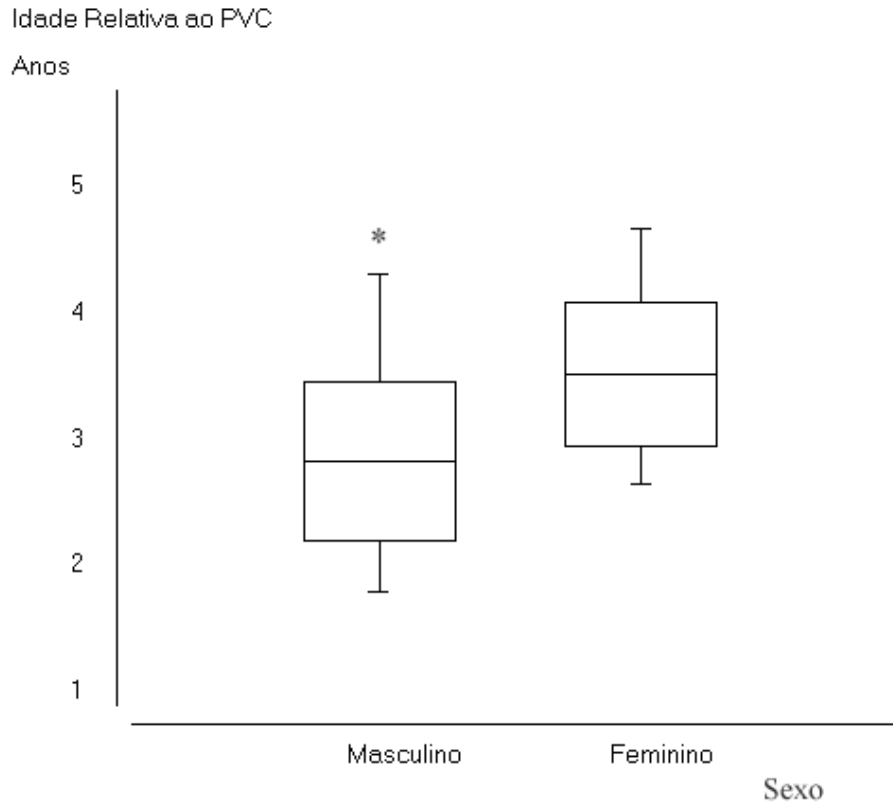


Figura 8. Box plot - Comparação entre sexos da Mat. \*  $p < 0,05$ .

A diferença de idade maturacional entre os sexos encontra justificativa na ocorrência da aceleração tardia do crescimento masculino durante a puberdade, que é comprovada pela tendência de maior idade maturacional feminina encontrada na Figura 8 (FRAGOSO; VIEIRA, 2000; MALINA et al., 2009; ROWLAND, 2008).

#### 5.1.2 Massa corporal e estatura

Os indivíduos do sexo masculino foram, em média, 7,3 kg mais pesados (13,1% mais pesados) e 15,1 cm mais altos (9,4% mais altos) que as jovens do sexo feminino. Desse modo, foram constatadas diferenças entre os sexos em MC e EST ( $p = 0,0004$  e  $p < 0,0001$ , respectivamente). Figuras 9 e 10.

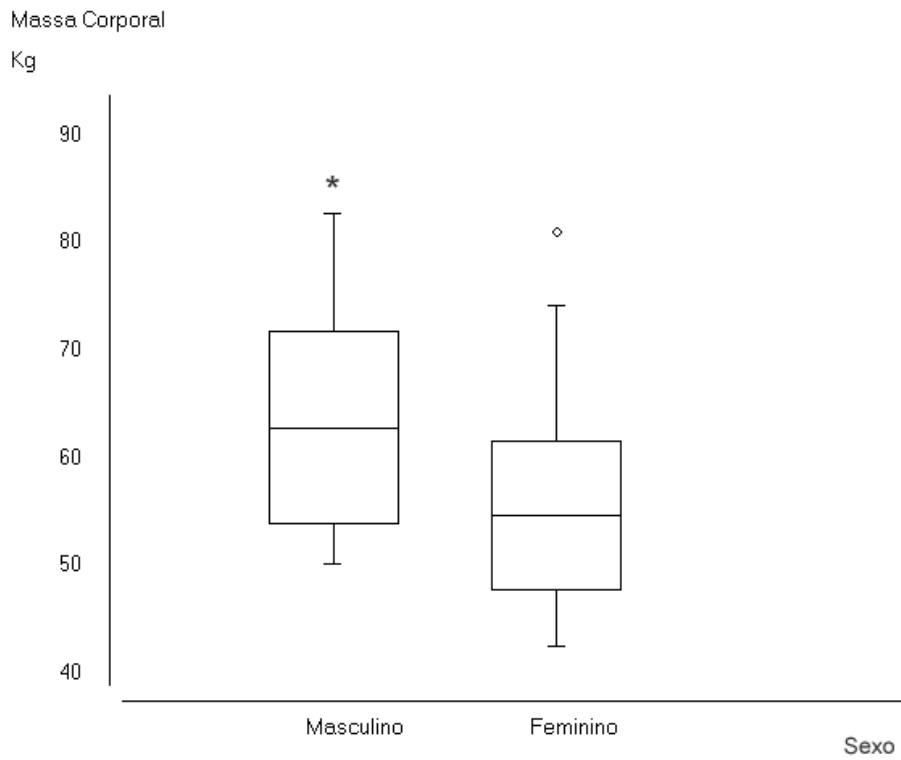


Figura 9. Box plot - Comparação entre sexos da MC. \*  $p < 0,05$ .

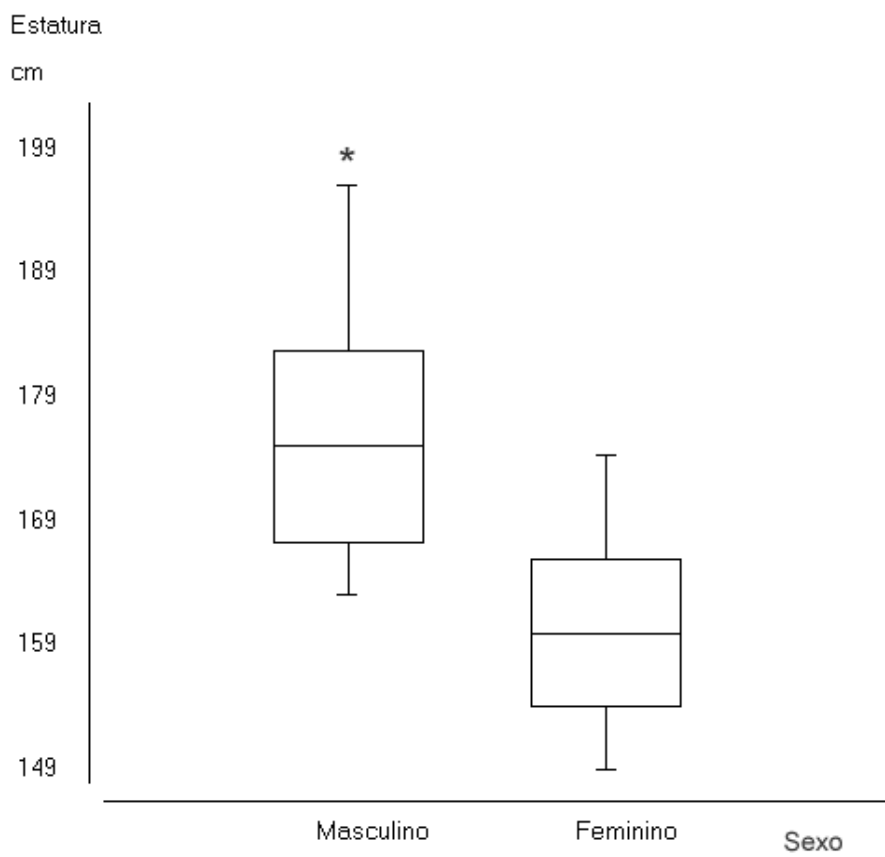


Figura 10. Box plot - Comparação entre sexos da EST. \*  $p < 0,05$ .

As descargas de testosterona na puberdade apresentam justificativa para um maior crescimento em estatura dos púberes do sexo masculino, isso, sem contar com o aumento diferenciado da massa muscular e sua conseqüente influência sobre a determinação da massa corporal. A menor estatura induzida pelo estrogênio vem acompanhada de um menor crescimento na massa muscular e um acúmulo maior de gordura corporal nas púberes do sexo feminino, justificando assim as diferenças entre os sexos em EST e MC (ROWLAND, 2008). Malina et al. (2009) justificam a diferença de estatura entre os sexos através da existência de dois anos a mais de crescimento pré-adolescente e da maior aceleração no PVC vivenciada pelos jovens do sexo masculino. Como não foi observada diferença significativa no IMC entre os sexos no presente estudo, presume-se que a maior MC encontrada nos participantes do sexo masculino seja atribuída à discrepância na EST e a maior quantidade de massa magra (50,6 kg contra 34,3 kg, em média).

### 5.1.3 Índice de massa corporal

As adolescentes exibiram IMC 10,6% superior ao dos adolescentes do sexo masculino. Sete adolescentes do sexo feminino (21,9%) e apenas dois do sexo masculino (6,9%) encontravam-se em estado de sobrepeso. Nenhum participante foi considerado obeso de acordo com os critérios de Cole et al. (2007). Embora os componentes do sexo masculino tenham se apresentado, percentualmente, mais pesados do que altos em relação às jovens do sexo feminino (13,1% em MC contra 9,4% em EST), não foi encontrada diferença significativa entre os sexos no IMC ( $p = 0,0733$ ).  
Figura 11.

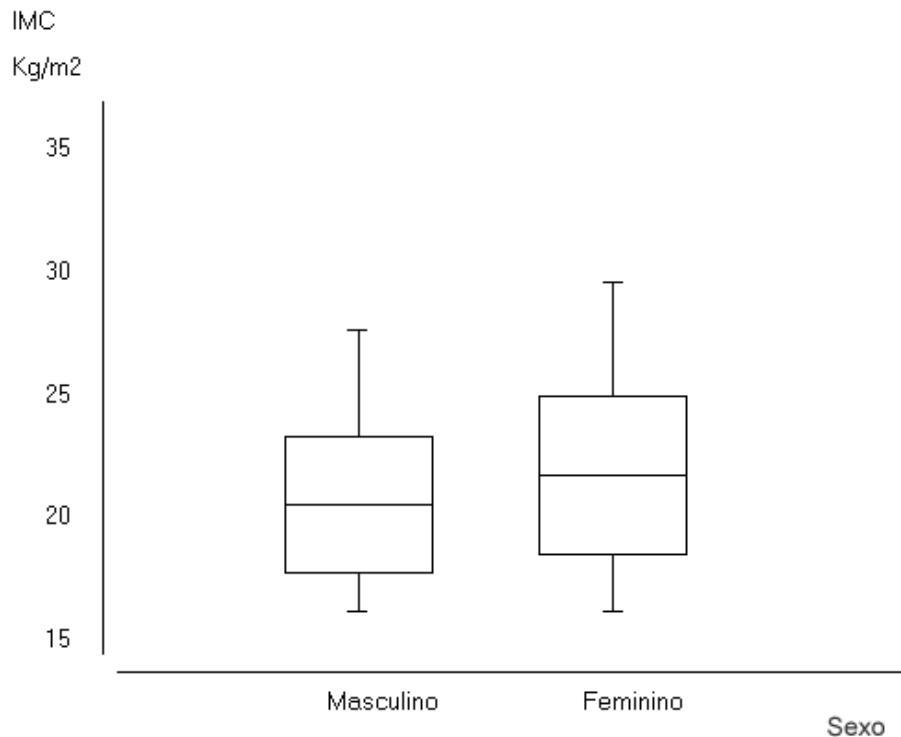


Figura 11. Box plot - Comparação entre sexos do IMC. \*  $p < 0,05$ .

A existência de diferenças, ou não, entre os sexos, nos valores do IMC tende a depender das características da amostra, pois na literatura (GALLAGHER et al., 1996; COLE et al., 2007; MESSIAH et al., 2008) existem dados divergentes sobre o comportamento dessa variável. Não parece razoável a comparação do IMC visando estabelecer diferenças no estado nutricional entre sexos, pois para IMC equivalentes, as mulheres apresentam maior quantidade de gordura corporal que os homens (GALLAGHER et al., 1996).

#### 5.1.4 Percentual de gordura e FMI

As adolescentes apresentaram, em média, 17% a mais de acúmulo de tecido adiposo que os avaliados do sexo masculino, evidenciando a diferença significativa encontrada entre os grupos ( $p < 0,0001$ ). Foi também observada diferença estatisticamente significativa no FMI ( $p < 0,0001$ ). A massa de gordura média das jovens observada nesse estudo foi de 18,9 kg, enquanto a dos jovens foi de 10,8 kg. Figuras 12 e 13.



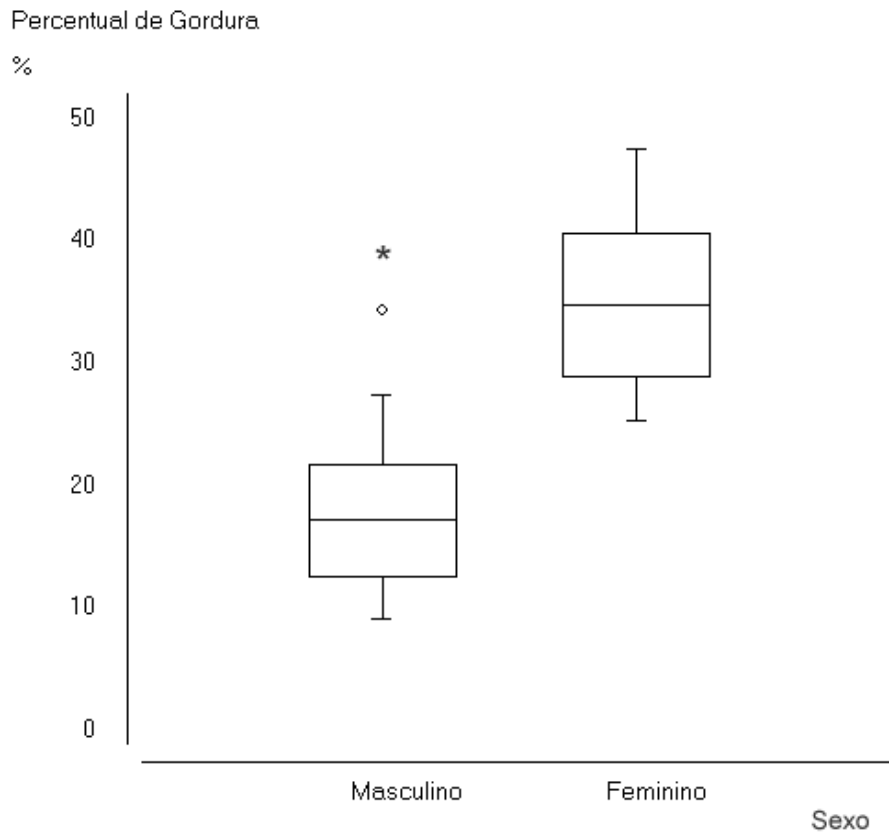


Figura 12. Box plot - Comparação entre sexos do %G. \*  $p < 0,05$ .

