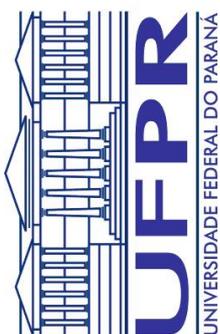
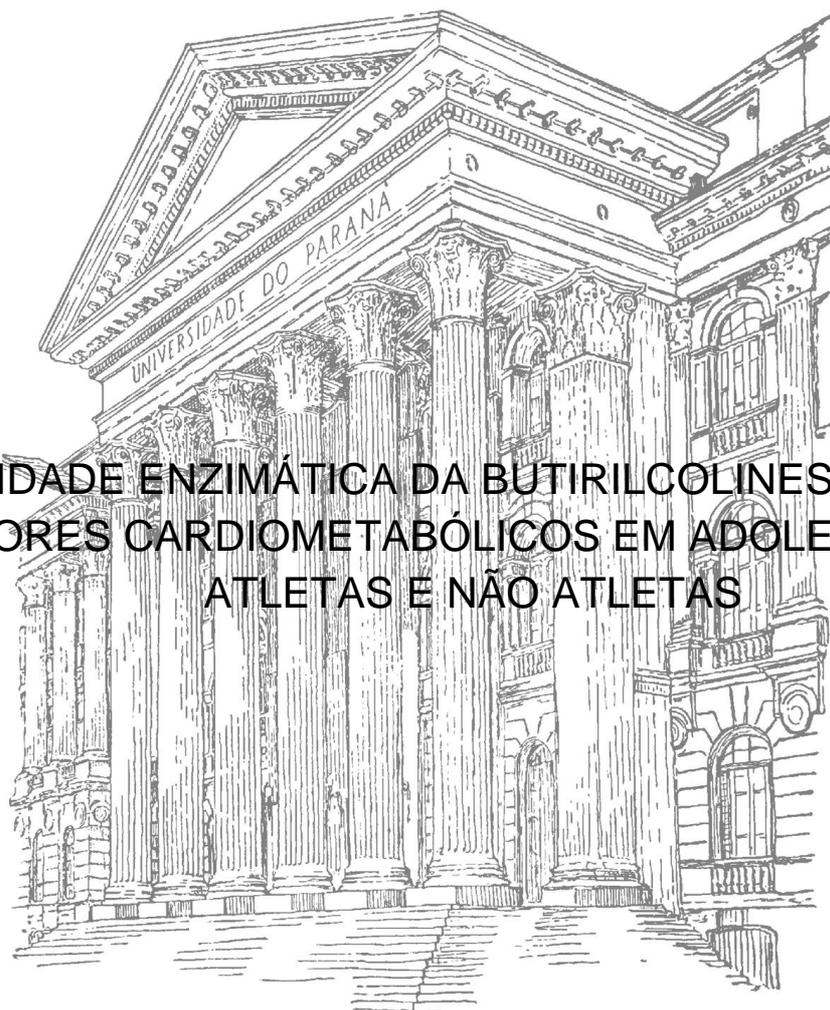


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

DERICK ANDRADE MICHEL

ATIVIDADE ENZIMÁTICA DA BUTIRILCOLINESTERASE E  
FATORES CARDIOMETABÓLICOS EM ADOLESCENTES  
ATLETAS E NÃO ATLETAS



CURITIBA  
2017

DERICK ANDRADE MICHEL

ATIVIDADE ENZIMÁTICA DA BUTIRILCOLINESTERASE E  
FATORES CARDIOMETABÓLICOS EM ADOLESCENTES  
ATLETAS E NÃO ATLETAS

Dissertação de mestrado apresentada como pré-requisito para a obtenção do Título de Mestre em Educação Física do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Neiva Leite

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciane Viater Tureck

CURITIBA

2017

Universidade Federal do Paraná Sistema de  
Bibliotecas

Michel, Derick Andrade

Atividade enzimática da butirilcolinesterase e fatores  
cardiometabólicos em adolescentes atletas e não atletas. / Derick  
Andrade Michel. - Curitiba, 2017.

106 f.: il. ; 30cm.

Orientador: Neiva Leite  
Coorientador: Luciane Viater  
Tureck

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor  
de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
Setor CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
Programa de Pós-Graduação EDUCAÇÃO FÍSICA

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO FÍSICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **DERICK ANDRADE MICHEL** intitulada: **Atividade enzimática da butirilcolinesterase e fatores cardiometabólicos em adolescentes atletas e não atletas**, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua \_\_\_\_\_ **APROVAÇÃO** \_\_\_\_\_ no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

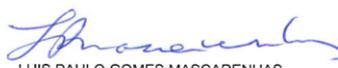
CURITIBA, 16 de Agosto de 2017.



NEIVA LEITE  
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)



PAULO CESAR BARAUCE BENTO  
Avaliador Interno (UFPR)



LUIS PAULO GOMES MASCARENHAS  
Avaliador Externo (UNICENTRO)

Dedico este trabalho a minha mãe Elza, meu pai Raul e minha irmã Jessica, por sempre me apoiarem e acreditarem nas minhas escolhas, também por serem responsáveis por não me fazer desistir.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus Pais e minha irmã, por sempre estarem presentes e me apoiarem em todos os momentos e sempre se fazerem presentes na medida do possível.

Aos meus amigos de infância da minha cidade natal Bossoroca-RS, que mesmo longe sempre estão em contato, aliviando o fardo de se afastar de tudo e todos em busca de objetivos maiores.

A minha orientadora Professora Dr<sup>a</sup> Neiva Leite, por dar a oportunidade para um gaúcho que apareceu tentando a sorte no concurso de mestrado, por passar o máximo de conhecimento e mostrar a direção que devo seguir para ser o melhor profissional possível.

Aos meus familiares de União da Vitória que me receberam no primeiro mês quando decidi me mudar para o Paraná, aos meus primos, Klaus pela irmandade e por dividir o quarto e Nicolas outro irmão que iniciou a jornada em Curitiba junto comigo desde os primeiros passos por aqui.

Aos colegas e amigos do Núcleo de Qualidade de vida, por sempre arrumarem um tempo para falar dos problemas comuns desta etapa de nossas vidas.

As colegas de trabalho do projeto, Patricia e Maiara, por toda a ajuda, conversas, paciência e convívio durante todo o meu percurso no mestrado.

Ao amigo Jean, por me receber em sua casa até eu me estabelecer na cidade de Curitiba. A capes que me proporcionou bolsa de estudos por 12 meses.

A minha querida prima Dr<sup>a</sup> Lizandra Andrade, por seus conselhos e ajuda incondicionais, neste momento tão importante.

Por último e não menos importante ao amigo Rodrigo, secretário do PPGEDF, por sempre ter uma solução para as mais diversas situações.

## RESUMO

O comportamento sedentário acarreta no desenvolvimento de diversos fatores de risco cardiometabólicos, entre eles as dislipidemias e obesidade. Além disso, alterações na espessura médio intimal (EMI) da artéria carótida e a atividade aumentada da enzima butirilcolinesterase (BChE) também se relacionam aos riscos cardiovasculares, o que torna importante a avaliação destes parâmetros. Objetivo: Investigar a relação entre a aptidão cardiorrespiratória e os fatores de risco cardiometabólicos, bem como a atividade enzimática da butirilcolinesterase em adolescentes atletas e não atletas. Métodos: A amostra foi composta por 34 escolares eutróficos, de ambos os sexos, com idades entre 11 e 17 anos, provenientes de escola pública do Paraná. Os participantes foram divididos em dois grupos, conforme o histórico de prática de atividades físicas em: atletas (GA) com  $\geq 400$  minutos/semana ( $n=20$ ) e não atletas (GNA) com  $< 300$  minutos/semana ( $n=14$ ). Todos foram avaliados quanto às medidas antropométricas, consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) em teste progressivo em esteira, composição corporal por Bioimpedância elétrica (BIA) e EMI por ultrassom. Foram analisadas as concentrações sanguíneas de glicose, insulina (Ins), perfil lipídico, atividade da BChE. Os grupos foram comparados com o Teste t de student para amostras independentes e aplicados os testes de correlação de Pearson e Spearman, além do teste de regressão múltipla, sendo considerado significativo  $p < 0,05$ . Os grupos foram semelhantes em suas características gerais, contudo foram observadas maiores percentuais de gordura (%G), gordura em quilos (Gkg) e frequência cardíaca de repouso (FCrep), bem como menores valores no percentual de massa magra (%MM) e  $VO_{2max}$  no GNA do que no GA, variáveis que são influenciadas pelo nível de treinamento. A EMI e as concentrações da BChE foram adequadas e semelhantes na comparação entre os dois grupos. As variáveis bioquímicas foram semelhantes entre os grupos, apenas o *very low density lipoprotein* apresentou concentração média mais elevada no GNA ( $p < 0,05$ ). Em relação às frequências de dislipidemias, ambos os grupos apresentaram proporções elevadas de alterações no perfil lipídico, valores acima de 40% de escolares para aumento de colesterol e VLDL, além de alterações muito elevadas nos triglicerídeos (TG) com mais de 80% de frequência nos sujeitos. Na análise da classificação da aptidão cardiorrespiratória, o GNA apresentou menor proporção de aptidão boa e excelente do que o GA (Qui=14,55,  $p=0,0001$ ). Quanto à classificação de adiposidade pelo percentual de gordura, não foi observada diferença entre os grupos quando divididos como excesso de peso ou adequados (Qui=0,30,  $p=0,5828$ ), entretanto quando utilizado o ponto de corte para obesidade houve maior proporção no GNA (Qui= 4,37,  $p=0,03$ ). No GA foram observadas correlações diretas e moderadas com índice de massa corporal e score z ( $r=-0,627$ ;  $p=0,00$ ;  $r=-0,469$ ;  $p=0,03$ ), Gkg ( $r=-0,496$ ,  $p=0,02$ ), e circunferência abdominal ( $r=-0,617$ ;  $p=0,00$ ), VLDL ( $r=-0,505$ ;  $p=0,02$ ), TG ( $r=-0,504$ ;  $p=0,02$ ) e Ins ( $r=0,470$ ;  $p=0,03$ ), enquanto que para o GNA não foi observada nenhuma correlação significativa. Esta pesquisa foi a primeira que analisou a aptidão cardiorrespiratória e a atividade enzimática da BChE em adolescentes eutróficos atletas e não atletas. Neste estudo, conclui-se que o comportamento sedentário em adolescentes eutróficos não revelou impacto negativo sobre os parâmetros bioquímicos, EMI e concentrações da BChE. Entretanto, os escolares não atletas apresentaram menor aptidão cardiorrespiratória e piores parâmetros da composição corporal, o que significa menor aptidão física, que pode, em médio prazo, desencadear o excesso de peso e fatores cardiometabólicos, que podem ocasionar prejuízos para a saúde em distintos momentos da vida.