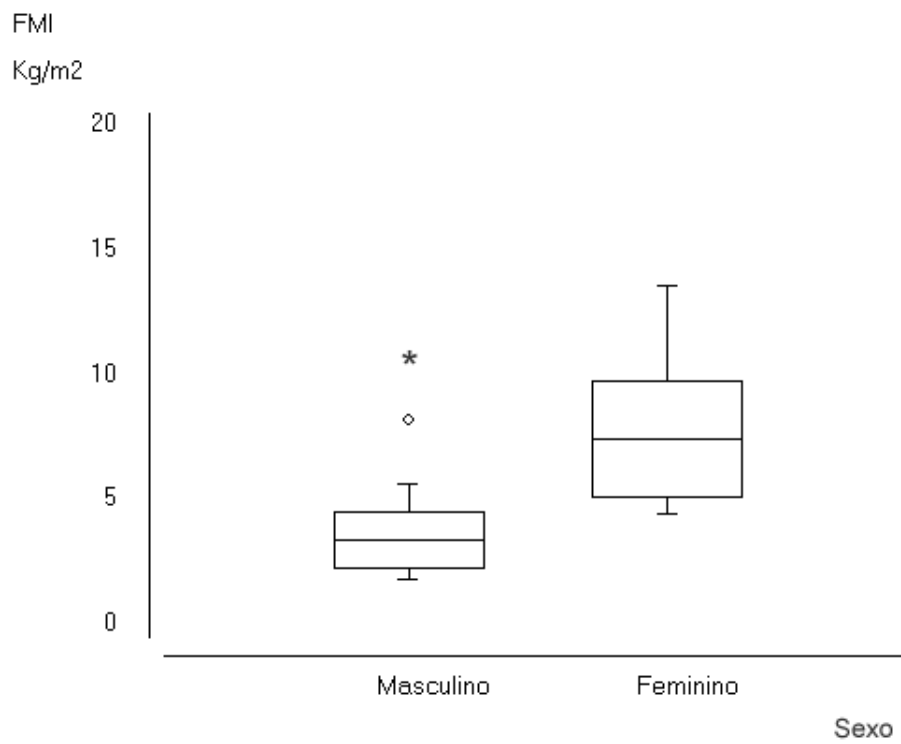


Figura 13. Box plot - Comparação entre sexos do FMI. \*  $p < 0,05$ .

As diferenças nas descargas hormonais da puberdade supracitadas fundamentam também os valores encontrados em %G e FMI. Durante a adolescência, o sexo masculino acumula quase duas vezes mais massa livre de gordura que o sexo feminino, enquanto elas desenvolvem quase duas vezes mais massa gorda em relação a eles nessa fase da vida (MALINA et al., 2009).

Existem linhas de corte de acordo com a faixa etária na infância e adolescência para os valores de IMC com dados de diversos países (COLE et al., 2007). Observa-se, por outro lado, grande dificuldade em obter na literatura uma classificação válida para o percentual de gordura. Taylor et al. (2002) obtiveram valores médios de percentual de gordura de 17,2% para adolescentes do sexo masculino e 31,4% para as adolescentes do sexo feminino, com idades entre 15 e 18 anos, enquanto Lamb et al. (2011) estimaram com o uso do DEXA em 23,8% ( $\pm 0,3\%$ ) para adolescentes do sexo masculino e 33,1% ( $\pm 0,4\%$ ) para as adolescentes do sexo feminino na faixa etária de 16 a 19 anos. O presente estudo apresentou percentuais semelhantes aos de Lamb et al. (2011) com relação ao sexo feminino e aos Taylor et al. (2002) com relação ao sexo masculino.

Kelly et al. (2009) estabeleceram os valores de referência de composição corporal avaliada pelo DEXA para a população de crianças e adolescentes participantes do NHANES. Utilizando as linhas de corte para o FMI determinadas nesse estudo (faixa da normalidade para o masculino entre 3 e 6 kg/m<sup>2</sup> e no feminino entre 5 e 9 kg/m<sup>2</sup>), apenas um adolescente do sexo masculino se encontrava com excesso de peso, uma adolescente do sexo feminino estava obesa, 19% das adolescentes do sexo feminino estavam com sobrepeso e 77% das adolescentes do sexo feminino apresentaram composição corporal normal.

#### 5.1.5 Circunferência da cintura

Apesar de ser apenas 1,7 cm a desigualdade entre as médias de CC entre componentes do sexo masculino e do sexo feminino, foi encontrada diferença significativa entre os sexos ( $p = 0,0485$ ). Figura 14.



Figura 14. Box plot - Comparação entre sexos na CC. \*  $p < 0,05$ .

A IDF, através do artigo de Zimmet et al. (2007), recomenda para jovens acima dos 16 anos de idade, a adoção da linha de corte na CC de 90 cm para o feminino e de 80 cm para o masculino e para as idades entre 10 e 16 anos o menor valor entre o percentil 90 e o padrão estabelecido para a população adulta. Nenhum adolescente do sexo masculino, e apenas três adolescentes do sexo feminino (9%) se encontram em risco de acordo com esse fator. Não existe consenso na literatura sobre o comportamento dessa variável na comparação entre os sexos, sendo, inclusive, a raça e a idade fatores de interferência (KATZMARZYK et al. 2004; LI et al., 2006; ZIMMET et al., 2007; MESSIAH et al., 2008). A diferença significativa encontrada em CC no presente estudo se evidencia, possivelmente, pelas maiores medidas antropométricas encontradas nos componentes do sexo masculino.

#### 5.1.6 Força muscular

Os resultados apresentados retratam a disparidade entre os sexos de 32% nas médias de força de prensão manual. Os jovens do sexo masculino foram significativamente mais fortes que as do sexo feminino ( $p < 0,0001$ ). Figura 15.

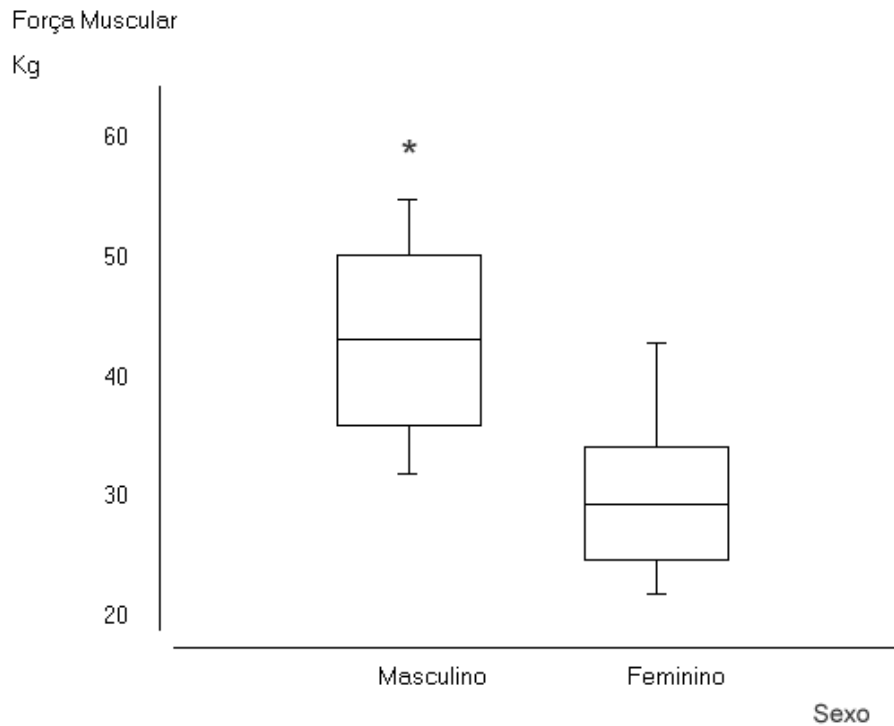


Figura 15. Box plot - Comparação entre sexos na FM. \*  $p < 0,05$ .

Matsudo et al. (2015), em estudo realizado com 233 crianças e adolescentes brasileiras (10 - 17 anos de idade), constataram que a força de prensão manual pode estimar o *fitness* físico geral dos jovens, enquanto Wind et al. (2010) demonstraram que essa variável está fortemente relacionada à força muscular global, obtendo coeficiente de associação entre 0,73 e 0,89 ( $p < 0,01$ ).

Ferreira et al. (2011) avaliaram 199 jovens brasileiros, chegando à conclusão que aqueles do sexo masculino apresentaram força de prensão manual superior àquelas do sexo feminino ( $p < 0,05$ ), sendo a diferença de 30,6% na mão dominante e 32,4% na mão não dominante. Do mesmo modo, Barbosa Filho et al. (2014) (amostra de 1555 jovens brasileiros) observaram valores maiores para os jovens do sexo masculino em relação ao do sexo feminino ( $p < 0,001$ ), sendo que a força muscular nos adolescentes do sexo masculino tende a crescer até os 16 anos e se estabilizando até a entrada na idade adulta, enquanto nas adolescentes do sexo feminino, houve evolução até os 14 anos com decréscimo depois. Os jovens na faixa etária de 17 anos desempenharam força de prensão manual em torno de 35 kg e as jovens da mesma idade conseguiram valores próximos a 23 kg. Os dados obtidos por Saint-Maurice et al. (2015) com 1086 jovens húngaros apresentaram a mesma tendência em relação ao desempenho de força durante a adolescência, embora os valores médios para faixa de 17 anos sejam nitidamente

superiores: 42,6 kg para adolescentes do sexo masculino e 26,1 kg para as adolescentes do sexo feminino.

Os resultados no teste de preensão manual auferidos no presente estudo se mostram muito semelhantes aos achados na literatura, exceção feita aos de Barbosa Filho et al. (2014), que se mostraram inferiores.

Wind et al. (2009), em estudo realizado com 384 jovens holandeses entre 8 e 20 anos, atestam a maior força muscular dos adolescentes do sexo masculino, atribuindo esse fato ao aumento das concentrações de testosterona decorrentes das descargas hormonais da puberdade, além das consequências advindas das mudanças na composição corporal dessa fase (aumento da massa muscular, de estatura e de algumas proporções corporais). Rowland (2008) defende que o desempenho de força na juventude não depende apenas do tamanho do músculo, mas também dos fatores neurológicos, tais como a velocidade da condução nervosa, taxa de disparo dos motoneurônios, recrutamento das unidades motoras etc. Neu et al. (2002), ao estudarem 366 jovens e adultos entre seis e 23 anos, verificaram que a disparidade entre sexos deve ser atribuída quase que totalmente ao tamanho da seção transversa do músculo (naturalmente maior nos rapazes), pois quando a força muscular foi ajustada pela circunferência do músculo, não foi observada diferença entre os sexos. O aumento de massa muscular decorrente da puberdade pode representar até 54% da massa corporal no sexo masculino, chegando a apenas 45% no sexo feminino (GUEDES; GUEDES, 1997).

#### 5.1.7 Consumo máximo de oxigênio

Foi encontrada diferença significativa entre os sexos no  $VO_2$  ( $p < 0,0001$ ). A média do  $VO_2$  das participantes do sexo feminino alcançou apenas 72% da média dos indivíduos do sexo masculino. Nenhuma jovem apresentou resultado superior a 47,0 ml  $O_2$ /kg/min, média do grupo masculino. Figura 16.

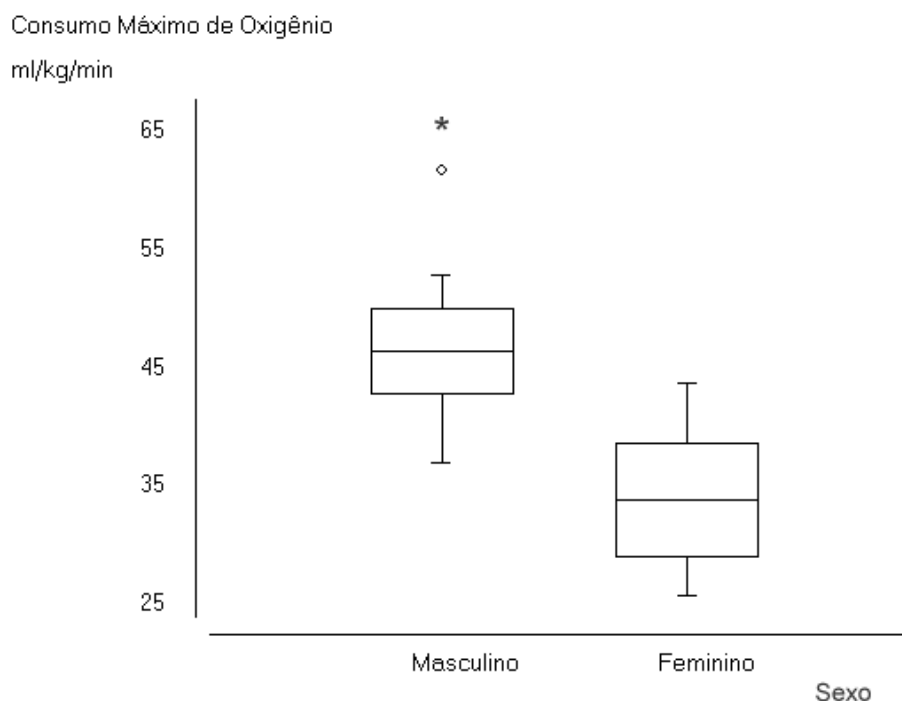


Figura 16. Box plot - Comparação entre sexos no VO<sub>2</sub>. \* p < 0,05.

Existe grande dificuldade em comparar os resultados obtidos por pesquisas em relação ao FitCR em adolescentes. A unidade de medida, o tipo de teste, o protocolo, a faixa etária e a idade maturacional são fatores complicadores ao confrontar os achados.

Bouchard et al. (1992) creditam à genética entre 25 e 40% da variância do desempenho cardiorrespiratório. Armstrong e Van Mechelen (2013) apresentam dados controversos sobre a influência da maturação no desempenho aeróbico. O presente estudo foi realizado com pós-pubescentes ( $3,2 \pm 0,7$  anos após o pico do estirão do crescimento), minimizando assim, a importância dos processos maturacionais na *performance* dos testes.

O consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub> max), por exemplo, pode ser medido em litros por minuto, mililitros por quilograma por minuto, mililitros por quilograma de massa magra por minuto etc. Além disso, diversos estudos (MESA et al., 2006; MARTINEZ-GOMEZ et al., 2012; MARTINS et al., 2010) utilizaram como parâmetro o estágio atingido no teste de 20m de Léger et al. (1988), outros usaram o tempo no teste de corrida (EISENMANN et al., 2007; CHEN et al. 2002) ou a potência produzida no cicloergômetro (KLASSON-HEGGEBØ et al., 2006; RUIZ et al., 2007). Armstrong e Van Mechelen (2013), confrontando testes em esteiras e cicloergômetros, observaram correlação de 0,90, embora exista uma maior possibilidade da fadiga periférica no uso

da bicicleta traduzida em desempenhos inferiores entre 8 e 10% no consumo de oxigênio em adolescentes.

No intuito de obter resultados mais precisos, essa tese utilizou o consumo máximo de oxigênio ( $\text{VO}_2 \text{ max}$ ) através da captação direta de  $\text{O}_2$  em teste realizado na esteira ergométrica, sendo os valores medidos em ml/kg/min. Por apresentar alto custo e ser de difícil realização com um número elevado de indivíduos, somente algumas poucas pesquisas (HOPKINS et al., 2009; RODRIGUES et al., 2006, JANZ et al., 2000) fizeram uso dos mesmos recursos com crianças e adolescentes.

O presente estudo verificou diferença significativa no consumo máximo de oxigênio entre os adolescentes dos sexos masculino e feminino, estando essa tendência e o resultado médio dos adolescentes do sexo masculino condizentes com os achados da literatura (WELK et al., 2011; EISENMANN et al., 2011; MESA et al., 2006; EKELUNG et al., 2007; BARBOSA FILHO et al., 2014). As adolescentes, por sua vez, apresentaram valores inferiores aos observados em estudos semelhantes. Ao considerarmos a linha de corte de Welk et al. (2011), percebe-se que 78% dos adolescentes do sexo masculino se mostram aerobicamente saudáveis e apenas 22% das adolescentes do sexo feminino atingiram essa faixa.

Rowland (2008) afirma que a descarga hormonal diferenciada entre adolescentes dos sexos masculino e feminino na puberdade causa diferenças na quantidade de massa magra e na proporção de massa magra em relação à massa corporal, influenciando positivamente no desempenho aeróbico dos adolescentes do sexo masculino.

O mesmo autor menciona que o tamanho do coração masculino juvenil (superior 60 g em média ao do feminino) pode proporcionar um maior valor sistólico, influenciando positivamente no consumo de oxigênio, mesmo não havendo indícios de diferenças expressivas na capacidade funcional de transporte e utilização do oxigênio. Armstrong e Van Mechelen (2013) destacam que o acúmulo de gordura corporal por parte das jovens do sexo feminino durante a adolescência é um dos fatores preponderantes de explicação nos valores inferiores do desempenho aeróbico relativos à massa corporal nas meninas. Outra justificativa para a diferença de desempenho cardiorrespiratório entre os sexos no final da adolescência encontra suporte no trabalho de Troiano et al. (2008), no qual as adolescentes se mostram menos ativas, dedicando apenas 60% do total de tempo dos adolescentes do sexo masculino às atividades moderadas ou vigorosas.

### 5.1.8 Parâmetros metabólicos e hemodinâmicos

Os jovens do sexo masculino exibiram valores mais altos em GLI ( $p = 0,0017$ ) e PAS ( $p = 0,016$ ) em relação as jovens do sexo feminino. O valor de CT entre os sexos foi quase idêntico, os resultados de PAD foram superiores nas participantes do sexo feminino e limítrofes em termo de significância ( $p = 0,053$ ), e os componentes do sexo masculino apresentaram piores valores de HDL-c e TG, mas a diferença entre os sexos não foi significativa ( $p > 0,05$ ). Figuras 17, 18, 19, 20, 21 e 22.

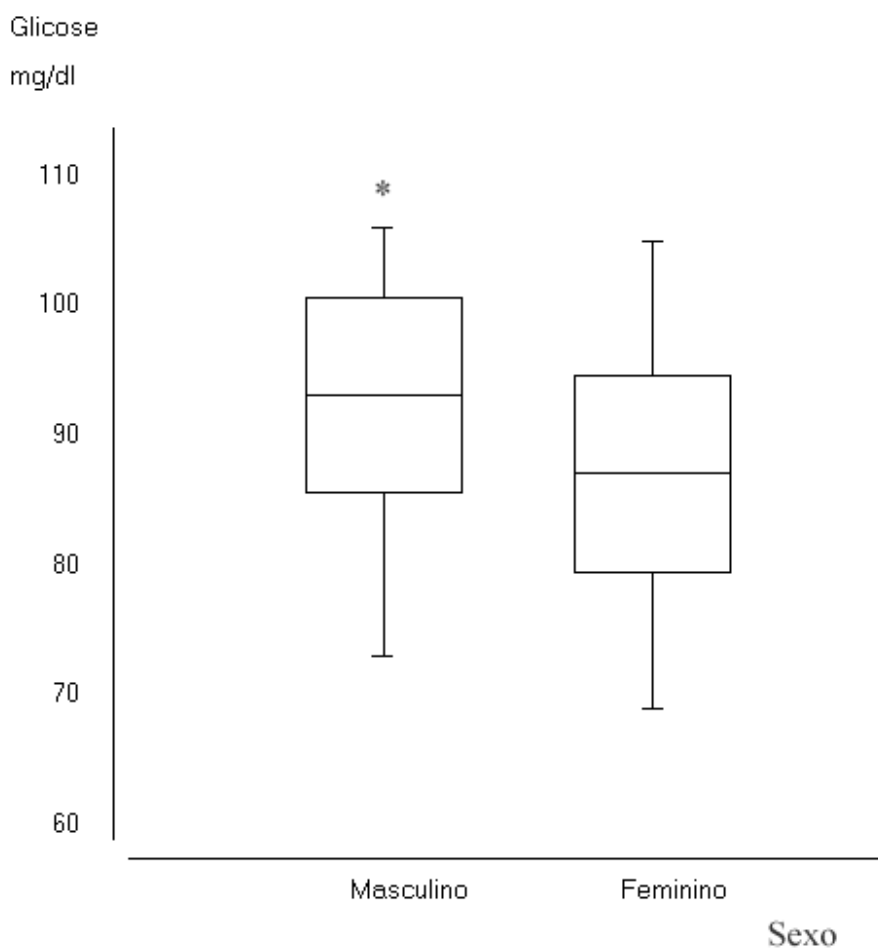


Figura 17. Box plot - Comparação entre sexos da GLI. \*  $p < 0,05$ .



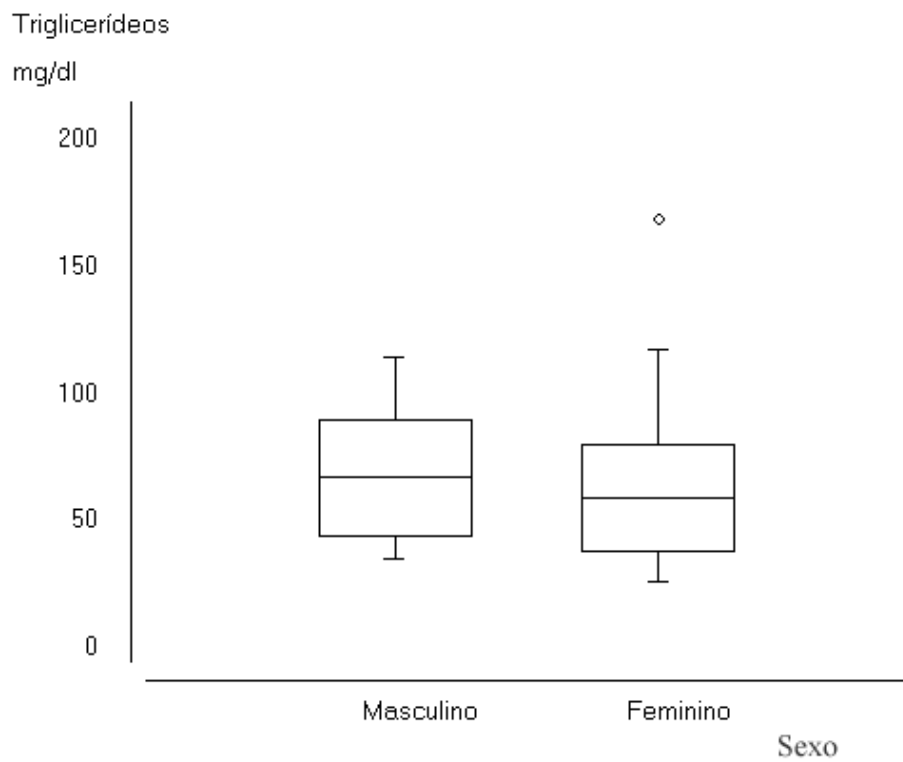


Figura 18. Box plot - Comparação entre sexos do TG. \*  $p < 0,05$ .

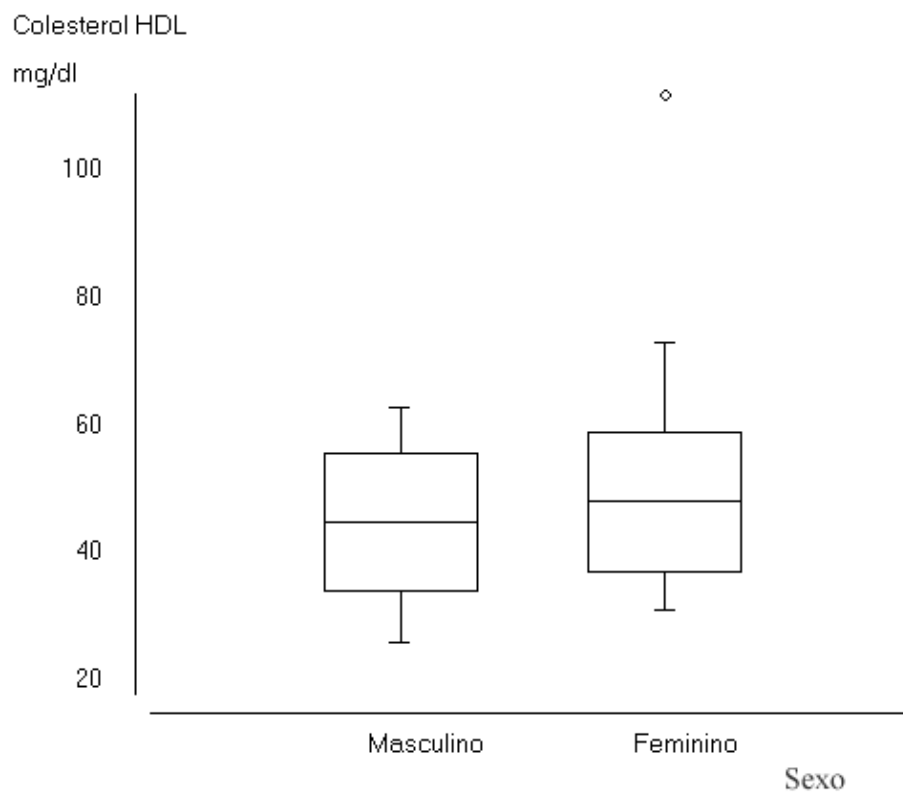


Figura 19. Box plot - Comparação entre sexos do HDL-c. \*  $p < 0,05$ .

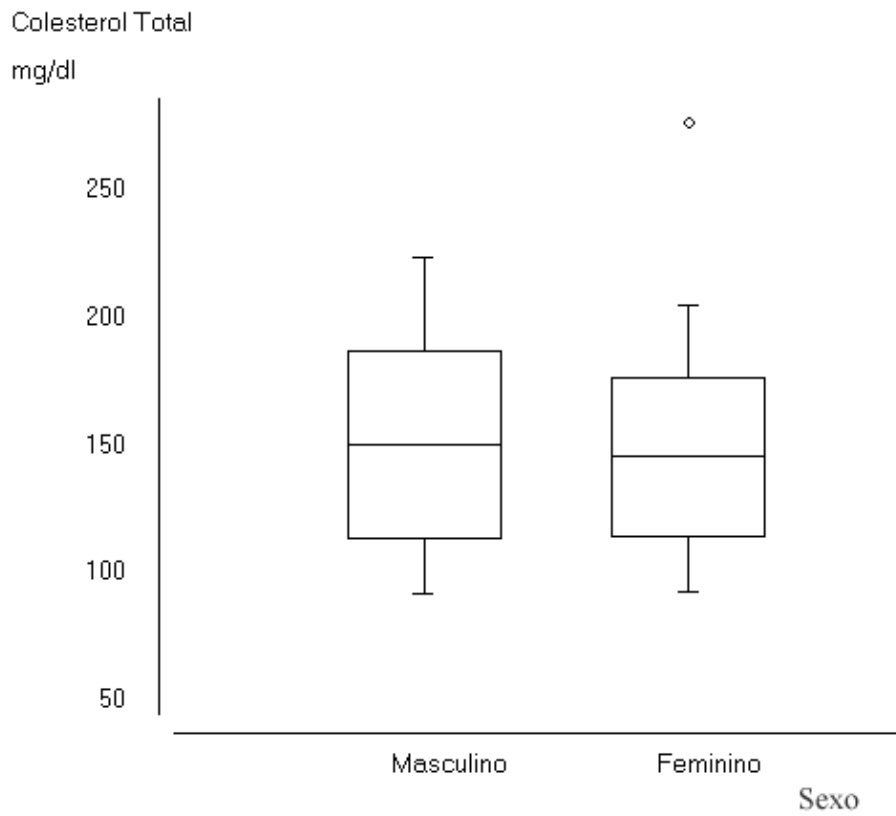


Figura 20. Box plot - Comparação entre sexos do CT. \*  $p < 0,05$ .

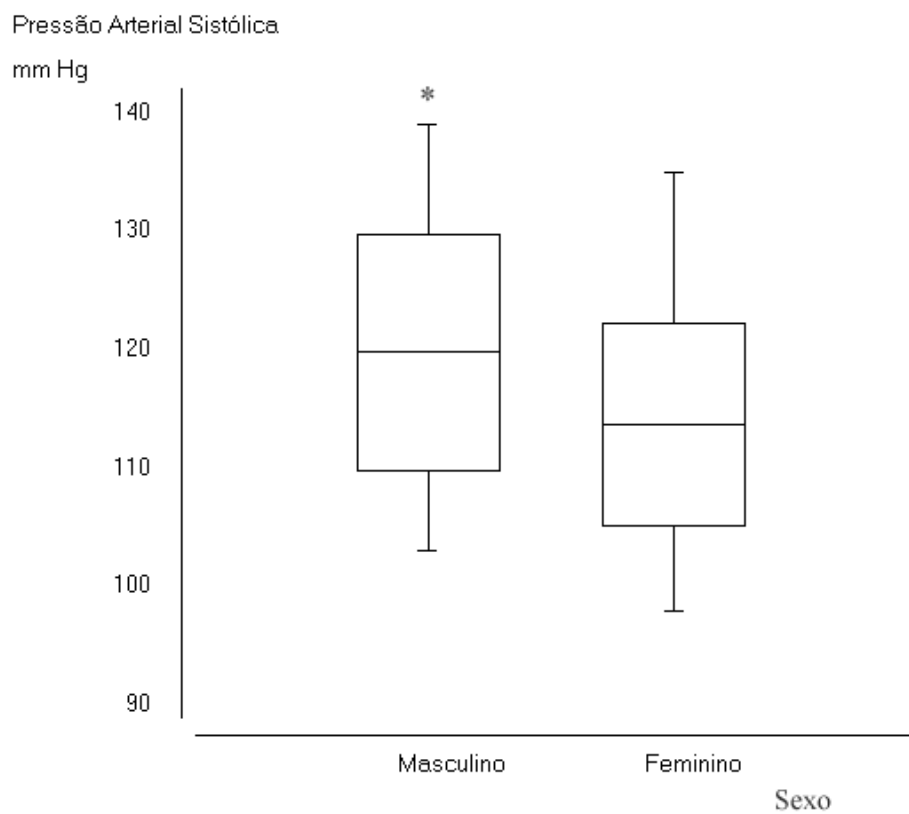


Figura 21. Box plot - Comparação entre sexos do PAS. \*  $p < 0,05$ .

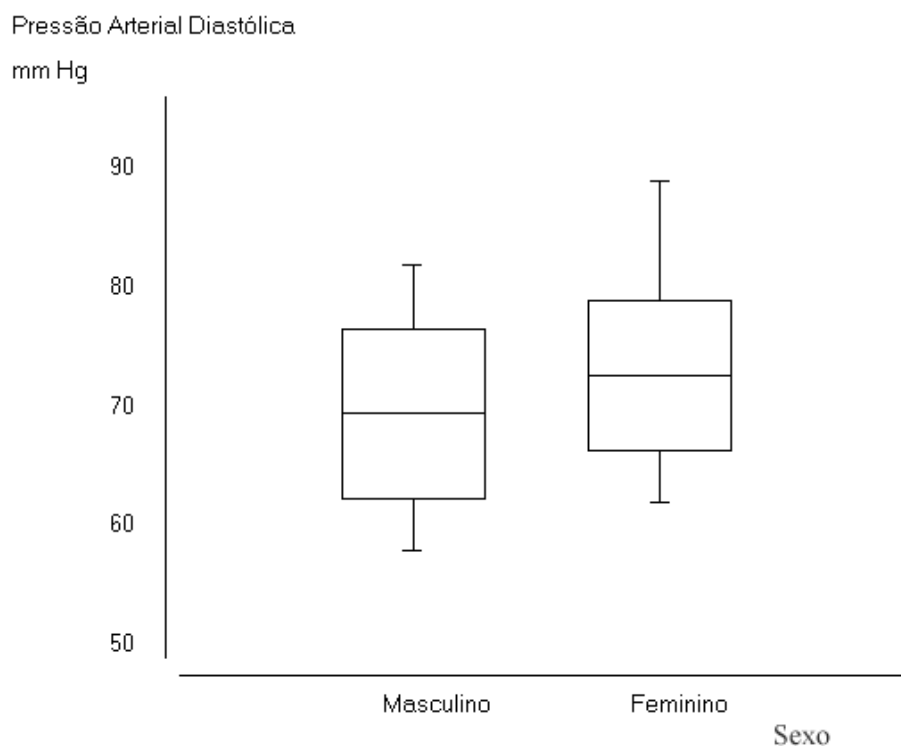


Figura 22. Box plot - Comparação entre sexos do PAD. \*  $p < 0,05$ .