Palavras-chave: Adolescente. Atividade física. Perfil lipídico. Butirilcolinesterase.

## ABSTRACT

Sedentary behavior leads to the development of several cardiometabolic risk factors, including dyslipidemia and obesity. In addition, changes in intima-media thickness (IMT) of carotid artery and increased activity of butyrylcholinesterase enzyme (BChE) are also related to cardiovascular risks, which makes it important to evaluate these parameters. Objective: To investigate the relationship between cardiorespiratory fitness and cardiometabolic risk factors as well as the enzymatic activity of butyrylcholinesterase in athletes and non-athletes. Methods: The sample consisted of 34 eutrophic adolescents of both sexes, aged between 11 and 17 years old, students of a public school in Paraná. Participants were divided into two groups, according to their physical activities: Athletes (GA) with  $\geq 300$  minutes / week ( $n = 20$ ) and non-athletes (GNA) with  $< 300$  minutes / week ( $n = 14$ ). All were evaluated for anthropometric measures, maximum oxygen intake ( $VO_{2max}$ ) in a treadmill progressive test, body composition by Electric Bioimpedance (BIA) and IMT. The blood concentrations of glucose, insulin (Ins), lipid profile, BChE activity. The groups were compared with the Student's t-test for independent samples and the Pearson and Spearman correlation tests were applied, in addition to the multiple regression test, being considered significant  $p < 0.05$ . The groups were similar in their general characteristics, however, higher percentages of fat (% F), fat in kilograms (Fkg) and resting heart rate (HRR) were observed, as well as lower values in the percentage of lean mass (% LM) and  $VO_{2max}$  in GNA than in GA, variables that are influenced by the level of training. The EMI and the concentrations of BChE were adequate and similar in the comparison between the two groups. The biochemical variables were similar between the groups, only the very low density lipoprotein had the highest mean concentration in GNA ( $p < 0.05$ ). Regarding the frequencies of dyslipidemia, both groups presented proportions of 40% of students with alterations to cholesterol and VLDL, in addition to very high triglyceride (TG) changes with more than 80% frequency in subjects. In the analysis of the classification of cardiorespiratory fitness, GNA presented a lower proportion of good and excellent fitness than GA (Chi = 14.55,  $p = 0.0001$ ). Regarding the classification of adiposity by fat percentage, no difference was observed between the groups when divided as overweight or adequate (Chi = 0.30,  $p = 0.5828$ ), however, when the cutoff point for obesity was used, there was a higher proportion of GNA (Chi = 4.37,  $p = 0.03$ ). In GA, direct and moderate correlations were observed with body mass index and z score ( $r = -0.627$ ,  $p = 0.00$ ,  $r = -0.469$ ,  $p = 0.03$ ), Fkg ( $r = -0.496$ ,  $p = 0$  ( $R = -0.504$ ,  $p = 0.02$ ), and waist circumference (WC) ( $r = -0.617$ ,  $p = 0.00$ ), VLDL ( $r = -0.505$ ,  $p = 0.02$ ), triglycerides And Ins ( $r = 0.470$ ,  $p = 0.03$ ), whereas for GNA no significant correlation was observed. This research was the first that analyzed the cardiorespiratory fitness and enzymatic activity of BChE in adolescents athletes and non-athletes. In this study, it was concluded that the sedentary behavior in eutrophic adolescents did not show negative impact on the biochemical parameters, EMI and concentrations of BChE. However, non-athlete schoolchildren presented lower cardiorespiratory fitness and worse body composition parameters, which means lower physical fitness, which in the medium term may trigger overweight and cardiometabolic factors. Such factors can cause health damage at different points in life.

Key words: Adolescent, Physical exercise, Lipid Profile, Butyrylcholinesterase,

## LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

FIGURA 1 - REGIÃO 3Q26.1 (LINHA VERMELHA) LOCALIZAÇÃO DO GENE .....	28
FIGURA 2 - NÚMERO DE PARES DE BASES EM CADA ÉXON.....	28
FIGURA 3 - PROCESSO DE TRIAGEM DOS PARTICIPANTES .....	41
FIGURA 4 - IMAGEM DA ULTRASSONOGRAFIA DA EMI.....	46
GRÁFICO 1 - FREQUÊNCIA DE PARTICIPANTES CLASSIFICADOS PELA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA (APCR).....	57
GRÁFICO 2 - FREQUÊNCIA DE INDIVÍDUOS QUE APRESENTARAM VALORES ACIMA DOS DESEJÁVEIS PARA OS PARÂMETROS METABÓLICOS.....	59

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - FUNÇÕES E PROCESSOS QUE O GENE BCHE PARTICIPA.....	28
TABELA 2 - CLASSIFICAÇÃO DO PERCENTUAL DE GORDURA PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES DE 7 A 17 ANOS .....	44
TABELA 3 - CLASSIFICAÇÃO DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA PELO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO PARA AS FAIXAS ETÁRIAS DE 10 A 14 ANOS .....	51
TABELA 4 - CLASSIFICAÇÃO DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA PELO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO (VO <sub>2</sub> MAX - ML/KG.MIN) PARA AS FAIXAS ETÁRIAS DE 15 A 24 ANOS .....	51
TABELA 5 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS GRUPOS ATIVOS E SEDENTARIOS APRESENTADOS EM MÉDIA ( $\pm$ DP) DAS VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS, FCREP E TANNER .....	54
TABELA 6 - VALORES OBTIDOS NO TESTE PROGRESSIVO MÁXIMO PARA VO <sub>2</sub> MÁX, PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (PSE) E ESTÁGIOS COMPLETOS .....	55
TABELA 7 - TEMPO DE ATIVIDADE FÍSICA REALIZADA POR DIA E POR SEMANA NO GRUPO DE ATLETAS E NÃO ATLETAS. ....	56
TABELA 8 - MÉDIA ( $\pm$ DP) DOS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS DE ATLETAS E NÃO ATLETAS .....	57
TABELA 9 - ESPESSURA MÉDIO-INTIMAL DA CAROTIDA EM ADOLESCENTES ATLETAS E NÃO ATLETAS .....	58
TABELA 10 - CORRELAÇÃO DO VO <sub>2</sub> MÁX E VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS .....	59
TABELA 11 - CORRELAÇÃO DO VO <sub>2</sub> MÁX COM VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS .....	60
TABELA 12 - CORRELAÇÃO DA BCHE COM VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS .....	61
TABELA 13 - CORRELAÇÃO DA BChE COM VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS .....	61
TABELA 14 - CORRELAÇÃO DO PERCENTUAL DE GORDURA COM VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS.....	62
TABELA 15 - REGRESSÃO MÚLTIPLA, UTILIZANDO COMO VARIÁVEL DEPENDENTE A BCHE E VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS COMO INDEPENDENTES.....	63

TABELA 16 - REGRESSÃO MÚLTIPLA, UTILIZANDO COMO VARIÁVEL DEPENDENTE A BCHE E VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS E APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA COMO INDEPENDENTES.....	63
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## LISTA DE SIGLAS

APCR	- Aptidão Cardiorrespiratória
AFMV	- Atividade física moderada vigorosa
CA	- Circunferência abdominal
CT	- Colesterol Total
EMI	- Espessura médio intimal
EMId	- Espessura médio intimal direita
EMle	- Espessura médio intimal esquerda
BChE	- Enzima da butirilcolinesterase
METS	- Equivalente metabólico
BCHE	- Gene da butirilcolinesterase
G Kg	- Gordura em quilos
Gli	- Glicose
HDL-c	- <i>High density lipoprotein</i>
BIA	- Impedância bioelétrica
Ins	- Insulina
LDL-c	- <i>Low density lipoprotein</i>
MM kg	- Massa magra em quilos
PCR	- Proteína C-reativa
% Gordura	- Percentual de gordura
% MM	- Percentual de massa magra
TG	- Triglicerídeos
VLDL	- <i>Very low density lipoprotein</i>
VO <sub>2máx</sub>	- Volume máximo de oxigênio