Levando em consideração os critérios da The International Diabetes Federation (IDF), 52% das adolescentes do sexo feminino e 21% dos adolescentes do sexo masculino apresentaram valores de HDL-c inadequados. Uma adolescente do sexo feminino e 18% dos adolescentes do sexo masculino possuem níveis elevados de glicose. Apenas uma jovem excedeu o limite nos triglicérides. Também uma delas e 16% deles estão acima da faixa adequada da pressão sistólica.

A prática da atividade física, de moderada à intensa, e do exercício físico na juventude apresentam relação com níveis menores de triacilgliceróis (precursores do glicerol e dos ácidos graxos) e maiores de HDL-c, contribuindo para a oxidação do LDL-c, e para a prevenção do aparecimento das placas ateroscleróticas, sem contar com o efeito no controle da massa corporal e na influência positiva de um estilo de vida fisicamente ativo na idade adulta (DOS SANTOS et al., 2008).

De acordo com National Heart, Lung, and Blood Institute (2012), 9% dos participantes estão na faixa de risco nos níveis de colesterol total, enquanto 19% são considerados limítrofes. Nenhum componente da amostra está em estado de SM pelos critérios da IDF, 62,7% apresentaram pelo menos um parâmetro fora da normalidade e 8,4% possuem dois parâmetros anormais. Esses dados se mostraram similares aos de

Ferranti et al. (2004) em relação a ter um parâmetro anormal (63,4%), embora esses autores tenham reportado 9,2% de indivíduos em SM em seu estudo.

Rodrigues et al. (2009), em sua pesquisa envolvendo 380 adolescentes de Vitória (ES), relataram que 1,3% apresentavam estado de SM. Ford et al. (2008), em estudo realizado com 2014 jovens americanos entre 12 e 17 anos, calcularam em 4,5% a ocorrência de SM, sendo a prevalência superior nos adolescentes do sexo masculino.

Embora não estejam claras as causas das diferenças entre os sexos em termos do comportamento da pressão arterial na adolescência, sabe-se que a PAS de jovens do sexo masculino é em torno 4 mm Hg (nessa tese a diferença foi 6,1 mm Hg) superior a das jovens do sexo feminino. Presume-se que a testosterona exerça importante impacto sobre o Sistema Nervoso Central e na secreção de Angiotensina 2, ocasionando a reabsorção de sódio e água pelos rins, aumentando assim a viscosidade do sangue e tornando os adolescentes do sexo masculino mais suscetíveis à hipertensão (MARANON; RECKELHOFF, 2013). Outro fator a ser considerado, é o sobrepeso juvenil (DASGUPTA et al., 2006; RECKELHOFF, 2001). Nessa tese, os adolescentes do sexo masculino, mesmo apresentando uma melhor composição corporal, ainda assim totalizaram maiores valores de PAS que as adolescentes.

Como a hipertensão arterial é um dos cinco fatores de risco mais importantes para o aparecimento das DCV, aponta-se o controle do peso, a prática de exercício físico com regularidade, a alimentação frugal e com baixa ingestão de sódio, não fumar e não beber como as principais condutas para prevenir essa disfunção, tanto em adultos, quanto em adolescentes. (LUMA; SPIOTTA, 2006; MOREIRA et al., 2013).

As adolescentes tendem a apresentar menor sensibilidade à insulina, compensando assim, o efeito através de uma maior excreção. Desse modo, em sujeitos que apresentam composição corporal semelhante, existe uma tendência de igualdade nos escores de glicose entre os sexos nas diversas fases da adolescência (HOFFMAN et al., 2000). Mesmo as adolescentes apresentando um maior %G, os adolescentes do sexo masculino acumularam, significativamente, maior GLI, não havendo justificativa para esse fato na literatura.

## 5.2 Correlações entre as variáveis do estudo

O presente estudo obteve 42 correlações estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre as 15 variáveis avaliadas. As variáveis que apresentaram maior quantidade de correlações foram IMC e %G com oito ocorrências. O HDL-c somente apresentou

duas correlações. Foram constatadas apenas três correlações entre as variáveis do FFRS (VO<sub>2</sub>, FM e %G) e os parâmetros metabólicos / pressão arterial. Figura 23.

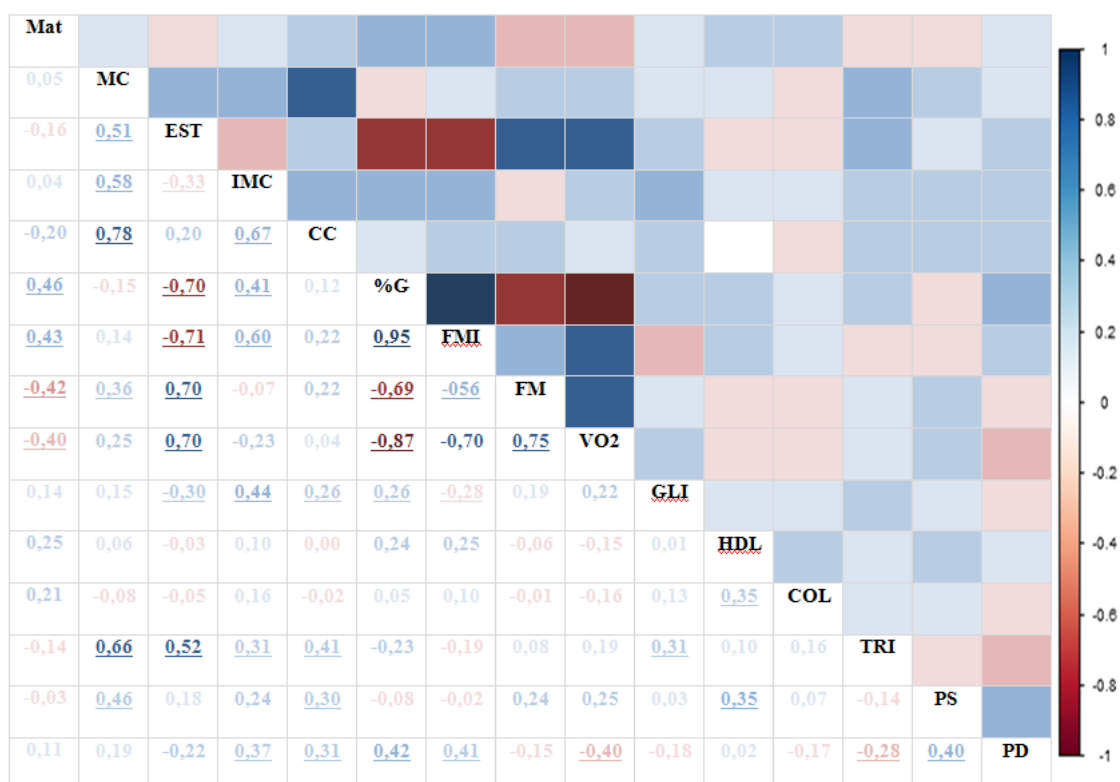


Figura 23. Correlações entre as variáveis do estudo.

Ortega et al. (2008) citam o FitCR e *fitness* muscular como fatores dependentes de atividades físicas de alta intensidade. Como existe uma tendência de diminuição do tempo gasto em atividades de moderada intensidade e vigorosas com o passar do tempo na adolescência (TROIANO et al., 2008), parece coerente a relação moderada e negativa entre Mat e FM e entre Mat e VO<sub>2</sub>. Como nessa amostra as adolescentes se encontram num estágio maturacional mais evoluído que os adolescentes do sexo masculino e apresentam, naturalmente, maior gordura corporal, essa combinação, presumivelmente, ocasionou a relação moderada de Mat com o %G e o FMI. Ruiz et al. (2006) afirmam que os estágios da idade biológica influenciam as concentrações dos parâmetros metabólicos sanguíneos. Como todos os componentes do estudo encontram-se na pós-adolescência, a falta de associação da Mat com todos dos parâmetros metabólicos se justifica.

Foram encontradas fortes correlações entre os três componentes do FFRS abordados nesse estudo (VO<sub>2</sub>, FM e %G). A forte associação inversa entre o FitCR e a

gordura corporal é um consenso na literatura (RUIZ et al., 2006; ORTEGA et al., 2007; EISENMANN et al., 2005). Apenas um adolescente do sexo masculino apresentou sobrepeso. Mas ao compararmos o FitCR das adolescentes do sexo feminino normoponderais com o daquelas com sobrepeso de acordo com os valores de referência de FMI descritos por Kelly et al. (2009), foram encontradas diferenças significativas ( $p = 0,008$ ).

Kwon et al. (2010) e Dos Santos et al. (2012), em estudos de revisão sobre associação FitCR e os fatores de risco cardiovascular, demonstraram alguma controvérsia sobre os resultados obtidos nas pesquisas, embora a maioria aponte correlações significativas. Existe também uma grande diversidade sobre o parâmetro que está relacionado com FitCR. Além disso, a relação parcial do FitCR com os parâmetros metabólicos, controlada pelo %G, necessita ser melhor esclarecida, pois existe dúvida se a influência negativa sobre os fatores de risco é decorrente da má capacidade aeróbica ou do estado de sobrepeso, condição normalmente encontrada nas pessoas com baixo FitCR. Charlton et al. (2014), por sua vez, revelam uma categoria chamada de "risco invisível", no qual se incluem jovens sedentários, não obesos e com baixo rendimento acadêmico. Essa tese não quantificou o rendimento escolar dos alunos, mas, ao considerar apenas os normoponderais, e comparar os parâmetros metabólicos dos adolescentes com capacidade aeróbica saudável com os não saudáveis (segundo WELK et al., 2011), não foram observadas diferenças significativas entre os grupos ( $p > 0,05$ ).

Eisenmann et al. (2007) levantam ainda um outro ponto de interesse, que é a diminuição do risco nos obesos bem condicionados aerobicamente. No presente estudo, apenas um adolescente do sexo masculino se encontrava com excesso de peso e 77% das adolescentes do sexo feminino apresentaram composição corporal normal, impossibilitando a exploração do tema acima citado.

Moliner-Urdiales et al. (2011) não encontraram associação entre a força medida por *hand grip* e o percentual de gordura, Héroux et al. (2013), por sua vez, com um público mais jovem de um estudo multicêntrico, também não obtiveram valores conclusivos, enquanto Serrano et al. (2009) notaram valores significativos, mas inferiores ao observado nessa tese. Ruiz et al. (2009) constataram que a evolução nos níveis de força na juventude está negativamente associada ao acúmulo de gordura corporal. No que diz respeito à relação FM e FitCR, García-Artero et al. (2007) verificaram relações inferiores ao observado nessa tese.

O IMC apresentou associações com GLI, TG e PAD. May et al. (2012), ao considerar o estado nutricional de 3383 adolescentes entre 12 e 19 anos pertencentes ao 1999 até 2008 NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey), constataram que 37% dos jovens normoponderais apresentam pelo menos um dos fatores de risco, subindo para 49% nos com sobrepeso e atingindo 61% nos obesos. Parece clara a influência do estado nutricional na ocorrência de SM. Ao considerar a linha de corte do IMC de Cole et al. (2007), essa tese não encontrou nenhum obeso na sua amostra e 15% na faixa de sobrepeso, podendo estar nesse resultado a explicação da ausência de indivíduos com SM.

Lawlor et al. (2010) relataram, ao avaliar 5235 jovens, que o IMC é melhor preditor do risco cardiovascular do que a CC e %G no processo de desenvolvimento desde a infância até a adolescência. Raitakari et al. (2003), na mesma direção, realizaram um estudo epidemiológico com 2229 indivíduos, examinados quando jovens e reexaminados 21 anos depois. O IMC foi considerado diretamente relacionados ( $p < 0,001$ , tanto para homens quanto para mulheres) com os resultados de espessamento médio-intimal (EMI) da artéria carótida (exame diagnóstico de aterosclerose). O estudo de Tirosh et al. (2011) confirma as pesquisas anteriores e acrescenta correlações com o diabetes na adolescência, que não necessariamente se propaga para a idade adulta, pela maior possibilidade de reversão do quadro através da mudança dos hábitos de vida.

Essa tese registrou associações coerentes da CC com a GLI, TG, PAS e PAD. Como a CC é um dos indicadores de SM segundo a IDF (ZIMMET et al., 2007), e está relacionada à gordura visceral em adultos (POULIOT et al., 1994), existem evidências, confirmadas por Katzmarzyk et al. (2004), Messiah et al. (2008), Suriano et al. (2010) e Guan-Sheng et al. (2010), que a CC está associada aos fatores de risco cardiovasculares em crianças e adolescentes. A possibilidade de crianças que aumentaram sua CC até a adolescência apresentarem algum fator risco de DCV é quatro vezes maior ( $p < 0,001$ ) que aquelas que diminuíram sua CC (GARNETT et al., 2007). Uma disfunção na capacidade de armazenamento de energia química no tecido subcutâneo parece ser responsável pelo excesso no depósito de tecido adiposo intra-abdominal representado pelo aumento da CC e pelo acúmulo de gordura ectópica no fígado (associada à dislipidemia) e nos músculos (associada à resistência à insulina) (KLEIN et al., 2007).

O %G, IMC e CC apresentaram associações com os fatores de risco cardiovasculares semelhantes na meia-idade com as encontradas na juventude, levando

a crer que a influência deletéria na composição corporal tenha se iniciado, ou na infância, ou na adolescência (LAWLOR et al., 2010).

Em relação aos parâmetros metabólicos e hemodinâmicos avaliados, somente foi encontrada associação negativa do  $VO_2$  com a PAD ( $r = -0,40$ ). O indivíduo com boa capacidade aeróbica apresenta maior densidade capilar nos tecidos, proporcionando adaptações musculares no que tange à vasodilatação periférica, que proporciona a diminuição da pressão diastólica (MONTEIRO; SOBRAL FILHO, 2004). Dwyer e Gibbons (1994) também não acharam associações entre FitCR e as lipoproteínas, obtendo, porém, uma relação com a PAS, justificada pela maior capacidade de distensão arterial decorrente do condicionamento aeróbico. Silva et al. (2012) também observaram uma associação negativa do FitCR com a PAD. Além disso, os mesmos autores constataram uma relação negativa com um escore composto das variáveis de risco metabólico em adolescentes do sexo feminino.

### 5.3 Comportamento das variáveis em relação à distribuição da gordura corporal

Daniels et al. (1999) demonstraram que a distribuição de gordura andróide nas crianças e adolescentes está mais associada aos fatores de risco de doenças coronarianas, que o percentual de gordura em si. O presente estudo, em contradição, não encontrou correlações entre a razão (% de gordura andróide/%G) e os parâmetros metabólicos ( $p < 0,05$ ). Quando a amostra foi dividida em dois grupos em função da razão (linha de corte no valor 1), foram encontradas diferenças significativas em FM,  $VO_2$ , PAS e PAD ( $p < 0,05$ ) e um valor incoerente em TG. Tabela 3.

Tabela 3. Diferenças entre as variáveis em função da razão da gordura andróide

	Razão <1 (N = 48)	Razão >1 (N = 11)	p
FM (Kg)	36,5 (8,8)	32,4 (9,4)	0,034*
$VO_2$ (ml/kg/min)	41,2 (7,8)	31,6 (5,8)	<0,001*
GLI (mg/dl)	90,3 (8,3)	87,7 (5,5)	0,11
HDL (mg/dl)	47,1 (14,7)	50,8 (14,0)	0,21
CT (mg/dl)	150,3 (39,0)	147,0 (34,2)	0,40
TG (mg/dl)	64,3 (23,1)	51,4 (17,6)	0,04*
PAS (mm Hg)	115,3 (9,0)	120,9 (11,4)	0,04*
PAD (mm Hg)	69,9 (6,5)	77,0 (5,7)	0,002*

Resultados expressos em média (desvio padrão). \* Diferenças significativas  $p < 0,05$ . P valor determinado pelo teste Mann–Whitney *U*



É sabido que o excesso de gordura central está relacionado com a resistência à insulina. Essa condição parece influenciar absorção de sódio e água pelos rins, aumentando a viscosidade do sangue. Além disso, existem indícios que a resistência à insulina impacta negativamente a atividade nervosa simpática, causando vasoconstrição e aumentando a pressão arterial (DANIELS et al., 1999).

#### 5.4 Comportamento dos componentes do FFRS em relação aos níveis de HDL-c

Em contradição com os achados dessa tese, o HDL-c foi o fator de risco mais citado nos achados da literatura (MACHADO-RODRIGUES et al., 2014; EKELUNG et al., 2007; MESA et al., 2006).

Ao utilizarmos a classificação do HDL-c da IDF para dividirmos a amostra em dois grupos (valores normais e em risco), observou-se diferenças significativas entre os grupos em FM ( $p = 0,002$ ) e  $VO_2$  ( $p = 0,02$ ). Tabela 4.

Tabela 4. Diferenças entre %G, FM e  $VO_2$  em função da linha de corte do HDL-c

	Normal (N = 31)	Em risco (N = 22)	p
%G (%)	25,6 (9,5)	29,5 (11,1)	0,10
FM (Kg)	38,9 (9,1)	32,3 (7,4)	0,002*
$VO_2$ (ml/kg/min)	41,4 (7,9)	36,7 (8,0)	0,02*

Resultados expressos em média (desvio padrão). \* Diferenças significativas  $p < 0,05$ . P valor determinado pelo teste Mann–Whitney *U*

Assim sendo, Armstrong e Van Mechelen (2013) ponderam que a influência positiva do FitCR decorre, provavelmente, das adaptações promovidas pela capacidade cardiorrespiratória sobre a atividade das enzimas; lípase lipoprotéica, e lecitina-colesterol aciltransferase, moduladoras da síntese de HDL-c.

#### 5.5 Comportamento dos componentes do FFRS em relação à existência de parâmetros metabólicos alterados

Quando classificamos a amostra de acordo com a existência de um ou mais parâmetros metabólicos alterados, constatou-se que embora o grupo perfil metabólico normal tenha apresentado resultados superiores, não houve diferença significativa entre os grupos em %G, FM e  $VO_2$ . Tabela 5.

Tabela 5. Diferenças entre %G, FM e VO<sub>2</sub> em função da existência de um ou mais parâmetros metabólicos anormais

	Normal (N = 24)	Em risco (N = 37)	p
%G (%)	25,6 (10,0)	27,4 (10,5)	0,31
FM (Kg)	37,8 (9,8)	34,9 (8,5)	0,08
VO <sub>2</sub> (ml/kg/min)	41,3 (8,2)	39,0 (8,0)	0,17

Resultados expressos em média (desvio padrão). \* Diferenças significativas  $p < 0,05$ . P valor determinado pelo teste Mann–Whitney *U*

Não houve diferença significativa quando a amostra foi estratificada por sexo ( $p > 0,05$ ).

### 5.6 Limitações do Estudo

O desenho transversal do estudo limita a possibilidade de supor o efeito causal das variáveis de fitness sobre os parâmetros metabólicos, isso sem contar com a possível influência da hereditariedade e de alguns fatores ambientais .

A carência de tempo reduziu a possibilidade de um aumento no quantitativo do número de participantes.

Embora todos os alunos da escola tenham sido incentivados a participar, a amostra foi selecionada através de um sorteio envolvendo apenas os adolescentes interessados em integrar o estudo. Desse modo, observou-se que, mesmo tendo sido aleatório no grupo dos interessados, esse método influenciou na variabilidade das características físicas dos participantes.

## 6. CONCLUSÕES

Em função dos objetivos estabelecidos, do referencial teórico, das discussões desenvolvidas e das limitações do estudo, os resultados obtidos possibilitam as conclusões que se seguem.

Essa tese ampliou o espectro de influencia do *fitness* físico sobre os parâmetros metabólicos ao utilizar três componentes do FFRS: o FitCR, a força muscular e a composição corporal.

Os adolescentes do sexo masculino foram significativamente mais pesados, altos, fortes, resistentes e com melhor composição corporal que as adolescentes.

Todos os participantes eram pós-púberes. As adolescentes, mesmo não havendo diferença significativa na idade cronológica, se encontravam num estagio maturacional mais desenvolvido que os adolescentes, considerando que apesar de pertencerem à mesma faixa etária, o sexo feminino amadurece mais precocemente.

Ao considerarmos a linha de corte de Welk et al. (2011), os adolescentes do sexo masculino se mostraram mais bem condicionados aerobicamente, estando, portanto, mais protegidos em relação aos fatores de risco de DCV.

Não houve diferenças entre os sexos no IMC e as adolescentes apresentaram maior CC.

As adolescentes, mesmo com um perfil de composição corporal mais desvantajoso, apresentaram PAS e GLI inferior ao dos adolescentes do sexo masculino.

De acordo com os critérios da IDF, nenhum integrante da amostra está em estado de SM, 62,7% apresentaram pelo menos um parâmetro fora da normalidade e 8,4% possuem dois parâmetros anormais.

Foram encontradas 42 correlações estatisticamente significativas das 105 possíveis entre as 15 variáveis do estudo.

O IMC apresentou correlação fraca/moderada com GLI, TG e PAD. Pelos critérios do IMC, nenhum participante desse estudo se encontrava obeso, 15% estavam na faixa de sobrepeso (dois adolescentes do sexo masculino e sete adolescentes do sexo feminino).

A CC foi a variável que apresentou mais associações com os parâmetros metabólicos (GLI, TG, PAS e PAD). De forma controversa, ao compararmos o grupo

com excesso de gordura andróide com o grupo normal, foram encontradas diferenças significativas apenas na PAS ( $p = 0,04$ ) e na PAD ( $p = 0,002$ ).

Foram encontradas correlações fortes (0,69-0,87) entre os três componentes do FFRS, sendo positiva a associação entre o  $VO_2$  e a FM e negativa entre o %G e a FM e entre o %G e o  $VO_2$ . Quando comparado o  $VO_2$  das adolescentes do sexo feminino normoponderais com o das adolescentes do sexo feminino com sobrepeso, o  $VO_2$  das normoponderais foi superior ( $p = 0,008$ ).

Quando foram comparados os indivíduos normolipídicos com os dislipídicos em termos do HDL-c em função da classificação da IDF, os indivíduos normolipídicos apresentaram maior FM ( $p = 0,002$ ) e melhor  $VO_2$  ( $p = 0,02$ ).

Ao tentar diagnosticar o chamado "risco invisível", foram retirados da análise os indivíduos com sobrepeso e comparados os parâmetros metabólicos daqueles com capacidade aeróbica saudável com os não saudáveis (segundo Welk et al., 2011). A tese do "risco invisível" nesse estudo não foi comprovada, pois não foram encontradas diferenças significativas em nenhum dos parâmetros metabólicos considerados ( $p < 0,05$ ).

Não houve possibilidade de testar o fator protetor do FitCR em obesos, pois nenhum participante dessa pesquisa apresentou obesidade.

A FM não se mostrou associada a nenhum parâmetro metabólico ( $p < 0,05$ ). O %G obteve fraca relação com GLI e PAD, enquanto o  $VO_2$  apresentou correlação negativa com a PAD.

Em dados discrepantes em relação à literatura, 52% das adolescentes do sexo feminino e 21% dos adolescentes do sexo masculino, apresentaram valores de HDL-c inadequados. Ao classificarmos a amostra em função do HDL\_c (de acordo com a IDF), observou-se valores superiores na FM ( $p = 0,002$ ) e no  $VO_2$  ( $p = 0,02$ ) no grupo com HDL-c normal em relação ao grupo em risco.

Quando consideramos a existência de um ou mais parâmetros metabólicos anormais, não foram observadas diferenças ( $p < 0,05$ ) entre o grupo normal e o grupo em risco nas variáveis %G, FM e  $VO_2$ .

Os achados desse estudo e a vasta pesquisa bibliográfica apresentada mostram claramente que o estado de *fitness* físico influencia de forma muito diversificada a saúde do adolescente.

Parece evidente a existência de um fator de proteção chamado "juventude", que sob certas condições de estilo de vida e hereditariedade, mesmo na presença do

sedentarismo, excesso de peso e do baixo estado de fitness físico acaba prevenindo o aparecimento dos fatores de risco das DCV.

Por outro lado, uma conduta sedentária na infância e na adolescência parece ser difícil de ser modificada na idade adulta, além de não se saber ao certo por quanto tempo essa "proteção" irá se estender se não houver uma mudança nos hábitos de vida do indivíduo.

Os dados do World Health Organization (WHO) indicam que 68% das causas de mortes no mundo provêm dos agravos não-contagiosos e que três a cada dez mortes são ocasionadas por doenças do coração (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2014). Desse modo, uma mudança de conduta no papel dos governos, das comunidades organizadas, da escola e da família, transformando o foco da medicina curativa em ações de prevenção e de incentivo às práticas saudáveis parece iminente.

## 6.1 Recomendações

No âmbito da Educação Física escolar, muitas providências se apresentam prementes na busca da modificação do contexto citado no parágrafo anterior, entre elas destacam-se:

- Reestruturação dos ambientes dedicados à Educação Física nas escolas com investimento em espaços e materiais necessários para uma prática voltada para a saúde dos alunos.
- Mudança nos currículos com aumento do número de aulas semanais e com a introdução de conteúdos mais diversificados e sedutores, onde sejam explorados os esportes, os jogos, as ginásticas e as danças de forma lúdica e variada.
- Capacitação dos professores em termos de procedimentos didáticos-pedagógicos com ênfase na adesão do aluno às aulas e na intensidade das práticas.
- Discussão sobre o real valor das aulas mistas, pois os resultados das pesquisas sobre o *fitness* físico feminino apontam para uma conduta diferenciada para essa população.
- Necessidade de avaliações periódicas padronizadas e mandatórias do *fitness* físico de crianças e adolescentes nos programas de Educação Física, que servissem como base para as condutas do professor e como parâmetro de orientação aos alunos sobre o risco às DCV.

Essas sugestões, entre muitas outras que poderiam surgir de um amplo fórum de debates sobre tema, serviriam para construir a contribuição da Educação Física na busca da uma sociedade mais ativa e saudável.

Futuros estudos tanto transversais quanto longitudinais envolvendo um número maior de crianças e adolescentes com o mesmo rigor nos instrumentos de medida são necessários para compreendermos qual o real fator protetor do *fitness* físico, e como esse estado influencia a saúde dos indivíduos na idade adulta.

## REFERÊNCIAS

ADEGBOYE, A.R.; ANDERSSON, S.A.; FROBERG, K.; SARDINHA, L.B.; HEITMANN, B.L.; STEENE-JOHANNESSEN, J.; KOLLE, E.; ANDERSEN, L.B. Recommended aerobic fitness level for metabolic health in children and adolescents: a study of diagnostic accuracy. **British Journal of Sports Medicine**, vol. 45, p. 722-728, 2010.

AGUIAR, A.A. Aterosclerose na adolescência. **Adolescência e saúde**, vol. 6, n. 1, p. 44-47, 2009.

ALONSO-FERNÁNDEZ, D.; GUTIÉRREZ-SÁNCHEZ, A., PINO-JUSTE, M. Health-related physical condition variables in university students. **Journal of Human Sport and Exercise**, North America, vol. 7, n. 1, p. 331-340, 2012.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

ANDERSEN L.; HASSELSTRØM H.; GRONFELDT V.; HANSEN S.; FROBERG K. The relationship between physical fitness and clustered risk, and tracking of clustered risk from adolescence to young adulthood: eight years follow-up in the Danish Youth and Sport Study. **Int J Behav Nutr Phys Act**, v. 1, n. 1, p.6, 2004.

ARMSTRONG, N., J. R. WELSMAN, AND B. J. KIRBY. Longitudinal changes in 11-13-year-olds\_ physical activity. **Acta Paediatr.**, v. 89, n. 7, p.75-78, 2000.

ARMSTRONG, N. e van MECHELEN, W. Paediatric exercise science and medicine, UK: Oxford, 2013.

ARTERO, E.G.; RUIZ, J.R.; ORTEGA, F.B.; ESPAÑA-ROMERO, V.; VICENTE-RODRÍGUEZ, G.; MOLNAR, D.; GOTTRAND, F.; GONZÁLEZ-GROSS, M.; BREIDENASSEL, C.; MORENO, L.A.; GUTIÉRREZ, A. Muscular and cardiorespiratory fitness are independently associated with metabolic risk in adolescents: the HELENA study. **Pediatric diabetes**, vol. 12, n. 8, p. 704-712, 2011.

ARTERO, E.G.; ESPAÑA-ROMERO, V.; JIMÉNEZ-PAVÓN, D.; MARTINEZ-GÓMEZ, D.; WARNBERG, J.; GÓMEZ-MARTÍNEZ, S.; GONZÁLEZ-GROSS, M.; VANHELST, J.; KAFATOS, A.; MOLNAR, D.; DE HENAUW, S. Muscular fitness, fatness and inflammatory biomarkers in adolescents. **Pediatric obesity**, vol. 9, n. 5, p. 391-400, 2014.

BAO W.; SRINIVASAN SR.; BERENSON GS. Persistent elevation of plasma insulin levels is associated with increased cardiovascular risk in children and young adults. **Circulation**, vol. 93, n. p. 54-59, 1996.

BARBOSA FILHO, V.; DA SILVA LOPES, A.; BOZZA, R.; RECH, C.R.; DE CAMPOS, W. Correlates of Cardiorespiratory and Muscular Fitness among Brazilian Adolescents. **American journal of health behavior**, vol. 38, n. 1 , p. 42-52, 2014.

BARROS FILHO A. Um quebra-cabeça chamado obesidade. **J Pediatr**, n. 80, p. 1-3, 2004.

BAXTER-JONES, A.; EISENMANN, J.; SHERAR, L. Controlling for maturation in pediatric exercise science. **Pediatric Exercise Science**, vol. 17, n. 1, p. 18-30, 2005.

BAXTER-JONES, A.; MAFFULLI, N. Intensive training in elite young female athletes. **Br J Sports Med**, vol. 36, n. 1, p. 13-15, 2002.

BAXTER-JONES A., HELMS P, MAFFULLI N, *et al.* Growth and development of male gymnasts, swimmers, soccer and tennis players: A longitudinal study. *Ann Hum Biol*, vol. 22, n. 5, p. 381–94, 1995.

BENEDET, J.; LOPES, AS.; ADAMI, F.; HINNIG, PF.; VASCONCELOS, F. Association of sexual maturation with excess body weight and height in children and adolescents. **BMC Pediatrics**, v. 14, p. 72, 2014.