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1 OBJETIVOS.....	16
1.1.1 Objetivo Geral.....	16
1.1.2 Objetivos Específicos.....	16
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	18
2.1 COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO E INSUFICIÊNCIA DE ATIVIDADES FÍSICAS REGULARES.....	18
2.2 APTIDÃO FÍSICA.....	20
2.2.1 Componentes da aptidão física.....	22
2.3 BUTIRILCOLINESTERASE.....	26
2.3.1 Butirilcolinesterase e Fatores de Risco Cardiometabólicos.....	29
2.4 ESPESSURA MÉDIO INTIMAL ARTERIAL E DISFUNÇÃO ENDOTELIAL.....	38
<b>3. MÉTODOS</b> .....	40
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO.....	40
3.2 PARTICIPANTES.....	40
3.3 AVALIAÇÕES.....	42
3.3.1 Avaliação Médica.....	42
3.3.2 Antropometria.....	43
3.3.3 Impedância Bioelétrica.....	44
3.3.4 Espessura Médio Intimal de Carótida.....	45
3.3.5 Análise sanguínea.....	46
3.3.6 Atividade Enzimática da BChE.....	47
3.3.7 Aptidão Cardiorrespiratória.....	48
3.4 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO (PSE).....	51
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	52
<b>4. RESULTADOS</b> .....	54
<b>5. DISCUSSÃO</b> .....	64

5.1 ATIVIDADE DA BUTIRILCOLINESTERASE (BCHE) E APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA.....	64
5.2 ATIVIDADE DA BCHE E FATORES DE RISCO CARDIOMETABÓLICOS.....	65
5.3 APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA.....	67
5.4 APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA E RISCO CARDIOMETABÓLICO.....	69
5.5 COMPOSIÇÃO CORPORAL E PERCENTUAL DE GORDURA CORPORAL.....	70
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>76</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>99</b>
<b>Anexo 1</b> – Parecer comite de ética .....	<b>99</b>
<b>Anexo 2</b> – Avaliação Médica.....	<b>101</b>
<b>Anexo 3</b> – Estágio puberal proposto por Tanner .....	<b>104</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas houve modificações na rotina diária das populações de diversos países, que afetou o comportamento em relação à prática de atividades físicas tanto na fase infanto-juvenil, como na adulta, com evidente redução na amplitude dos movimentos e do gasto energético nas tarefas do dia-a-dia (CANTARERO et al., 2017). A redução de atividades físicas regulares acarreta em baixa aptidão física, que em conjunto com a alimentação inadequada, relacionam-se com perfis lipídicos alterados, o que reforça a importância do controle das dislipidemias em jovens como ferramenta para promoção da saúde pública (MESA et al., 2006). Essas dislipidemias são descritas na literatura científica como fator determinante para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (SANTOS & MARTINEZ, 2002), sendo que o perfil lipídico inadequado é resultado da interação dos fatores genéticos com o estilo de vida não saudável (V DIRETRIZ BRASILEIRA DE DISLIPIDEMIAS E PREVENÇÃO DA ATEROSCLEROSE, 2013).

Portanto, além do fator comportamental, que pode ser complicador do *status* geral de saúde, os fatores de risco cardiovasculares podem estar relacionados aos aspectos genéticos. Desta forma, há necessidade de se realizar novas análises, que aprofundem o papel exercido por enzimas relacionadas ao perfil lipídico, para melhor entendimento dos processos lipolíticos (MATTEVI et al., 2006). Como, por exemplo, variações do gene da butirilcolinesterase (*BCHE*) e da atividade enzimática da butirilcolinesterase (BChE), que têm sido relacionadas com algumas variáveis metabólicas como as dislipidemias (BENYAMIN et al., 2011), aumento da pressão arterial, obesidade, hiperinsulinemia e doenças cardiovasculares (ALCANTARA et al., 2005; BENYAMIN et al., 2011; LIMA et al., 2013).

A BChE é conhecida também como colinesterase plasmática, uma enzima que está presente em quase todos os tecidos de mamíferos, e são encontradas maiores concentrações dessa enzima no fígado e no plasma sanguíneo (JOHNSON et al., 2012; LOCKRIDGE, 2015). Entretanto, mesmo que a função biológica crítica não seja remetida à BChE, pesquisadores acreditam que ela está correlacionada com a obesidade, por sua capacidade de hidrolisar ésteres de colina (CLITHEROW et al., 1963; CHU et al., 1978; SISKOVA et al., 2012).

A butirilcolinesterase humana (BChE; EC 3.1.1.8) é uma enzima não específica polimórfica, em que a maioria das variantes genéticas são provenientes do gene *BCHE* (3q26.1-q26.2) e podem ser encontradas as mais diversas formas moleculares, como os tetrâmeros, trímeros, dímeros, monômeros entre outras ligações que são codificadas do loco *CHE2*. Podem-se classificar as esterases em três tipos principais levando em consideração o seu principal substrato, as enzimas aromáticas que hidrolisam os ésteres aromáticos, as aliesterases que tem foco nos alifáticos e as colinesterases hidrolisam os ésteres de colina com maior eficiência (FURTADO, 2005).

As colinesterases estão presentes em todos os mamíferos e são conhecidas como: acetilcolinesterase (AChE) e butirilcolinesterase. Ambas são glicoproteínas semelhantes em suas formas moleculares (BALASUBRAMANIAN e BHANUMATHY, 1993). A AChE está presente no sistema nervoso central, plaquetas e membrana de eritrócitos, enquanto que a BChE é abundante no plasma e é sintetizada pelo fígado (MASSOULIE; BON, 1992), órgão responsável pela função de controlar as sínteses de lipoproteínas e comportamento da BChE (BULUT *et al.*, 2013).

O substrato preferencial da BChE é a butirilcolina e apesar da ausência de uma função fisiológica bem definida, a enzima está envolvida em diversos processos biológicos (LOCKRIDGE, 2015), como as dislipidemias, aumento da pressão arterial (BENYAMIN *et al.*, 2011), obesidade e processos lipolíticos (FURTADO, 2005), síndrome metabólica (ALCANTARA *et al.*, 2005), triglicerídeos alterados (LIMA *et al.*, 2013) entre outras funções fisiológicas, funções que podem ter seus efeitos sobre a saúde geral amenizados com a prática de exercícios físicos regulares.

Apesar do papel da BChE nas vias lipídicas metabólicas não estar completamente elucidado, foi proposto que a função seja a hidrólise de ésteres de colina, ou seja, composto do metabolismo de ácidos graxos livres e da lipogênese hepática (CLITHEROW *et al.*, 1963; CHU *et al.*, 1978; SISKOVA *et al.*, 2012). Ainda assim, a atividade enzimática alterada vem sendo associada com fatores ligados a obesidade, como IMC, triglicerídeos e lipoproteínas (CHAUTARD-FREIRE-MAIA *et al.*, 1991; ALCÂNTARA *et al.*, 2002; SCACCHI *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2012; CHAVES *et al.*, 2013; MILANO *et al.*, 2013).

Portanto, a associação de fatores comportamentais e genéticos pode provocar distúrbio do metabolismo dos lipídios, que acarretará em aumento da espessura médio-intimal da carótida (EMI), que está ligada a predisposição de processos inflamatórios crônicos envolvendo doenças cardiovasculares (VERÇOZA *et al.*, 2009) e doenças relacionadas a problemas cardiovasculares como hipertensão arterial sistêmica e aterosclerose na fase adulta (OREN *et al.*, 2003). Investigações apontam que o aumento da espessura médio-intimal da carótida surge na infância (URBINA *et al.*, 2010; BRADY *et al.*, 2012; DOYON *et al.*, 2014) e que a maioria das crianças retém depósitos de gordura na artéria a partir dos três anos de idade (NAPOLI *et al.*, 2005). Um estudo realizado em adolescentes demonstrou que a EMI está significativamente correlacionada aos escores determinantes patológicos da aterosclerose (DAWSON *et al.*, 2009).

Destaca-se também a associação do comportamento sedentário aos problemas cardiometabólicos (HAMILTON *et al.*, 2007, TREMBLAY *et al.*, 2011; PATE, *et al.*, 2011), independentemente do nível de atividade física (KATZMARZYK, *et al.*, 2009; VAN DER PLOEG, *et al.*, 2012). Pesquisadores sugerem que a inatividade física é o maior complicador do estado geral da saúde de crianças e adolescentes, pois potencializa o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, renais, neuromusculares e osteoarticulares (GUALANO *et al.*, 2010). Além de acarretar essas doenças, a prática limitada ou ausente de atividade física pode levar ao atraso nas capacidades motoras em crianças e adolescentes, ocasionando fracasso ao realizar habilidades específicas, na fase motora especializada (GALLAHUE E OZMUN, 2003). O comportamento sedentário, resultado da ocupação da maior parte de tempo diário com atividades em frente à televisão, videogame, *tablets*, celulares e computador, denominado como tempo de tela, que é representado pelo somatório do tempo gasto em todas as atividades realizadas em frente às telas (PERSON *et al.*, 2011), precisa ser evitado pela população infanto-juvenil (TREMBLAY *et al.*, 2011; GUERRA *et al.*, 2016).

Nesse sentido, introduzir o hábito de praticar atividades físicas no dia a dia de crianças e adolescentes, somado à diminuição do tempo de tela são medidas que resultarão em estilo de vida saudável e na prevenção do comportamento sedentário (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA, 2008). Desde os anos 90, no estudo de

Guedes e Guedes (1995), observaram que a prática regular de atividades físicas aumenta os índices de aptidão física, influenciando diretamente a saúde dos indivíduos. Estudos evidenciam que crianças e adolescentes fisicamente ativos possuem maior chances de manter um estilo de vida menos sedentário quando adultas (HUOTARI *et al.*, 2011; CIELAND *et al.*, 2012). Entretanto, até o momento, não foram encontrados estudos que avaliaram o impacto da aptidão cardiorrespiratória e comportamento sedentário sobre a atividade da BChE, que pode provocar dislipidemias e, conseqüentemente, acarretar modificações na EMI em adolescentes eutróficos. O que demonstra uma lacuna científica na avaliação da influência do comportamento sedentário e da aptidão cardiorrespiratória sobre estas variáveis.