BERENSON GS; SRINIVASAN SR; BAO W; NEWMAN III WP; TRACY RE; WATTIGNEY WA. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. **N Engl J Med**, n. 338, p. 1650–1656, 1998.

BIBILONI, M. D; PONS, A.; TUR, J. A. Prevalence of overweight and obesity in adolescents: a systematic review. **ISRN obesity**, 2013.

BLOCH, K.V.; KLEIN, C.H.; SZKLO, M.; KUSCHNIR, M.C.C.; DE AZEVEDO ABREU, G.; BARUFALDI, L.A.; DA VEIGA, G.V.; SCHAAN, B.; DA SILVA, T.L.N.; DE VASCONCELLOS, M.T.L. ERICA: prevalências de hipertensão arterial e obesidade em adolescentes brasileiros. **Revista de Saúde Pública**, vol. 50(supl. 1), p.9, 2016.

BÖHME, M.T. Aptidão física de jovens atletas do sexo feminino analisada em relação a determinados aspectos biológicos, idade cronológica e tipo de modalidade esportiva praticada. **Tese (Livre Docência)** - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

BOISSEAU, N.; DELAMARCHE, P. Metabolic and hormonal responses to exercise in children and adolescents. **Sports Medicine**, vol. 30, n. 6, p. 405-422, 2000.

BOUCHARD C.; DIONNE FT.; SIMONEAU J-A.; et al. Genetics of aerobic and anaerobic performances. **Exerc Sport Sci Rev**, vol. 20, p. 27–58. 1992.

BUCHAN, D.S., J. YOUNG, S.M. COOPER, R. MALINA AND J. COCKCROFT E COL. Relationships among indicators of fitness, fatness and cardiovascular disease risk factors in adolescents. **OnLine J. Biol. Sci.**, n. 12: p. 89-95, 2012.

BUCHAN, D.S.; BODDY, L.M.; YOUNG, J.D.; COOPER, S.M.; NOAKES, T.D.; MAHONEY, C.; SHIELDS, J.P.; BAKER, J.S. Relationships between cardiorespiratory and muscular fitness with cardiometabolic risk in adolescents. **Research in Sports Medicine**, vol. 23, n. 3, p. 227-239, 2015.



BROOKS, G.; FAHEY, T.; BALDWIN, K. **Fisiologia do exercício: bioenergética humana e suas aplicações**. São Paulo: Phorte, 2013.

CANADA FITNESS SURVEY (CFS). **Fitness and Lifestyle in Canada**. Ottawa: Canada Fitness Survey, 1983.

CARANTI, D.A.; LAZZER, S.; DÂMASO, A.R.; AGOSTI, F.; ZENNARO, R.; DE MELLO, M.T.; TUFIK, S.; SARTORIO, A. Prevalence and risk factors of metabolic syndrome in Brazilian and Italian obese adolescents: a comparison study. **International journal of clinical practice**, vol. 62, n. 10, p. 1526-1532, 2008.

CARNETHON, M. R.; GULATI, M.; GREENLAND, P. Prevalence and cardiovascular disease correlates of low cardiorespiratory fitness in adolescents and adults. **Jama**, vol. 294, n. 23, p. 2981-2988, 2005.

CASPERSEN, C.; POWELL, K.; CHRISTENSON, G. Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research. **Public Health Reports**, vol. 100, n. 2, p. 126-131, 1985.

CASTILHO, S.; BARRAS FILHO, A. Crescimento pós-menarca. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, vol. 44, n. 3, p. 195-204, 2000.

CHARLTON, R.; GRAVENOR, M.; REES, A. Factors associated with low fitness in adolescents – A mixed methods study. **BMC Public Health**, vol. 14, n. 1, p. 1, 2014.

CHEN, W.; LIN, C.C.; PENG, C.T.; LI, C.I.; WU, H.C.; CHIANG, J.; WU, J.Y.; HUANG, P.C. Approaching healthy body mass index norms for children and adolescents from health-related physical fitness. **Obesity reviews**, vol. 3, n.3, p. 225-232, 2002.

COLE, T.J.; FLEGAL, K.M.; NICHOLLS, D.; JACKSON, A.A. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. **Bmj**, vol. 335, n. 7612, p.194, 2007.

DANIELS, S.R., MORRISON, J.A., SPRECHER, D.L., KHOURY, P.; KIMBALL, T.R. Association of body fat distribution and cardiovascular risk factors in children and adolescents. **Circulation**, vol. 99, n. 4, p.541-545, 1999.

DANTAS, E.; OLIVEIRA R.J. **Exercício, maturidade e qualidade de vida**. Rio de Janeiro: Shape, 2003.

DAI YL.; FU JF.; LIANG L., et al. Association between obesity and sexual maturation in Chinese children: a multicenter study. **Int J Obes (Lond)**, vol. 38, n. 10, p. 1312-1316, 2014.

DAMIANI, D.; DAMIANI, D. Diabetes mellitus tipo 2 na criança e no adolescente. **Pediatria Moderna**, vol. 49, n. 9, 2013.

DASGUPTA, K.; O'LOUGHLIN, J.; CHEN, S.; KARP, I.; PARADIS, G.; TREMBLAY, J.; HAMET, P.; PILOTE, L. Emergence of sex differences in prevalence of high systolic blood pressure analysis of a longitudinal adolescent cohort. **Circulation**, vol. 114, n. 24, p. 2663-2670, 2006.

DESPRÉS, J.P. Body fat distribution and risk of cardiovascular disease: an update. **Circulation**, vol. 126, n. 10, p.1301-1313, 2012.

DWYER, T.; GIBBONS, L.E., The Australian Schools Health and Fitness Survey. Physical fitness related to blood pressure but not lipoproteins. **Circulation**, vol. 89, n. 4, p. 1539-1544, 1994.

EISENMANN, J. C.; WICKEL, E. E.; WELK, G. J.; BLAIR, S. N. Relationship between adolescent fitness and fatness and cardiovascular disease risk factors in adulthood: the Aerobics Center Longitudinal Study (ACLS). **American heart journal**, vol. 149, n.1, p. 46-53, 2005.

EISENMANN, J. C. Aerobic fitness, fatness and the metabolic syndrome in children and adolescents. **Acta Paediatrica**, vol. 96, n. 12, p. 1723-1729, 2007.

EISENMANN, J.C.; LAURSON, K.R.; WELK, G.J. Aerobic fitness percentiles for US adolescents. **American journal of preventive medicine**, vol. 41, n. 4, p. S106-S110, 2011.

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

FERNANDES, A.; MARINS, J. C. B. Teste de força de preensão manual: análise metodológica e dados normativos em atletas. **Fisioterapia em Movimento**, vol. 24, n.3, p. 567-78, 2011.

FERNANDES, L.A. **Avaliação de distúrbios do crescimento e da puberdade de origem idiopática ou após tratamento de neoplasias**. Tese (Doutorado). Universidade Federal da Bahia, Bahia, 121p., 1998.

FERRANTI, S.D.; GAUVREAU, K.; LUDWIG, D.S.; NEUFELD, E.J.; NEWBURGER, J.W.; RIFAI, N. Prevalence of the metabolic syndrome in American adolescents findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. **Circulation**, vol. 110, n. 16, p. 2494-2497, 2004.

FERREIRA, A.C.; SHIMANO, A.C.; MAZZER, N.; BARBIERI, C.H.; ELUI, V.M.; FONSECA, M.D. Grip and pinch strength in healthy children and adolescents. **Acta Ortopédica Brasileira**, vol. 19, n. 2, p.92-97, 2011.

FORTES, M.S.R.; CASTRO,C.L.N. Composição Corporal, Nível Maturacional e Desempenho Motor em Crianças e Jovens Nadadores. **Fitness & Performance Journal**, vol. 1, n. 4, p. 42-50, 2002.

FREEDMAN, D.S., OGDEN, C.L.; KIT, B.K. Interrelationships between BMI, skinfold thicknesses, percent body fat, and cardiovascular disease risk factors among US children and adolescents. **BMC pediatrics**, vol. 15, n. 1, p. 1-9, 2015.

FREEDSON, K.; CURETON, K.; HEATH, G. Status of Field-Based Fitness Testing in Children and Youth. **Preventive Medicine**, n. 31, S77–S85, 2000.

FROBERG, K.; ANDERSEN, L.B. Mini review: physical activity and fitness and its relations to cardiovascular disease risk factors in children. **International Journal of Obesity**, vol. 29, p. S34-S39, 2005.

FORD, E.S.; LI, C.; ZHAO, G.; PEARSON, W.S.; MOKDAD, A.H. Prevalence of the metabolic syndrome among US adolescents using the definition from the International Diabetes Federation. **Diabetes care**, vol. 31, n. 3, p. 587-589, 2008.

FRAGOSO, I.; VIEIRA, F. **Morfologia e crescimento**. Lisboa: FMH, 2000.

GALLAGHER, D., VISSER, M., SEPULVEDA, D., PIERSON, R.N., HARRIS, T. AND HEYMSFIELD, S.B. How useful is body mass index for comparison of body fatness across age, sex, and ethnic groups?. **American journal of epidemiology**, vol. 143, n.3, p. 228-239, 1996.

GARCIA-ARTERO E; ORTEGA FB; RUIZ JR; MESA JL; DELGADO M; GONZALEZ-GROSS M; et al. Lipid and metabolic profiles in adolescents are affected more by physical fitness than physical activity (AVENA study). **Rev Esp Cardiol**, n. 60, p. 581–588, 2007.

GARNETT, S.P.; BAUR, L.A.; SRINIVASAN, S.; LEE, J.W.; COWELL, C.T. Body mass index and waist circumference in midchildhood and adverse cardiovascular disease risk clustering in adolescence. **The American journal of clinical nutrition**, vol. 86, n. 3, p. 549-555, 2007.

GAYA, A.; SILVA, G. PROESP-BR - **Observatório Permanente dos Indicadores de saúde e fatores de prestação esportiva em crianças e jovens**: Manual de aplicações de medidas e testes, normas e critérios de avaliação. Disponível em: <<http://www.proesp.ufrgs.br>>. Acesso em: 27 de junho de 2012.

GEORGOPOULOS, N.A.; ROUPAS, N.D.; THEODOROPOULOU, A.; TSEKOURAS, A.; VAGENAKIS, A.G.; MARKOU, K.B. The influence of intensive physical training on growth and pubertal development in athletes. **Annals of the New York Academy of Sciences**, vol. 1205, n.1, p.39-44, 2010.

GOING, S.B.; LOHMAN, T.G.; CUSSLER, E.C.; WILLIAMS, D.P.; MORRISON, J.A.; HORN, P.S. Percent body fat and chronic disease risk factors in US children and youth. **American journal of preventive medicine**, vol. 41, n. 4, p. S77-S86, 2011.

GORAN MI.; GOWER BA. Longitudinal study on pubertal insulin resistance. **Diabetes**, vol. 50, n. 11, p. 2444–2450, 2001.

GORAN, M.I., BALL, G.D.; CRUZ, M.L. Obesity and risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease in children and adolescents. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, vol. 88, n. 4, p. 1417-1427, 2003.

GUAN-SHENG, M.A.; CHENG-YE, J.I.; JUN, M.A.; JIE, M.I.; RITA, Y.T.; XIONG, F.; WEI-LI, Y.A.; XIAO-QI, H.U.; YAN-PING, L.I.; SONG-MING, D.U.; HONG-YUN, F.A. Waist circumference reference values for screening cardiovascular risk factors in Chinese children and adolescents. **Biomedical and Environmental Sciences**, vol. 23, n. 1, p. 21-31, 2010.

GUEDES, D.P.; GUEDES, J.E. **Crescimento, composição corporal e desempenho motor de crianças e adolescentes**. São Paulo: CLR, 1997.

GUEDES, D.P.; GUEDES, J.E. **Manual prático para avaliação em Educação Física**. São Paulo: Manole, 2006.

HAARBO J, GOTFREDSEN A, HASSAGER C, CHRISTIANSEN C. Validation of body composition by dual energy x-ray absorptiometry (DEXA). **Clin Physiol.**, n. 11: p. 331-41, 1991.

HEROUX, M.; ONYWERA, V.; TREMBLAY, M.S.; ADAMO, K.B.; LOPEZ TAYLOR, J.; JÁUREGUI ULLOA,.; JANSSEN, I. The relation between aerobic fitness, muscular fitness, and obesity in children from three countries at different stages of the physical activity transition. **ISRN obesity**, 2013.

HOFFMAN, R.P.; VICINI, P.; SIVITZ, W.I.; COBELLI, C. Pubertal adolescent male-female differences in insulin sensitivity and glucose effectiveness determined by the one compartment minimal model. **Pediatric research**, vol. 48, n. 3, p. 384-388, 2000.

HOPKINS, N.D.; STRATTON, G.; TINKEN, T.M.; MCWHANNELL, N.; RIDGERS, N.D.; GRAVES, L.E.F.; GEORGE, K.; CABLE, N.T.; GREEN, D.J. Relationships between measures of fitness, physical activity, body composition and vascular function in children. **Atherosclerosis**, vol. 204, n. 1, p.244-249, 2009.

HOWLEY, E.T.; FRANKS, B.D. **Health Fitness Instructor's Handbook**. Champaign -IL: Human Kinetics Books, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 - Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil, 2010**. Disponível em: <<http://www.abeso.org.br/uploads/downloads/70/553a23f27da68.pdf>>. Acesso em 9 set. 2015.

INTERNATIONAL SOCIETY FOR THE ADVANCEMENT OF KINANTHROPOMETRY (ISAK), **International Standards for Anthropometric Assessment**. Underdale, Australia, 2001.

JANZ, K.F.; DAWSON, J.D.; MAHONEY, L.T. Tracking physical fitness and physical activity from childhood to adolescence: the muscatine study. **Medicine and science in sports and exercise**, vol. 32, n. 7, p. 1250-1257, 2000.

JOHNSON, W.D.; KROON, J.J.; GREENWAY, F.L.; BOUCHARD, C.; RYAN, D.; KATZMARZYK, P.T. Prevalence of risk factors for metabolic syndrome in adolescents: National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), 2001-2006. **Archives of pediatrics & adolescent medicine**, vol. 163, n. 4, p. 371-377, 2009.

KATZMARZYK, P.T.; SRINIVASAN, S.R.; CHEN, W.; MALINA, R.M.; BOUCHARD, C.; BERENSON, G.S. Body mass index, waist circumference, and clustering of cardiovascular disease risk factors in a biracial sample of children and adolescents. **Pediatrics**, vol. 114, n. 2, p. e198-e205, 2004.

KELLY, T.L., WILSON, K.E.; HEYMSFIELD, S.B.. Dual energy X-Ray absorptiometry body composition reference values from NHANES. **PLoS One**, vol. 4, n. 9, p. e7038, 2009.

KEMPER, H. **The Amsterdam growth study: a longitudinal analysis of health, fitness and lifestyle**. Champaign - IL: Human Kinetics, 1995.

KLASSON-HEGGEBØ, L.; ANDERSEN, L.B.; WENNLÖF, A.H.; SARDINHA, L.B.; HARRO, M.; FROBERG, K.; ANDERSSON, S.A. Graded associations between cardiorespiratory fitness, fatness, and blood pressure in children and adolescents. **British journal of sports medicine**, vol. 40, n. 1, p. 25-29, 2006.

KLEIN, S.; ALLISON, D.B.; HEYMSFIELD, S.B.; KELLEY, D.E.; LEIBEL, R.L.; NONAS, C.; KAHN, R. Waist circumference and cardiometabolic risk: a consensus statement from shaping America's health: Association for Weight Management and Obesity Prevention; NAASO, the Obesity Society; the American Society for Nutrition; and the American Diabetes Association. **Obesity**, vol. 15, n. 5, p. 1061-1067, 2007.

KWON, S.; BURNS, T.L.; JANZ, K.F. Associations of cardiorespiratory fitness and fatness with cardiovascular risk factors among adolescents: the NHANES 1999-2002. **Journal of Physical Activity and Health**, vol. 7, n. 6, p. 746-753, 2010.

KRAEMER, W.; FLECK, S. **Treinamento de força para jovens atletas**. São Paulo: Manole, 2001.

LAWLOR, D.A.; BENFIELD, L.; LOGUE, J.; TILLING, K.; HOWE, L.D.; FRASER, A.; CHERRY, L.; WATT, P.; NESS, A.R.; SMITH, G.D.; SATTAR, N. Association between general and central adiposity in childhood, and change in these, with cardiovascular risk factors in adolescence: prospective cohort study. **Bmj**, vol. 341, p. c6224, 2010.

LAMB, M.M.; OGDEN, C.L.; CARROLL, M.D.; LACHER, D.A.; FLEGAL, K.M. Association of body fat percentage with lipid concentrations in children and adolescents: United States, 1999-2004. **The American journal of clinical nutrition**, vol. 94, n.3, p. 877-883, 2011.

LÄTT, E.; MÄESTU, J.; RÄÄSK, T.; JÜRIMÄE, T.; JÜRIMÄE, J. Cardiovascular fitness, physical activity, and metabolic syndrome risk factors among adolescent Estonian boys: A longitudinal study. *American Journal of Human Biology*. Early

version on line, 2016. Disponível em <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ajhb.22866/abstract>. Acessado em 14 maio 2016.

LEGER LA, MERCIER D, GADOURY C, LAMBERT J. The multistage 20 meter shuttle run test for aerobic fitness. **Journal of Sports Sciences**, n. 6: p. 93–101, 1988.

LI, C.; FORD, E.S.; MOKDAD, A.H.; COOK, S. Recent trends in waist circumference and waist-height ratio among US children and adolescents. **Pediatrics**, vol. 118, n. 5, p. e1390-e1398, 2006.

LICEA PUIG, M. E.; BUSTAMANTE TEIJIDO, M.; LEMANE PEREZ, M. Diabetes tipo 2 en niños y adolescentes: aspectos clínico-epidemiológicos, patogénicos y terapéuticos. **Rev Cubana Endocrinol**, v. 19, n. 1, 2008.

LIMA, C.G. et al. Circunferência da cintura ou abdominal? Uma revisão crítica dos referenciais metodológicos. **Revista Simbio-Logias**, vol.4, n.6, 2011.

LOBELO, F.; PATE, R.R.; DOWDA, M.A.; LIESE D.; RUIZ J.R.. Validity of Cardiorespiratory Fitness Criterion-Referenced Standards for Adolescents. **Med. Sci. Sports Exerc.**, vol. 41, n. 6, p. 1222–1229, 2009.

LOURENÇO. B.; QUEIROZ, L. Crescimento e desenvolvimento puberal na adolescência. **Rev Med**, vol. 89, n. 2, p. 70-75, 2010.

LUMA, G.B.; SPIOTTA, R.T. Hypertension in children and adolescents. **Am Fam Physician**, vol. 73, n. 9, p.1558-1568, 2006.

LUNA-HEREDIA, E.; MARTÍN-PEÑA, G.; RUIZ-GALIANA, J. Handgrip dynamometry in healthy adults. **Clinical Nutrition**, n. 24: p. 250–258, 2005.

MACHADO, U.; SCHAAN, B.; SERAPHIM, PM. Transportadores de glicose na síndrome metabólica. **Arq Bras Endocrinol Metab**, vol. 50, n. 2, p. 177-189, 2006.

MACHADO, F.; DENADAI, B.S. Predição da potência aeróbia (VO<sub>2</sub>máx) de crianças e adolescentes em teste incremental na esteira rolante. **Motriz**, vol.19 n.1, p.126-132, 2013.

MACHADO-RODRIGUES, A.M.; LEITE, N.; COELHO-E-SILVA, M.J.; MARTINS, R.A.; VALENTE-DOS-SANTOS, J.; MASCARENHAS, L.P.; BOGUSZEWSKI, M.C.; PADEZ, C.; MALINA, R.M. Independent association of clustered metabolic risk factors with cardiorespiratory fitness in youth aged 11–17 years. **Annals of human biology**, vol. 41, n. 3, p. 271-276, 2014.

MacLEAN, P.S.; ZHENG, D.; JONES, J.P.; OLSON, A.L.; DOHM, G.L. Exercise-induced transcription of the muscle glucose transporter (GLUT 4) gene. **Biochemical and biophysical research communications**, vol. 292, n. 2, p.409-414, 2002.

MAGNUSSEN, C.G.; SCHMIDT, M.D.; DWYER, T.; VENN, A. Muscular fitness and clustered cardiovascular disease risk in Australian youth. **European journal of applied physiology**, vol. 112, n. 8, p. 3167-3171, 2012.

MALINA, R.M. Physical growth and biological maturation of young athletes. **Exercise and Sports Sciences Review**, v. 22, p. 389-433, 1994.

MALINA, R.; BOUCHARD, C. **Atividade física do atleta jovem: do crescimento à maturação**. São Paulo: Rocca, 2002.

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

MALINA, R.; BAXTER-JONES A.; ARMSTRONG N.; BEUNEN G.; CAINE D.; DALY R.; LEWIS R.; ROGOL A.; RUSSELL, K. Role of intensive training in the growth and maturation of artistic gymnasts. **Sports Medicine**, vol. 43, n. 9, p. 783-802, 2013.

MARANON, R.; RECKELHOFF, J.F. Sex and Gender Differences in Control of Blood Pressure. **Clin Sci (Lond)**, vol. 125, n. 7, p. 311-318, 2013.

MARGULIES, L.; HORLICK, M.; THORNTON, J. C.; WANG, J.; IOANNIDOU, E.; HEYMSFIELD, S. B. Reproducibility of pediatric whole body bone and body composition measures by dual-energy X-ray absorptiometry using the GE Lunar Prodigy. **Journal of Clinical Densitometry**, vol. 8, n. 3, p. 298-304, 2005.

MARTINEZ-VIZCAINO V.; SANCHEZ-LOPEZ M. Relationship between physical activity and physical fitness in children and adolescents. *Rev Esp Cardiol.*, vol. 61, p. 108-111, 2008.

MARTINEZ-GOMEZ, D.; GOMEZ-MARTINEZ, S.; RUIZ, J.R.; DIAZ, L.E.; ORTEGA, F.B.; WIDHALM, K.; CUENCA-GARCIA, M.; MANIOS, Y.; DE VRIENDT, T.; MOLNAR, D.; HUYBRECHTS, I. Objectively-measured and self-reported physical activity and fitness in relation to inflammatory markers in European adolescents: the HELENA Study. **Atherosclerosis**, vol. 221, n. 1, p. 260-267, 2012.

MARINS, J.; GIANNICHI, R. **Avaliação e prescrição de atividade física**. Rio de Janeiro: Shape, 2003.

MARSHALL A. W.; TANNER J. M., Variations in the Pattern of Pubertal Changes in Boys. **Arch. Dis. Childh.**, vol. 44, n. 235, p. 291, 1969.

MARSHALL A. W.; TANNER J. M., Variations in the Pattern of Pubertal Changes in Boys. **Arch. Dis. Childh.**, vol. 45, n. 239, p. 13-23, 1970.

MARTINS, C.L.; ANDERSEN, L.B.; AIRES, L.M.; RIBEIRO, J.C.; MOTA, J.A. Association between fitness, different indicators of fatness, and clustered cardiovascular diseases risk factors in Portuguese children and adolescents. **Open Sports Sciences Journal**, vol. 3, p. 149-154, 2010.

MATSUDO, V.; MATSUDO, S.M.; REZENDE, L.F.; ;RASO, V. Handgrip strength as a predictor of physical fitness in children and adolescents. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, vol. 17, n. 1, p. 01-10, 2015.

MAY, A.L.; KUKLINA, E.V.; YOON, P.W. Prevalence of cardiovascular disease risk factors among US adolescents, 1999– 2008. **Pediatrics**, vol. 129, n. 6, p. 1035-1041, 2012.

McARDLE, W.; KATCH, F.; KATCH, V. **Fisiologia do exercício: Energia, nutrição e desempenho humano**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

McGILL HC Jr.; McMAHAN CA.; HERDERICK EE.; MALCOM GT.; TRACY RE.; STRONG JP. Origin of atherosclerosis in childhood and adolescence. **Am J Clin Nutr.**, vol. 72, Supl 5, p. 307-315, 2000.

MCMURRAY, R. G.; BANGDIWALA, S. I.; HARRELL, J. S.; AMORIM, L. D. Adolescents with metabolic syndrome have a history of low aerobic fitness and physical activity levels. **Dynamic medicine**, vol. 7, n. 1, p. 5-11, 2008.

MESA, J. L.; RUIZ, J. R.; ORTEGA, F. B.; WÄRNBERG, J.; GONZÁLEZ-LAMUNO, D.; MORENO, L. A.; CASTILLO, M. J. Aerobic physical fitness in relation to blood lipids and fasting glycaemia in adolescents: Influence of weight status. **Nutrition, metabolism and cardiovascular diseases**, vol. 16, n. 4, p. 285-293, 2006.

MESSIAH, S.E.; ARHEART, K.L.; LIPSHULTZ, S.E.; MILLER, T.L. Body mass index, waist circumference, and cardiovascular risk factors in adolescents. **The Journal of pediatrics**, vol. 153, n. 6, p. 845-850, 2008.

MIRWALD R. et al. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, vol. 34, n. 4, p. 689-694, 2002.

MITCHELL, J.; MATTOCKS, C.; NESS, A.; LEARY, S.; RUSSELL R.; DOWDA, M.; BLAIR, S.; RIDDOCH, C. Sedentary Behavior and Obesity in a Large Cohort of Children. **Obesity**, vol. 17, n. 8, p. 1596-1602, 2009.

MOLINER-URDIALES, D.; RUIZ, J.R.; VICENTE-RODRIGUEZ, G.; ORTEGA, F.B.; REY-LOPEZ, J.P.; ESPAÑA-ROMERO, V.; CASAJÚS, J.A.; MOLNAR, D.; WIDHALM, K.; DALLONGEVILLE, J.; GONZÁLEZ-GROSS, M. Associations of muscular and cardiorespiratory fitness with total and central body fat in adolescents: the HELENA study. **British Journal of Sports Medicine**, vol. 45, n. 2, p. 101-108, 2011.

MONTEIRO, M. F.; SOBRAL FILHO, D.C.. Exercício físico e o controle da pressão arterial. **Rev Bras Med Esporte**, vol. 10, n. 6, p. 513-516, 2004.

MOREIRA, N.F.; MURARO, A.P.; BRITO, F.; GONÇALVES-SILVA, R.; SICHIERI, R.; FERREIRA, M.G. Obesidade: principal fator de risco para hipertensão arterial sistêmica em adolescentes brasileiros participantes de um estudo de coorte. **Arq Bras Endocrinol Metab**, vol. 57, n. 7, p.520-526, 2013.

NADER, P.R.; BRADLEY, R.H.; HOUTS, R.M.; MCRITCHIE, S.L.; O'BRIEN, M.



Moderate to vigorous physical activity from ages 9 to 15 years. **JAMA**, vol. 300, n. 3, p. 295–305, 2008.

NAHAS, M. **Atividade física, saúde e qualidade de vida**. Londrina: Midiograf, 2010.

NATIONAL HEART, LUNG, AND BLOOD INSTITUTE. **Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents**, NIH Publication, 2012.

NES, B. M.; ØSTHUS, I.; WELDE, B.; ASPENES, S. T.; WISLØFF, U. Peak Oxygen Uptake and Physical Activity in 13-to 18-Year-Olds: The Young-HUNT Study. **Medicine and science in sports and exercise**, vol. 45, n. 2, p. 304-313, 2013.

NEU, C.M.; RAUCH, F.; RITTWEGGER, J.; MANZ, F.; SCHOENAU, E. Influence of puberty on muscle development at the forearm. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, vol. 283, n. 1, p. E103-E107, 2002.

ORTEGA FB.; RUIZ JR.; CASTILLO MJ.; SJOSTROM M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. **Int J Obes.**, vol. 32, n. 1, p. 1–11, 2008.

ORTEGA, F.B.; ARTERO, E.G.; RUIZ, J.R.; ESPAÑA-ROMERO, V.; JIMÉNEZ-PAVÓN, D.; VICENTE-RODRÍGUEZ, G.; MORENO, L.A.; MANIOS, Y.; BEGHIN, L.; OTTEVAERE, C.; CIARAPICA, D. Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. **British journal of sports medicine**, vol. 45, n. 1, p. 20-29, 2011.

PATE, R. R. The evolving definition of physical fitness. **Quest**, n. 40, p. 174–179, 1988.

PICKERING, T. G., HALL, J. E., APPEL, L. J., FALKNER, B. E., et. al. Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals part 1: blood pressure measurement in humans: a statement for professionals from the Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research. **Hypertension**, vol. 45, n. 1, p. 142-161, 2005.

POULIOT, M.C.; DESPRÉS, J.P.; LEMIEUX, S.; MOORJANI, S.; BOUCHARD, C.; TREMBLAY, A.; NADEAU, A.; LUPIEN, P.J. Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. **The American journal of cardiology**, vol. 73, n. 7, p. 460-468, 1994.

PRESIDENT'S COUNCIL ON PHYSICAL FITNESS AND SPORTS (PCPFS): **Physical Fitness Research Digest**. Series 1, n. 1. Washington, DC, 1971.

RAITAKARI OT.; JUONALA M.; KAHONEN M.; TAITTONEN L.; LAITINEN T.; MAKI-TORKKO N.; et al. Cardiovascular risk factors in childhood and carotid artery intima-media thickness in adulthood: the Cardiovascular Risk in Young Finns Study. **JAMA**, vol. 290, n. 17, p. 2277-2283, 2003.

RÉ, A. H.; BOJIKIAN, L. P.; TEIXEIRA, C. P.; BÖHME M. T. Relações entre crescimento, aptidão física, maturação biológica e idade cronológica em jovens do sexo masculino. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, n. 19, p. 153-162, 2005.

RÉ, A. H. Crescimento, maturação e desenvolvimento na infância e adolescência: Implicações para o esporte. **Motricidade**, vol.7, n.3, p. 55-67, 2011.

RECH, C. R.; FERREIRA, L. DE A.; CORDEIRO, B. A.; VASCONCELOS, F. DE A. G. DE.; PETROSKI, E. L. Estimativa da composicao corporal por meio da absorptometria radiologica de dupla energia. **R. bras. Ci e Mov.**, vol. 15, n. 4, p. 87-98, 2007.

RECKELHOFF, J.F. Gender differences in the regulation of blood pressure. **Hypertension**, vol. 37, n. 5, p. 1199-1208, 2001.

RIBEIRO J, SANTOS P, DUARTE J, MOTA J. Association between overweight and early sexual maturation in Portuguese boys and girls. **Ann Hum Biol.**, vol. 33, n.1, p. 55-63, 2006.

RIBEIRO AC, SÁVIO KE, RODRIGUES ML, et al. Validação de um questionário de frequência de consumo alimentar para população adulta (Validation of a questionnaire of food frequency for the adult population). **Rev Nutr**, n. 19, p. 553–562, 2006.

RIDDOCH CJ.; BO-ANDERSEN L.; WEDDERKOPP N.; HARRO M.; KLASSON-HEGGEBO L.; SARDINHA LB.; et al. Physical activity levels and patterns of 9- and 15-yr-old European children. **Med Sci Sports Exerc**, n. 36, p. 86-92, 2004.