Diante do exposto, o presente estudo pretende averiguar a influência da aptidão cardiorrespiratória (APCR) na atividade enzimática da butirilcolinesterase, fatores de risco cardiometabólicos e espessura médio intimal da artéria carótida em adolescentes eutróficos atletas e não atletas. Além disso, a partir da pesquisa, busca-se contribuir na identificação e prevenção precoce dos fatores adversos a saúde, com a possibilidade de verificar a relevância da substituição do comportamento sedentário por hábitos saudáveis.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Investigar a relação entre a aptidão cardiorrespiratória e os fatores de risco cardiometabólicos, bem como a atividade enzimática da butirilcolinesterase (BChE) e espessura médio-intimal (EMI) da artéria carótida em atletas e não atletas eutróficos.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Comparar os níveis de aptidão física pelo teste de esforço máximo entre os grupos de adolescentes.

- Analisar o efeito da aptidão cardiorrespiratória sobre as variáveis antropométricas e bioquímicas analisadas.
- Verificar se a atividade da BChE e a EMI da artéria carótida diferem entre adolescentes atletas e não atletas eutróficos.
- Averiguar se a atividade enzimática da BChE possui relação com o perfil lipídico e com a EMI da artéria carótida nos adolescentes avaliados.
- Estabelecer comparativo entre a frequência de fatores de risco cardiometabólicos em adolescentes atletas e não atletas eutróficos.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

O comportamento sedentário faz parte do cotidiano da maior parte da população mundial, em decorrência da redução da amplitude do movimento humano nas atividades diárias, pois são realizadas em equipamentos que foram inventados para dar praticidade e economizar os gastos energéticos nas atividades motoras no tempo de lazer e trabalho (MENDES e LEITE, 2012). Porém, as consequências do comportamento sedentário precisam ser melhor compreendidas e, para isso, o ideal é serem utilizadas amostras populacionais em diferentes regiões e culturas, enriquecendo assim a compreensão das complicações para a saúde, o que possibilitará a criação de diretrizes de combate ao mesmo (BAUMAN *et al.*, 2011; HAMILTON *et al.*, 2008; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010).

Esta revisão foi dividida em tópicos, em que serão abordados os conceitos de comportamento sedentário, bem como as suas consequências relacionadas à redução da aptidão física e ao aparecimento dos riscos cardiometabólicos de forma precoce na infância e adolescência.

### 2.1 COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO E INSUFICIÊNCIA DE ATIVIDADES FÍSICAS REGULARES

O comportamento sedentário tem sido determinado por uma exposição a atividades com baixo dispêndio energético, atividades  $\leq 1.5$  METS (OWEN *et al.*, 2010; R. R. PATE *et al.*, 2008). Mais especificamente, considera-se que o comportamento sedentário é o tempo gasto em atividades na posição sentada ou deitada ou esse tempo fragmentado, ou seja, muitas horas ininterruptas ou muitas porções de tempo, e está relacionada a resultados prejudiciais à saúde, como o aparecimento de fatores de risco cardiometabólicos e aumento da circulação de marcadores inflamatórios (HEALY *et al.*, 2008; HEALY *et al.*, 2011).

Atualmente, é frequente a observação do acúmulo de diferentes formas do comportamento sedentário, representadas por períodos maiores que 2h/dia em tempo em frente à tela, sendo que o somatório é também denominado tempo de tela. Essas atividades sedentárias são realizadas principalmente em finais de semana, em que existe a facilidade do uso de mídias digitais, o que favorece mudanças culturais

relacionadas à adoção do estilo de vida sedentário (BARR-ANDERSON & SISSON, 2012). Com a crescente disponibilidade de aparelhos eletrônicos, alterações nos comportamentos familiares e as dificuldades de seguranças encontradas, favorecem que as crianças continuem dentro de suas casas por mais tempo, o que aumenta a exposição ao comportamento sedentário (CILLERO & JAGO, 2010).

A União Internacional de Telecomunicações – UIT divulgou dados segundo os quais, em 2015, o número de celulares em uso no mundo passou de 7 bilhões. Segundo a agência da ONU, em 2000 o número de aparelhos celulares era de 738 milhões. De acordo com o relatório da UIT, atualmente, 3,2 bilhões de pessoas no mundo têm acesso à internet, sendo que a maioria nos países em desenvolvimento. Informações da Anatel indicam que o Brasil, em março de 2016, contava com 257,8 milhões de celulares e densidade de 125,42 cel/100 hab. O número de computadores *tablets* também aumentou, os especialistas preveem que as suas vendas poderão superar compras de PCs em 2016 (NPD, 2016). Além desses aspectos, a utilização de diversos aparelhos ao mesmo tempo é cada vez mais comum, facilitando o comportamento sedentário em crianças e adolescentes (JAGO *et al.*, 2011; FERRAR *et al.*, 2013).

Na última década, pesquisas relacionadas ao comportamento sedentário passaram a ser reconhecidas como questão de saúde pública (HALLAL *et al.*, 2012). O período infante-juvenil apresenta peculiaridades relevantes para pesquisar o comportamento sedentário, por ser uma época caracterizada por mudanças físicas e mentais acentuadas, por ser período marcado por mudanças na composição corporal, sensibilidade à insulina e crescimento durante a maturação sexual (ALBERGA *et al.*, 2012). Nessa perspectiva, existem evidências diretas sobre desfechos de saúde, como obesidade, síndrome metabólica e doenças cardiovasculares em populações jovens (TREMBLAY *et al.*, 2011; PATE *et al.*, 2011). Além das doenças citadas por Howard *et al.* (2013), adicionam a trombose venosa como um dos resultados do comportamento sedentário para adultos, além de todos esses fatores apresentados o comportamento sedentário tem relação com a redução da expectativa de vida (KATZMARZYK e LEE, 2012).

Apesar das dificuldades de um consenso em relação à terminologia adequada, observa-se certo cuidado com a utilização dos conceitos apropriados na classificação

dos níveis de atividade física e comportamento sedentário. Então, a incapacidade de atingir o mínimo das diretrizes de saúde pública para os níveis recomendados de intensidade moderada/vigorosa (AFMV), tem sido chamada de inatividade física (HALLAL *et al.*, 2012). Para Mullen *et al.* (2011), mesmo com o uso correto do termo por pesquisadores da área, a palavra sedentarismo ainda é utilizada inadequadamente para o baixo dispêndio de energia em AFMV. O que acaba causando uma interpretação errônea na generalização dos resultados de ensaios (FARIAS JUNIOR, 2011)

Com a intenção de sensibilizar a população quanto aos benefícios para a saúde, não é necessária a participação em programas mais intensos de atividade física, se faz necessária a indicação da prática de intensidade moderada para a prevenção de doenças (PATE *et al.*, 1995; WHO, 2010). No decorrer do tempo, verifica-se maior cautela no uso dos conceitos apropriados na classificação dos níveis de atividade física e comportamento sedentário.

O comportamento sedentário mostra ter influência direta na incapacidade dos jovens não atingirem os mínimos recomendados de atividade física, colocando a si mesmos em situação de maior suscetibilidade a doenças e menor aptidão física, aptidão essa relacionada a status de saúde futuros, o que será abordado no tópico a seguir.

## 2.2 APTIDÃO FÍSICA

A aptidão física é definida como uma condição biológica voltada à competência de executar um esforço físico, além da presença de uma autoproteção para evitar debilidades nos sistemas energéticos e músculo-articulares (GUEDES *et al.*, 2012).

Também pode ser considerada a capacidade de efetuar tarefas diárias com vigor, sem fadiga excessiva e com reservas de energia voltadas para o lazer e possíveis emergências (GARATACHEA & LUCIA, 2012). Quando é abordado o tema aptidão física, intrinsecamente engloba-se a realização de atividade física ou exercício de forma regular.

A atividade física pode ser definida como qualquer movimento corporal produzido pela estrutura músculo esquelética, que exija gasto de energia, incluindo atividades realizadas no período de trabalho, brincadeiras, tarefas domésticas,

viagens e atividades recreativas (WHO 2017). A organização mundial de saúde complementa que o termo “atividade física” não deve ser confundido com “exercício”, que é uma subcategoria da atividade física planejada, estruturada, repetitiva e tem objetivos para melhorar ou manter um ou mais componentes da aptidão física (WHO, 2017).

Melhores condições cardiorrespiratórias, de força muscular, flexibilidade e a condição adequada de gordura corporal, estão relacionadas com chances menores de ocorrência de doenças degenerativas. Então, a conduta de hábitos voltados para a prática de atividade física no período infanto-juvenil pode refletir positivamente na aptidão física e saúde quando adultos (NAHAS, 2001; MCGEE *et al.*, 2006).

Propostas que corroboram com o estilo de vida saudável, que compreende a educação alimentar e a atividade física regular, têm identificado melhor perfil antropométrico e metabólico em adolescentes obesos (LEITE *et al.*, 2009a). A participação em atividades físicas regulares é aceita como forma preventiva de variedade de riscos à saúde em todas as idades, gêneros, etnias e grupos socioeconômicos (JANSSEN I &LEBLANC AG, 2010).

Por todo o mundo, as diretrizes de atividade física e saúde pública expressam a necessidade dos exercícios para crianças e adolescentes (TREMBLAY *et al.*, 2011; WHO, 2012). Muitas organizações, incluindo a *American Academy of Pediatrics*, *American Physical Therapy Association*, and *American College of Sports Medicine*, têm revisado e apoiado às diretrizes Americanas (HAGAN *et al.*, 2012; ACSM, 2010). Em 2010, a WHO, recomendou que jovens de 5 – 17 anos, deveriam acumular pelo menos 60 minutos de AFMV diária, e com quantidades maiores de 60 minutos seriam adicionados benefícios à saúde, porém que a atividade intensa deveria ser incorporada pelo menos três vezes na semana (WHO, 2010). O estudo de Kriemler *et al.* (2010) mostra que o aumento da atividade física moderada vigorosa tem grandes reduções no risco cardiometabólico, triglicérides e glicose, e há aumento do HDL-c, comparando grupos de intervenção e controle. Outros achados corroboram com a associação positiva da AFMV com o aumento do HDL-c (HJORTH *et al.* 2014a) e redução da pressão arterial diastólica (HALLAL *et al.* 2011; KNOWLES *et al.* 2013).

São abundantes as evidências que mencionam os 60 minutos diários de AFMV e os importantes benefícios que eles podem promover para a composição corporal,

saúde cardiovascular e metabólica, músculo esquelética, mental e melhora acadêmica em crianças e adolescentes (STRONG *et al.*, 2005; JANSSEN AND LEBLANC 2010; POITRAS *et al.*, 2016). Fatores que serão abordados nos próximos tópicos.

### 2.2.1 Componentes da aptidão física

A aptidão física relacionada à saúde engloba questões motoras, que podem atribuir proteção ao aparecimento e ao desenvolvimento de disfunções degenerativas provocadas pelo estilo de vida sedentário (GUEDES, 2007). Cada um dos componentes da aptidão física relacionada à saúde, aptidão cardiorrespiratória, força/resistência muscular, composição corporal, flexibilidade e capacidade neuromotora, tem influência considerável em algum aspecto de saúde (GARBER *et al.*, 2011). Sob o enfoque fisiológico, a aptidão cardiorrespiratória depende basicamente de dois aspectos: 1) capacidade química da utilização de oxigênio como fonte principal para prover energia aos músculos, chamado componente periférico; 2) combinação dos mecanismos pulmonar, sanguíneo, vascular, cardíaco e celular para o transporte de oxigênio até o sistema aeróbio dos músculos, chamado componente central (GUEDES, 2007).

Entretanto, quando se trata da aptidão cardiorrespiratória as evidências não são claras relacionadas às crianças e adolescentes, contudo acredita-se que a associação entre obesidade e risco cardiovascular é medida pela aptidão cardiorrespiratória desde o período infantil (EISENMANN *et al.*, 2007). Nota-se elevado risco cardiometabólico em crianças e adolescentes com sobrepeso e obesos que praticam atividades físicas mais leves em relação as que praticam atividades mais intensas (CÁRDENAS *et al.*, 2015). Jiang *et al.* (2013) evidenciaram que a menor aptidão cardiorrespiratória é fator de risco independente para a ocorrência de doenças cardíacas futuras. Elucidando assim a importância de sua análise.

Para a avaliação da capacidade funcional desse componente o teste cardiopulmonar de esforço é considerado instrumento completo, que permite a aferição composta de respostas ao exercício, que compreende os sistemas cardiovascular, pulmonar, neurofisiológico e músculo esquelético (WASSERMAN & WHIPP, 1975). E esse teste reflete a máxima capacidade de um indivíduo absorver,

transportar e consumir oxigênio, por meio do seu consumo máximo [ $VO_{2máx}$ ] (WASSERMAN, 2012). Os elementos fundamentais de um  $VO_{2máx}$  adequado são os seguintes: fatores genéticos, quantidade de massa muscular, idade, sexo e peso corporal (WASSERMAN & WHIPP, 1975). Portanto, a resistência cardiorrespiratória deverá fornecer certa noção sobre a eficiência do jovem consumir energia, por meio de processos oxidativos, para sustentar um período longo de trabalho muscular. O parâmetro fisiológico universal aceito como o principal componente relacionado à resistência cardiorrespiratória é o  $VO_{2máx}$  (GUEDES, 2007).

Os demais componentes da aptidão física relacionada à saúde são a força/resistência muscular, composição corporal, flexibilidade e capacidade neuromotora. A força/resistência muscular é definida como nível máximo de tensão alcançado por grupo muscular específico, e a resistência como pertencendo ao mesmo grupo muscular em manter a tensão por período de tempo maior (SHARKEY, 1997). A força muscular é forte marcador de saúde durante a adolescência para a futura vida adulta (ARTERO *et al.*, 2012). Em adolescentes tem sido reportada negativa associação entre força muscular e doenças cardiovasculares, fatores de risco como triglicerídeos, colesterol total, alto LDL, pressão arterial (VAARA *et al.*, 2013), e resistência à insulina (SMITH *et al.*, 2014). Os mesmos benefícios foram bem estabelecidos na década passada, e ainda foram adicionados que o treinamento de resistência leva a aumentos de força, resistência e tamanho muscular (WILLIAMS *et al.*, 2007).

A prescrição de treinamento de força em crianças foi por muito tempo evitado e negligenciado por profissionais da saúde, por acreditarem que provocaria lesões permanentes, porém essa preocupação não foi comprovada. A participação em treinamentos de resistência e levantamento de peso origina baixo risco de lesão, quando realizado com supervisão e progressão adequada. Preocupações sobre lesões em placas de crescimento durante os treinamentos de resistência aparentemente são infundadas, sem evidências que o levantamento de peso afeta o crescimento ou a maturação, desde que seja realizado com carga adequada e supervisão profissional (MALINA, 2006; FAIGENBAUM *et al.*, 2009).

A flexibilidade, relacionada com a força muscular, por se tratar de uma habilidade isolada por estruturas musculares e articulações, foi definida por Sharkey

(1997), como a capacidade das articulações executarem movimentos especificamente de uma posição em extensão para flexão, ou de flexão para extensão. Sendo assim, como no caso da força/resistência muscular, a flexibilidade configura-se para uma articulação e para determinado movimento, não como característica geral de todo o corpo, apresentando grande importância na realização de padrões de movimento (GUEDES, 2007).

Embora a flexibilidade das articulações diminua com a idade, ela pode ser melhorada em qualquer idade (DECOSTER *et al.*, 2005; GAIDOSIK *et al.*, 2007). O alcance do movimento das articulações pode aumentar transitoriamente depois de exercícios de flexibilidade, aproximadamente após 3-4 semanas de treinamento regular de alongamentos com uma frequência de no mínimo 2-3 vezes por semana (DECOSTER *et al.*, 2005; RADFORD *et al.*, 2006; KOKKONEN *et al.*, 2007), e ela pode melhorar em apenas 10 sessões com um programa intensivo (GUISARD N & DUCHATEAU, 2004). Exercícios de alongamento podem aprimorar a estabilidade postural e o equilíbrio (COSTA *et al.*, 2009), principalmente quando combinadas com exercícios de resistência (BIRD *et al.*, 2011).

Aliado com força muscular e flexibilidade, o treinamento de exercícios neuromotores, conhecidos também como treinamento funcional, tai chi e yoga, inclui habilidades motoras como equilíbrio, coordenação, marcha, agilidade e propriocepção, atividades essas que englobam várias habilidades, o que proporciona a combinação de exercícios neuromotores, de resistência e flexibilidade (GARBER *et al.*, 2011). Esse estilo de treinamento é benéfico para programas que atendem idosos, especialmente para melhorar o equilíbrio, agilidade, força muscular e reduzir o risco de quedas (BIRD *et al.*, 2011; JAHNKE *et al.*, 2010; TUZUN *et al.*, 2010). O estilo de treinamento, principalmente que está relacionado ao desenvolvimento da força muscular, mostra resultado em relação à melhora na composição corporal (SILLANPÄÄ *et al.*, 2009; NEVES *et al.*, 2017), cardiovascular (SHAW AND SHAW, 2009; HO *et al.*, 2012), metabolismo (SCHUMANN *et al.*, 2014; NEVES *et al.*, 2017) e capacidade funcional (NEVES *et al.*, 2017). Outros achados sugerem que exercícios envolvendo equilíbrio e agilidade pode reduzir a lesão de cruzado anterior (HEWETT TE *et al.*, 2005; TAKESHIMA N *et al.*, 2007) e lesões recorrentes no tornozelo em

atletas homens e mulheres (HRYMALLIS C, 2007), estudos esses realizados com população adulta.

No que concerne à composição corporal, vale salientar que este termo é utilizado para descrever a porcentagem de tecidos que juntos compõem o corpo humano. Trata-se de uma expressão relativa de gordura, mais massa livre de gordura e massa corporal, por ser do senso comum o índice de massa corporal (IMC) é geralmente aceito como base de medidas para a composição corporal, no entanto, pode não refletir corretamente no caso de pessoas muito musculosas ou muito magras (LANDRY & DRISCOLL, 2012).

No domínio da composição corporal, o excesso de peso está associado ao risco aumentado de resultados adversos de saúde e os níveis mais elevados de aptidão cardiorrespiratória estão associados com menor risco para condição inadequada de saúde (GARBER *et al.*, 2011). O que ressalta a importância da implementação do exercício para essa faixa etária.