RIZZO, N. S.; RUIZ, J. R.; HURTIG-WENNLÖF, A.; ORTEGA, F. B.; SJÖSTRÖM, M. Relationship of physical activity, fitness, and fatness with clustered metabolic risk in children and adolescents: the European youth heart study. **The Journal of pediatrics**, vol. 150, n. 4, p. 388-394, 2007.

RODRIGUES, A.N.; PEREZ, A.J.; CARLETTI, L.; BISSOLI, N.S.; ABREU, G.R. Maximum oxygen uptake in adolescents as measured by cardiopulmonary exercise testing: a classification proposal. **Jornal de Pediatria**, vol. 82, n. 6, p. 426-430, 2006.

RODRIGUES A.N.; PEREZ A.J.; PIRES J.G.; CARLETTI L.; ARAÚJO M.T.; MOYSES M.R. et al. Cardiovascular risk factors, their associations and presence of metabolic syndrome in adolescents. **J Pediatr (Rio J)**, vol. 85, p. 55-60, 2009.

ROGOL, A.; CLARK P.; ROEMMICH, J. Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity. **The American journal of clinical nutrition**, vol. 72, n. 2, p. 521s-528s, 2000.

ROGOL A.; ROEMMICH J.; CLARK P. Growth at puberty. **J Adolesc Health.**, vol. 31, n. 6 Suppl, p. 192-200, 2002.

ROMERO, A.; MEDEIROS, M. J.; BORGES, C. A.; ROMERO, S. S.; SLATER, B. Associação entre atividade física e marcadores bioquímicos de risco para doença cardiovascular em adolescentes de escolas públicas de Piracicaba. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, vol. 18, n. 5, p. 614-622, 2013.

ROWLAND, T. **Fisiologia do exercício na criança**. Barueri - SP: Manole, 2008.

RUIZ JR; RIZZO NS; HURTIG-WENNLÖF A; ORTEGA FB; WARNBERG J; SJÖSTRÖM M. Relations of total physical activity and intensity to fitness and fatness in children; the European Youth Heart Study. **Am J Clin Nutr**, n. 84, p. 298–302, 2006a.

RUIZ, J.R.; ORTEGA, F.B.; WÄRNBERG, J.; MORENO, L.A.; CARRERO, J.J.; GONZALEZ-GROSS, M.; MARCOS, A.; GUTIERREZ, A.; SJÖSTRÖM, M. Inflammatory proteins and muscle strength in adolescents: the Avena study. **Archives of pediatrics & adolescent medicine**, vol. 162, n. 5, p. 462-468, 2008.

RUIZ, J.R.; ORTEGA, F.B.; TRESACO, B.; WARNBERG, J.; MESA, J.L.; GONZALEZ-GROSS, M.; MORENO, L.A.; MARCOS, A.; GUTIERREZ, A.; CASTILLO, M.J. Serum lipids, body mass index and waist circumference during pubertal development in Spanish adolescents: the AVENA Study. **Hormone and metabolic research**, vol. 38, n. 12, p. 832-837, 2006c.

RUIZ, J. R.; ORTEGA, F. B.; RIZZO, N. S.; VILLA, I.; HURTIG-WENNLÖF, A.; OJA, L.; SJÖSTRÖM, M. High cardiovascular fitness is associated with low metabolic risk score in children: the European Youth Heart Study. **Pediatric research**, vol. 61, n. 3, p. 350-355, 2007.

RUIZ JR.; CASTRO-PIÑERO J.; ARTERO EG.; et al. Predictive validity of healthrelated fitness in youth: a systematic review. **Br J Sports Med**, n. 43: p. 909–923, 2009.

RUIZ J.R.; RIZZO N.S.; HURTIG-WENNLÖF A.; ORTEGA F.B.; WARNBERG J.; SJÖSTRÖM M. Relations of total physical activity and intensity to fitness and fatness in children; the European Youth Heart Study. **Am J Clin Nutr**, vol. 84, p. 298–302, 2006b.

RUIZ, J.R.; HUYBRECHTS, I.; CUENCA-GARCÍA, M.; ARTERO, E.G.; LABAYEN, I.; MEIRHAEGHE, A.; VICENTE-RODRIGUEZ, G.; POLITO, A.; MANIOS, Y.; GONZÁLEZ-GROSS, M.; MARCOS, A. Cardiorespiratory fitness and ideal cardiovascular health in European adolescents. **Heart**, vol. 101, n. 10, p. 766-773, 2015.

DOS SANTOS, M.G.; PEGORARO, M.; SANDRINI, F.; MACUCO, E.C. Fatores de risco no desenvolvimento da aterosclerose na infância e adolescência. **Arq Bras Cardiol**, vol. 90, n. 4, p. 301-308, 2008.

DOS SANTOS, F.K.; GOMES, T.; SANTOS, D.; PRISTA, A.; MATA, J. Associação entre atividade física, aptidão cardiorrespiratória e síndrome metabólica em crianças e

adolescentes. Estado da arte. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, vol. 16, n. 1, p. 55-61, 2012.

SAINT-MAURICE, P.F.; LAURSON, K.R.; KARSAI, I.; KAJ, M.; CSÁNYI, T. Establishing normative reference values for handgrip among Hungarian youth. **Research quarterly for exercise and sport**, vol. 86(sup1), p. S29-S36, 2015.

SEGRE, M.; FERRAZ, F. C. O conceito de saúde. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo , v. 31, n. 5, p. 538-542, 1997.

SERRANO, M.M.; COLLAZOS, J.R.; ROMERO, S.M.; SANTURINO, M.M.; ARMESILLA, M.C.; DEL CERRO, J.P.; DE ESPINOSA, M.G.M. Dinamometría en niños y jóvenes de entre 6 y 18 años: valores de referencia, asociación con tamaño y composición corporal. **Anales de pediatría**, vol. 70, n. 4, p. 340-348, 2009.

SHEPARD RJ, ALLEN C, BENADE AJ, DAVIES CT, DI PRAMPERO PE, HEDMAN R et al. The maximum oxygen intake. An international reference standard of cardiorespiratory fitness. **Bull World Health Organ**, n. 38, p. 757-764, 1968.

SHERAR, L.; CUMMING S.; EISENMANN, J.; BAXTER-JONES A.; MALINA R. Adolescent biological maturity and physical activity: biology meets behavior. **Pediatric Exercise Science**, vol. 22, n. 3, p. 332-349, 2010.

SIQUEIRA, P.; ALVES, J.G.; FIGUEIROA, J. Fatores associados ao excesso de peso em crianças de uma favela do Nordeste brasileiro. **Rev. paul. pediatr.** vol. 27, n. 3, 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PATOLOGIA CLÍNICA/MEDICINA LABORATORIAL. **Recomendações da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial para coleta de sangue venoso**. Barueri, SP: Minha Editora, 2010.

SOPHER, A. B.; THORNTON, J. C.; WANG, J.; PIERSON, R. N.; HEYMSFIELD, S. B.; HORLICK, M. Measurement of percentage of body fat in 411 children and adolescents: a comparison of dual-energy X-ray absorptiometry with a four-compartment model. **Pediatrics**, vol. 113, n. 5, p. 1285-1290, 2004.

SILVA, G.; AIRES, L.; MOTA, J.; OLIVEIRA, J.; CARLOS RIBEIRO, J. Normative and criterion-related standards for shuttle run performance in youth. **Pediatric exercise science**, vol. 24, n. 2, p. 157, 2012.

SOUZA, R. P. Os benefícios da prática de atividade física e os riscos do sedentarismo em: crianças e adolescentes, no adulto e no idoso. **Cinergis**, vol. 11, n. 1, p. 52-59, 2011.

STABELINI NETO, A.S.; SASAKI, J.E.; MASCARENHAS, L.P.; BOGUSZEWSKI, M.C.; BOZZA, R.; ULBRICH, A.Z.; DA SILVA, S.G.; DE CAMPOS, W. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and metabolic syndrome in adolescents: a cross-sectional study. **BMC Public Health**, vol. 11, n. 1, p.674, 2011.

STEELE, R. M.; BRAGE, S.; CORDER, K.; WAREHAM, N. J.; EKELUND, U. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome in youth. **Journal of Applied Physiology**, vol. 105, n. 1, p. 342-351, 2008.

STODDEN, D. F.; GOODWAY, J. D.; LANGENDORFER, S. J.; ROBERTON, M. A.; RUDISILL, M. E.; GARCIA, C.; GARCIA, L. E. A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. **Quest**, n. 60, p. 290-306, 2008.

SURIANO, K.; CURRAN, J.; BYRNE, S.M.; JONES, T.W.; DAVIS, E.A. Fatness, fitness, and increased cardiovascular risk in young children. **The Journal of pediatrics**, vol. 157, n. 4, p. 552-558, 2010.

TAYLOR, R.W.; JONES, I.E.; WILLIAMS, S.M.; GOULDING, A. Body fat percentages measured by dual-energy X-ray absorptiometry corresponding to recently recommended body mass index cutoffs for overweight and obesity in children and adolescents aged 3–18 y. **The American journal of clinical nutrition**, vol. 76, n. 6, p.1416-1421 , 2002.

THEINTZ, G. E., HOWALD, H.; WEISS, U.; SIZONENKO, P. C. Evidence for a reduction of growth potential in adolescent female gymnasts. **The Journal of pediatrics**, vol. 122, n. 2, p. 306-313, 1993.

TIROSH, A.; SHAI, I.; AFEK, A.; DUBNOV-RAZ, G.; AYALON, N.; GORDON, B.; DERAZNE, E.; TZUR, D.; SHAMIS, A.; VINKER, S.; RUDICH, A. Adolescent BMI trajectory and risk of diabetes versus coronary disease. **New England Journal of Medicine**, vol. 364, n. 14, p. 1315-1325 , 2011.

TORTORA GJ, GRABOWSKI SR. **Principles of Anatomy and Physiology**. New York, NY: Wiley; 2013.

TROIANO R.; BERRIGAN D.; DODD K.; et al. Physical Activity in the United States Measured by Accelerometer. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, vol. 40, n. 1, p. 181–188, 2008.

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. **International journal of sports medicine**, vol. 23, p. S8-14, 2002.

WANG, Y. Is obesity associated with early sexual maturation? A comparison of the association in American boys versus girls. **Pediatrics**, vol. 110, n. 5, p. 903-910, 2002.

WEBBER, L.S.; OSGANIAN, S.K.; FELDMAN, H.A.; WU, M.; MCKENZIE, T.L.; NICHAMAN, M.; LYTLE, L.A.; EDMUNDSON, E.; CUTLER, J.; NADER, P.R.; LUEPKER, R.V. Cardiovascular risk factors among children after a 2½-year intervention—the CATCH study. **Preventive medicine**, vol. 25, n.4, p. 432-441, 1996.

WEDDERKOPP, N.; FROBERG, K.; HANSEN, H.S.; RIDDOCH, C.; ANDERSEN, L.B. Cardiovascular risk factors cluster in children and adolescents with low physical fitness: The European Youth Heart Study (EYHS). **Pediatric Exercise Science**, vol. 15, n. 4, p. 419-427, 2003.

WEILL, J.; VANDERBECKEN, S.; FROGUEL, P. Understanding the rising incidence of type 2 diabetes in adolescence. **Archives of Disease in Childhood**, vol. 89, n. 6, p. 502-504, 2004.

WELK, G.J.; LAURSON, K.R.; EISENMANN, J.C.; CURETON, K.J. Development of youth aerobic-capacity standards using receiver operating characteristic curves. **American journal of preventive medicine**, vol. 41, n. 4, p. S111-S116, 2011.

WIND, A. E.; TAKKEN, T.; HELDERS, P. J.; ENGELBERT, R. H. Is grip strength a predictor for total muscle strength in healthy children, adolescents, and young adults?. **European journal of pediatrics**, vol. 169, n. 3, p. 281-287, 2010.

WISLOFF, U.; NAJJAR, S.M.; ELLINGSEN, O.; HARAM, P.M.; SWOAP, S.; AL-SHARE, Q. et al. Cardiovascular risk factors emerge after artificial selection for low aerobic capacity. **Science**, vol. 307, n. 5708, p. 418-420, 2005.

WONG, W.; HERGENROEDER, A. C.; STUFF, J. E.; BUTTE, N. F.; SMITH, E. O.; ELLIS, K. J. Evaluating body fat in girls and female adolescents: advantages and disadvantages of dual-energy X-ray absorptiometry. **The American journal of clinical nutrition**, vol. 76, n. 2, p. 384-389, 2002.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Constitution of the World Health Organization. Basic Documents. WHO. Geneva, 1946.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **The top 10 causes of death**, 2014. Disponível em <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/>>. Acesso em 13 set. 2015.

XI, B.; ZHANG, T.; ZHANG, M.; LIU, F.; ZONG, X.; ZHAO, M.; WANG, Y. Trends in Elevated Blood Pressure Among US Children and Adolescents: 1999-2012. **American journal of hypertension**, vol. 29, n. 2, p. 217-225, 2016.

ZIMMET, P.; ALBERTI, K.G.; KAUFMAN, F.; et al. The metabolic syndrome in children and adolescents - an IDF consensus report. **Pediatr Diabetes**, vol. 8, n. 5, p. 299-306, 2007.

## ANEXO 1

### Parecer do Comitê de Ética (resumido)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO-  
UNIRIO



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** TRI-FIT / TRI-SAU: MODELOS DE IDENTIFICAÇÃO VISUAL DO FITNESS FÍSICO E DOS PARÂMETROS METABÓLICOS EM ADOLESCENTES

**Pesquisador:** José Marinho Marques Dias Neto

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 39698514.8.0000.5285

**Instituição Proponente:** Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.023.150

**Data da Relatoria:** 15/04/2015

##### Recomendações:

Nenhuma

##### Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Atendeu a todas as pendências.

##### Situação do Parecer:

Aprovado

##### Necessita Apreciação da CONEP:

Não

##### Considerações Finais a critério do CEP:

Conforme preconizado na Resolução 466/2012, o CEP-UNIRIO aprovou o referido projeto. Caso o/a pesquisador/a realize alguma alteração no projeto de pesquisa, será necessário que o mesmo retorne ao Sistema Plataforma Brasil para nova avaliação e emissão de novo parecer. É necessário que após 1 (um) ano de realização da pesquisa, a ao término dessa, relatórios sejam enviados ao CEP-UNIRIO, como compromisso junto ao Sistema CEP/CONEP

RIO DE JANEIRO, 14 de Abril de 2015

---

**Assinado por:**  
**Sônia Regina de Souza**  
**(Coordenador)**

## ANEXO 2

### Protocolo dos procedimentos de coleta dos dados

- O nome dos participantes é enviado previamente para o Laboratório de Análises Clínicas do IPCFEx para que os tubos de coleta de sangue sejam identificados.
- Uma planilha de coleta de dados é preenchida previamente com o nome dos participantes.
- O café da manhã, composto de suco, sanduíche de peito de peru e queijo, frutas e biscoito, é preparado com antecedência.
- O participante chega ao IPCFEx em jejum de 12h e sem ter feito atividade física.
- Todos os procedimentos são realizados no período da manhã.

### Ordem cronológica dos procedimentos:

- Coleta de sangue.
- Aferição de massa corporal, estatura e diâmetro da cintura.
- Exame do DEXA.
- Café da manhã.
- Preenchimento do inquérito alimentar.
- Preenchimento do IPAQ (versão curta).
- Teste de prensão manual.
- Teste ergométrico.



### ANEXO 3

#### Planilha de coleta de dados

##### FICHA DE COLETA

NOME	T C	T A	DATA	MC	EST	DC	%G	PS	PD	DIN - D			DIN - E			VO2	
										D1	D2	D3	E1	E2	E3		