Pesquisas evidenciam que aproximadamente 62 a 76% da população mundial atingiram níveis de gordura corporal que podem prejudicar a saúde (MAFFETONE *et al.*, 2016). Tal porcentagem evidencia destaca que as condições de sobrepeso e obesidade podem representar ameaça permanente para a saúde, substituindo os problemas tradicionais de desnutrição e doenças infecciosas (MAFFETONE *et al.*, 2017). Sabe-se bem que o excesso de gordura compartilha ligações diretas com a resistência à insulina e inflamação crônica, hipertensão, dislipidemia, doença cardíaca coronária, acidente vascular cerebral, câncer, diabetes tipo 2, doença da vesícula biliar, osteoartrite, gota, doenças pulmonares entre outros (WHO, 2000).

As taxas globais dessas condições em adultos, crianças e adolescentes têm crescido significativamente nos últimos 40 anos, paralelo ao aumento sensível no número de pessoas classificadas com sobre peso e obesidade (WHO, 2011).

Enquanto a prevalência do sobrepeso e da obesidade é bem estabelecida (NG *et al.*, 2014), muitos indivíduos com peso normal e não obesos estão demonstrando valores excessivos de gordura corporal o que pode afetar adversamente a saúde (ROMERO *et al.*, 2010; FREEDMAN *et al.*, 2015). Desta forma, depender do índice de massa corporal (IMC) para determinar o início do sobre peso e obesidade pode classificar erroneamente até 50% ou mais de pacientes com excesso de gordura

corporal que podem ter os riscos para a saúde aumentados (ROMERO *et al.*, 2008; OKORODUDU *et al.*, 2010).

Os valores do IMC para saúde mudam com a idade, tendo seu ponto mais baixo dos 5-7 anos. Relações favoráveis têm sido demonstradas entre a baixa porcentagem de gordura corporal e HDL, pressão arterial e sensibilidade à insulina, com associação mais forte nos grupos mais jovens (ONDRAK KS *et al.*, 2007). Todos os componentes da aptidão física estão relacionados diretamente à saúde e à qualidade de vida das crianças e adolescentes, sendo que o seu desenvolvimento inadequado traz consequências pelo aparecimento de fatores cardiometabólicos em fase precoce (TREMBLAY *et al.*, 2011), que se deve ao comportamento sedentário adotado na vida diária, bem como aos fatores genéticos ligados diretamente com o metabolismo, como, por exemplo, a atividade da butirilcolinesterase, que será abordada no próximo tópico.

### 2.3 BUTIRILCOLINESTERASE

No sangue humano estão presentes diversas substâncias, inclusive as colinesterases, conhecidas como butirilcolinesterase (BChE, EC 3.1.1.8) e acetilcolinesterase (AChE, 3.1.1.7). As esterases (EC 3.1.1.X) englobam um grande grupo de hidrolases que catalisam a clivagem de ésteres de colina. Muitas dessas esterases exibem uma vasta gama de substratos (LOPES *et al.*, 2011). As colinesterases são esterases que tem como função catalisar com mais eficiência, a hidrólise de ésteres de colina e se diferenciam de outras esterases por apresentar sensibilidade à inibição por fisostigmina na concentração de  $10^{-5}$  M (AUGUSTINSSON, 1963). Essas esterases podem ser classificadas como esterases aromáticas, aliesterases e colinesterases que apresentam preferência por ésteres aromáticos, alifáticos e de colina (FURTADO, 2005)

Ambas (AChE e BChE) são glicoproteínas e apresentam formas moleculares com certa semelhança nas suas sequências de aminoácidos e formas, incluindo monômeros, dímeros, tetrâmeros e oligômeros complexos, elas se diferenciam na sensibilidade inibitória (LOCKRIDGE *et al.*, 1987). A BChE é produzida no fígado e é distribuída no organismo, sendo encontrada no plasma, coração, pâncreas, endotélio vascular, pele, cérebro, músculo liso e adipócitos (CHATONNET e LOCKDRIDGE,

1989). A proteína é apresentada em neurônios e seus dendritos proximais na amígdala, hipocampo e tálamo (DARVESH e HOPKINS, 2003). Sua síntese nos adipócitos foi sugerida em humanos em 1998 pelos pesquisadores Popovic et al., 1998. Também foi evidenciado que o corpo humano contém dez vezes mais moléculas de BChE do que AChE (MANOHARAN et al, 2007).

A AChE, chamada também de colinesterase verdadeira, é responsável pela hidrólise do neurotransmissor acetilina na membrana pós-sináptica na junção neuromuscular, produzindo acetato e colina, pode ser encontrada na membrana dos eritrócitos, plasma e sistema nervoso central (JOHNSON e MOORE, 2000; VIJAYARAGHAVAN *et al.*, 2013). Apesar da AChE ser uma molécula pequena, ela causa respostas agudas no sistema nervoso central, da mesma forma que a serotonina, dopamina e noradrenalina, também é o transmissor da junção muscular (nervo-a-nervo) quando fora do cérebro e na medula espinhal dos vertebrados (LUCHIARI, 2010).

A butirilcolinesterase humana (EC 3.1.1.8), também chamada de pseudocolinesterase, é codificada pelo gene *BCHE* (3q26.1 -q26.2) e o substrato da enzima BChE é chamado butirilcolina, no entanto é capaz de hidrolisar desde a acetilcolina até a heptanoilcolina e apesar de não ter uma função fisiológica crítica, ela está relacionada com muitos processos como a desintoxicação do organismo, hidrólise de acetilcolina e retenção de peptídeos ricos em prolina (LOCKRIDGE, 2015). Apesar de não estar estabelecida qual a sua real função, a enzima proveniente do gene *BCHE* participa de diversos processos do organismo e tem sido evidenciada, estudada e relacionada com diversos processos biológicos, um deles de grande importância sobre os mecanismos farmacológicos e toxicológicos, sabendo da sua capacidade de hidrolisar hidrocarbonetos ou compostos de ácido carboxílico ou fosfórico, alguns compostos podem ser desintoxicados por ela, como a succinilcolina, organofosforados, carbamatos, cocaína, drogas anticonvulsivantes, amitriptilina e aspirina (ÇOKUĞRAŞ, 2003). Na tabela 1 são demonstrados alguns processos que a proteína do gene *BCHE* participa, alguns dos processos são derivados de estudos com animais.

TABELA 1 - FUNÇÕES E PROCESSOS QUE O GENE BCHE PARTICIPA.

Funções	Processos nos quais está envolvido
Atividade Catalítica	Aprendizado
	Diferenciação de Neuroblastos
Atividade de Acetilcolinesterase	Processamento Metabólico de Cocaína
	Processamento Metabólico de Colina
Atividade de Colinesterase	Processamento Metabólico de proteínas Celulares
	Regulação Negativa de proliferação Celular
Ligação Beta amiloide	Regulação Negativa de transmissão sináptica
	Resposta ao Ácido Fólico
Ligação de Colina	Resposta a Alcalóides
	Resposta a Drogas
Ligação de Proteína Idêntica	Resposta a Glucocorticoide

FONTE: NCBI.

O gene BCHE em humanos, pode ser encontrado no braço longo do cromossomo 3 (figura 1), apresenta quatro éxons e é composto por 64.569 pares de base (NCBI, acessado em 20/07/2017).

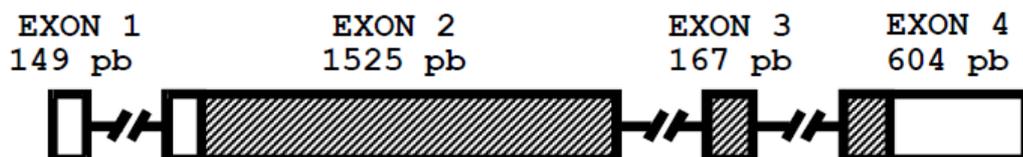
Figura 1 - REGIÃO 3Q26.1 (linha vermelha) LOCALIZAÇÃO DO GENE



Fonte: THE UCSC GENOME BROWSER

Entretanto, somente 1722pb dos éxons 2, 3 e 4 foram uma enzima madura como está exposta na figura 2 (BOBERG, 2008).

Figura 2 - NÚMERO DE PARES DE BASES EM CADA ÉXON.



Fonte: FURTADO (2005)

### 2.3.1 Butirilcolinesterase e Fatores de Risco Cardiometabólicos

Em estudo realizado por Clitherow *et al.* (1963), os autores propuseram que o papel da BChE no metabolismo de lipídeos seria de quebrar compostos orgânicos, de preferência a butirilcolina, que por sua vez é um subproduto do catabolismo de ácidos graxos livres e da lipogênese no fígado, sendo assim, ocorre aumento das concentrações de ácidos graxos livres para o fígado quanto há maior lipogênese por meio de carboidratos, fatores que podem levar a dois efeitos: hiperlipidemia e atividade elevada da BChE. Estudos posteriores relacionados à saúde, também sugeriram que a BChE está associada com o metabolismo de lipídeos (CHAUTARD-FREIRE-MAIA *et al.*, 1991; ALCÂNTARA *et al.*, 2002; ALCANTARA *et al.*, 2005; LOCKRIDGE, 2015). Sua atividade enzimática ainda tem sido associada ao peso corporal (SOUZA *et al.*, 2005), IMC (ALCÂNTARA *et al.*, 2005) e obesidade (FURTADO-ALLE *et al.*, 2008).

Pesquisas reportaram a relação significativa entre os níveis da atividade da BChE e obesidade, doença arterial coronária, níveis de triglicerídeos, LDL-c, apolipoproteína B, gordura no fígado e diabetes mellitus tipo 2 (CHU *et al.*, 1974; HASHIM *et al.*, 2001). Concebe-se que o polimorfismo do gene *BCHE* relacionado entre os fatores genéticos da obesidade, por sua ligação com o metabolismo de lipídios, hipótese essa fundamentada por diversos estudos que mostram correlação positiva de variáveis do gene *BCHE* e da atividade da BChE com IMC, lipídeos plasmáticos e peso corporal (CHAUTARD-FREIRE-MAIA *et al.*, 1991; ALCÂNTARA *et al.*, 2002; ALCANTARA *et al.*, 2005; BENYAMIN *et al.*, 2011; SCACCHI *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2012; CHAVES *et al.*, 2013; MILANO *et al.*, 2013).

Outro achado, em 2010, observou que a atividade enzimática da BChE é significativamente maior em sujeitos obesos do que em indivíduos não obesos. Contudo, não foi observada diferença significativa na intensidade relativa das formas moleculares de obesos e não obesos, indicando que cada forma molecular pode ser importante para a função da butirilcolinesterase (BOBERG *et al.*, 2010).

O estudo realizado por Annapurna *et al.* (1991), evidenciou que o tecido adiposo apresenta concentrações aproximadamente 50% mais elevadas das enzimas

circulantes de BChE em relação aos níveis encontrados no fígado, desta forma seu possível envolvimento com o metabolismo lipídico poderia afetar o próprio perfil lipídico. No mesmo estudo, aplicou-se tetraisopropilpirofosforamida, um inibidor específico da BChE, foi evidenciada além da redução da atividade enzimática uma redução significativa de triglicerídeos, LDL e peso corporal. Assim, demonstrou-se que a butirilcolinesterase pode estar envolvida com o ajuste do perfil lipídico e acúmulo de gordura, mesmo com os mecanismos não estando esclarecidos. Também foram encontradas associações positivas entre atividade da BChE plasmática e níveis de colesterol e triglicerídeos, que foi sugerido a expressão do gene BCHE seja regulada pela hiperlipidemia representada por elevados níveis de colesterol e triglicerídeos (KÁLMÁN *et al.*, 2004), outro autor também encontrou correlação positiva da BChE e os níveis de triglicerídeos e IMC (BENYAMIN *et al.*, 2011).

Baseando-se na sequência de doenças com abrangência mundial que podem ser relacionadas com a atividade enzimada da BChE, entre elas as citadas anteriormente (obesidade e dislipidemias), o diabetes tipo 2 é um problema mundial de saúde, e também tem sido correlacionada com a atividade alterada da butirilcolinesterase. De acordo com a Diabetes Federation Diabetes Atlas (2012), mais que 371 milhões da população adulta (8,3%) tem diabetes, 187 milhões de pessoas não sabem que tem a diabetes, e que 4,8 milhões de pessoas morrem devido a diabetes (INTERNACIONAL DIABETES FEDERATION, 2012).

Chu *et al.* (1978) e Nomura *et al.* (1986), observaram concentrações elevadas da BChE em indivíduos com diabetes, hiperlipidemia, obesidade e também com excesso de gordura no fígado. Em ensaio clínico realizado por Sato *et al.* (2014), os autores concluíram que as concentrações elevadas da BChE foram independentemente associadas com o risco futuro de diabetes tipo 2, no mesmo estudo Sato *et al.* (2014) sugere que os níveis da enzima podem ser úteis para detectar sujeitos com propensão para a diabetes tipo 2. Em outra investigação, os pesquisadores associaram a BChE elevada com resistência à insulina e redução do HDL-C. Esses que podem ser fatores preditores do desenvolvimento da diabetes tipo 2, e também podem ser associados com desordens cognitivas no futuro, ambos mediados pela resistência à insulina (TANGVARASITTICHAJ *et al.*, 2015).

Devido à escassez de estudos relacionados à temática apresentada, foi necessária a realização de uma revisão sistemática da literatura sobre a atividade enzimática da butirilcolinesterase (BChE) e sua relação com os fatores de risco cardiometabólicos na população em geral. Os dados foram levantados, após busca em bases de dados eletrônicas (Pubmed e Biblioteca Virtual em Saúde), utilizando o filtro de “free full text”, os artigos encontrados estão expostos no Quadro 1.

Quadro 1 – Estudos encontrados em busca sistemática e seus principais resultados.

Autor / Pais	Amostra/ idade	Avaliações	Resultados
Tangvarasittichai et al., 2015/ Tailândia	500 ♀ OA/ 49.1 ± 10.5 142 ♀ C/ 49.9 ± 11.9	PA, IMC, CA, Gli, Cre, CT, TG, HDL-c, LDL-c, BChE, HOMA-IR e QUICKI	- ♀ com AO mostraram níveis mais altos na PA, IMC, CA, Gli, CT, TG, LDL-c, BChE e HOMA-IR  - Níveis mais baixos de HDL-c
Margalit et al., 2006/ Israel	813 (45%) ♂ e 994 ♀/ 64,5 (9.5), variação 50 à 101 anos.	BChE, Gli, CT, Lip, TG, PT, AL, homocisteína, IMC, PA	- Associação ↓ da BChE com a idade e HDL-c  - Associação ↑ com OB, SP, IMC, CA, Rcest, TG, CT e AI  - O quintil de atividade enzimática mais baixa teve morte maior que o quintil mais alto
Oliveira et al., 2017 / Brasil	226 ♀ OB e 81 ♀ NO/ >20	TG, CT, HDL-c, LDL-c, IMC, BChE	- Os SNPs 1914A > G e 1615GA, influenciam os níveis TG em mulheres obesas
Iwasaki et al., 2007/ Japão	171 - DM2/ 60.4±11.9  88 – C/ 54.2±15.0	BChE, HOMA-IR, Tcom para avaliar a distribuição de gordura no corpo e esteatose hepática, PL	- BChE foi correlacionada com OB, CA, GHep, GV, Gsub, IMC, TG, LDL-C, HOMA-IR e relação ↓ com HDL-C  - BChE associada com mudanças na Ghép, GV e Gsub subcutânea um ano depois da data base.

Boberg et al., 2010/ Brasil	134 OB/ 36.9 92 NO/ 35.1	BChE nas bandas G1, G1-ALB, G2 e G4	- A média da atividade da BChE foi mais alta no grupo de obesos em relação aos não obesos
Dantas et al., 2011/ Brasil	144 OB/ 36,6 153 C/ 36,3	BChE, SNPs e Genótipos	- OB, BChE significativamente mais alta - Sem diferença de IMC nos genótipos
Benyamin et al., 2011/ Australia	2000 à 2005 -> 6879 OB, SP/ 49,76±14,31  652 N, SP/ 13,75±1,74  1993 à 1996 -> 1260 OB, SP/ 29 – 92	BChE, perfil lipídico, Gli, INS PCR, urato, ferritina, GGT e ATL, SNPs	Correlações entre BChE, IMC, HDL-C, LDL-C, TG, Gli, INS, PCR, urato, ferritina, GGT e ALT em adultos  - Nos adolescentes foi observada correlação com IMC, LDL-C, TG e ALT
Silva et al., 2012/ Brasil	54 OB/ 12.6 ± 2.01	IR, formas moleculares da BChE, CA e PL	Redução da atividade enzimática após as 12 semanas, acompanhada da diminuição da CA, LDL-C e TG e aumento do HDL-C
Shani Shenhar-Tsarfaty et al., 2011/ Israel	C – 429/ 43.7±10.5 Smet – 146/ 49.1±10 DM2 – 58/ 65.5±11 2ª DM2 – 56/ 65.5±11 2ª C – 265/ 43.7±10.5	Pressão Arterial, PL, tabagismo, amilina, IMC, PCR, BChE-K	- BChE mais alta no grupo com Smet em relação ao controle e DM2 - ♂ apresentaram uma maior BChE, maior IMC, PA, PCR e dislipidemia;

	DM2 – 145		- BChE correlação com peso
Cwiertnia et al., 2010/ Brasil	DM1 – 101 Todos adultos	BChE, Fomas Moleculares, Gli, Perfil Lipídico, HbA1c, Apo B, HOMA-IR, IMC, PA	- BChE associada a resistência à insulina - CHE2 C5+ mostra um menor estoque de gordura, maior proteção contra Smet
Milano et al., 2013/ Brasil	OB – 24/ 12,06±2,01 Eu – 51/ 18,82± 0,62	IMC, IMC-z, CA, %G, BIA, PA, Gli, Gli120, INS, INS120, PL, VO2 <sub>máx</sub>	Após a intervenção, houve redução no IMC, CA, %G, PAD, PAD, TG, GLI 120, INS, INS 120 min e na BChE
Lima et al., 2013/ Brasil	OB – 27/ Adultos Eu – 88/ Adultos	IMC, PL, frequências das variáveis dos genótipos	- BChE elevado em OB - Médias mais altas de IMC e TG
Chaves et al., 2013/ Brasil	OB – 120/ 12.8±0.15 Eu – 150/ 13.7±0.25	Variantes da BChE, IMC, IMC-z, Gli, TG, CT, CA, Rcest	- Atividade da BChE mais alta em indivíduos obesos - Associação com hipertrigliceridemia em jovens obesos

Nota: BChE (atividade enzimática), Smet (Síndrome Metabólica), OA (Obesidade Abdominal), TG (Triglicerídeos), PA (Pressão Arterial), CT (Colesterol Total), Gli (Glicose), Cre (creatinina), OB (obesidade), AL (albumina), Tcom (tomografia computadorizada), INA (insulina), INS120 (insulina120), Gli120 (Glicose 120), Rcest (relação cintura/estatura), C (controle), Lip (lipídios), PT (proteína total), ↑ (associação direta), ↓ (associação inversa), SB (sobre peso), NO (não obesos), Ghep (gordura Hepática), GV (Gordura Visceral), Gsub (Gordura Subcutanea), PL (perfil lipídico), GGT (gama glutamil transferase), ATL (Alanina aminotransferase), PCR (proteína c-reativa), IR (intensidade relativa), 2<sup>a</sup> (segunda entrada), EU (eutróficos).

Alguns desses estudos, investigaram a relação da BChE e suas formas moleculares, alelos e SNPs, com fatores de risco cardiometabólico, estes artigos estão expostos no Quadro 2.

Quadro 2 – Relação de SNPs, alelos e formas moleculares das BChE com fatores de risco cardiometabólicos

Autor	SNPs, Alelos e formas moleculares	Influência nos resultados
Oliveira et al., 2017	SNPS ( -116G > A (rs1126680), 1615GA (rs1803274), 1914A < G (rs3495)	Os SNPs 1914A > G e 1615GA, influenciam os níveis TG em mulheres obesas
Boberg et al., 2010	-116GG/539AA, -116GG/539AT, -116GA/539AT // G1, G2, G4 and G1-ALB	-A intensidade relativa não se diferenciou entre os grupos - BChE mais alta em obesos nos genótipos apresentados
Dantas et al., 2011	-116GG	- No grupo de obesos foi observada BChE mais alta nos 72LM+72MM; -116GG - Sem diferença na frequência dos genótipos e alelos nos SNPs da GHRL (Arg51Gln e Leu72Met) e média do IMC entre os genótipos 72LL e 72LM+72MM
Cwertnia et al., 2010	CHE2 C5+ and CHE2 C5- // C4/5 and C5	- BChE e as atividades absolutas de C4/5 (AC4/5) e de COF (ACOF) correlações ↑ com peso no grupo de CHE2 C5-, atividade relativa do complexo C5 (RC5) mostrou correlação ↓ com peso - Elevada atividade enzimática associada a resistência à insulina no grupo CHE2 C5-; - CHE2 C5+ mostra um menor estoque de gordura, maior proteção contra Smet
Lima et al., 2013	///-116A (SNP: G/A; rs1126680) e 1914G (SNP: A/G; rs3495)	O alelo 1914G mostrou frequência mais alta no grupo de obesos, as carreiras do alelo 1914G mostraram médias mais baixas quando comparadas com 1914 <sup>a</sup> ; - Médias mais altas de IMC e TG foram encontradas em 1914G quando comparadas a 1914A
Chaves et al., 2013	-116A (rs1126680) e K (A539T, 1615A, rs1803274)	- 116A e K, frequências mais baixas em obesos, efeito protetivo das variantes em indivíduos jovens - Associação da variante 116A com hipertrigliceridemia em jovens obesos

Shani Shenhar et al., 2011	BChE-K	BChE-K não se mostrou como fator de risco para DM2
Benyamin et al., 2011	BCHE locus ( $P = 5.8 \times 10^{-262}$ , $7.8 \times 10^{-47}$ , $2.9 \times 10^{-12}$ ) // Loco RNPEP ( $P = 9.4 \times 10^{-16}$ ), RAPH1-ABI2 ( $P = 4.1 \times 10^{-18}$ ), UGT1A1 ( $P = 4.0 \times 10^{-8}$ )	Associação da BChE em três grupos independentes de SNPs ( $P = 5.8 \times 10^{-262}$ , $7.8 \times 10^{-47}$ , $2.9 \times 10^{-12}$ ), e em outros 4 locos <i>RNPEP</i> ( $P = 9.4 \times 10^{-16}$ ), <i>RAPH1-ABI2</i> ( $P = 4.1 \times 10^{-18}$ ), <i>UGT1A1</i> ( $P = 4.0 \times 10^{-8}$ )

Nota: BChE (atividade enzimática), IMC (índice de massa corporal), TG (triglicerídeos), DM2 (diabetes Mellitus tipo 2).

As investigações entre BChE e atividade física regular são escassas, atualmente estão disponíveis apenas dois manuscritos com exercícios aeróbios. Em 2013, Milano et al, realizaram um estudo de intervenção em adolescentes obesos, os mesmos foram submetidos a 12 semanas de treinamento aeróbio (110 minutos por sessão/ 3 vezes na semana), e como resultado desta intervenção foi obtida uma série de benefícios como a diminuição do IMC, circunferência abdominal, % de gordura, pressão arterial diastólica, triglicerídeos, glicemia, insulinemia, e também incluindo a diminuição significativa da atividade enzimática da butirilcolinesterase. Em estudo anterior, também foi evidenciada a diminuição significativa da atividade enzimática da butirilcolinesterase em adolescentes obesos submetidos a um programa de exercícios aeróbios (50 – 100 minutos por sessão/ 3 vezes por semana), mas a frequência relativa de suas formas moleculares não foi alterada (SILVA et al., 2012). Esses dois estudos também foram incluídos na revisão e estão apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 – efeito do exercício físico sobre a atividade enzimática da butirilcolinesterase e fatores de risco cardiometabólicos

Autor	Amostra/ idade	Avaliações	Resultados
Silva et al., 2012 Brasil	54 OB/ 12.6 ± 2.01	Intensidade relativa, atividade de diferentes formas moleculares G1, G2, G4 and G1-ALB da BChE, CA e perfil lipídico	Redução da BChE após as 12 semanas, diminuição da CA, LDL-C e TG e aumento do HDL-C
Milano et al., 2013 Brasil	OB – 24/ 2,06 ± 2,01 Eu – 51/ 18,82 ± 0,62	IMC, IMC-z, CA, %G, BIA, Pressão Arterial, Glicose, Glicose 120, insulina, insulina 120, perfil lipídico, VO <sub>2</sub> máx	Redução no IMC, CA, %G, PAD, PAD, TG, GLI 120, INS, INS 120 min e na BChE

Nota: BChE (atividade enzimática), OB (obesidade), HDL-C (High density lipoprotein), LDL-C (Low density lipoprotein) TG (Triglicerídeos), INS (insulina), INS120 (insulina120), Gli120 (Glicose 120), Gli (Glicose), %G (percentual de Gordura), CA (Circunferência abdominal), IMC (Índice de massa corporal), VO<sub>2</sub>máx (consumo máximo de oxigênio), IMC-Z (índice de massa corporal score Z)

A BChE pode estar completamente ausente em humanos, o que leva a pequenas anormalidades, como, leve obstrução pulmonar e níveis elevados de creatina quinase-MB no coração, os sujeitos que possuem essa deficiência total da enzima, respondem de maneira anormal às doses padrão de succinilcolina e mivacúrio, mesmo que a BChE seja capaz de inativar a grelina, o peso corporal normal desses indivíduos indica outras rotas para essa inativação (MANOHARAN et al, 2007).

Vários fatores foram associados ao comportamento alterado da enzima, tanto para valores elevados como para valores considerados baixos. Sabendo da relação da BChE com processos lipolíticos e da relação do acúmulo de gordura com alterações na espessura médio intimal da artéria carótida, estudos que relacionam a atividade enzimática da butirilcolinesterase e a espessura médio intimal da artéria carótida não foram encontrados, mostrando assim uma lacuna científica, na investigação de fatores genéticos e a EMI. No tópico seguinte, será abordada a avaliação da espessura médio intimal arterial para verificação da disfunção endotelial.

#### 2.4 ESPESSURA MÉDIO INTIMAL ARTERIAL E DISFUNÇÃO ENDOTELIAL

A avaliação da espessura médio intimal (EMI) das artérias tem sido realizada em todas as faixas etárias, como exame de avaliação precoce e diagnóstico da disfunção endotelial (DOYON, *et al.*, 2014). Na década passada, foram estabelecidas técnicas não invasivas para a avaliação de marcadores precoces da aterogênese em adultos que apresentam suscetibilidade ao risco cardiometabólico (KUMAR *et al.*, 2004; KAPUKU *et al.*, 2006). Os mesmos autores apontam a ultrassonografia de alta resolução como uma dessas ferramentas de avaliação do estado arterial, o que possibilita avaliar a espessura da parede do endotélio com um método não invasivo.

A avaliação da EMI consiste em mensurar, por meio da imagem de ultrassom, o espaçamento entre a túnica íntima da artéria e a túnica média da artéria (KUMAR *et al.*, 2004; SINGHAL, 2005). Pesquisas associaram essa medida a fatores de risco vascular, relatando o grau de severidade e extensão das doenças arteriais coronarianas, e pode ser utilizada como preditor da probabilidade de eventos cardiovasculares em certos grupos populacionais (ZHU *et al.*, 2005; BARJA *et al.*, 2009).

A disfunção endotelial arterial configura-se como disfunção precoce durante a aterogênese e se relaciona ao dano arterial, que antecede a formação da placa de ateroma (PIZZI *et al.*, 2013). Torna-se relevante destacar que o aumento da espessura médio-intimal é considerado fator de risco para doença arterial coronariana (NISHIMURA *et al.*, 2009).

Estudos realizados em populações jovens evidenciaram que o processo da aterosclerose pode ter seu princípio desde a idade infantil e relacionar-se à obesidade

e a fatores de risco cardiovasculares, como hipertensão arterial, dislipidemias (SCHERR *et al.*, 2007) e alterações do metabolismo da glicose. Tal processo pode acarretar síndrome metabólica, resistência à insulina, aumento do diabetes tipo 1 (OGDEN *et al.*, 2007) e homocisteína (ZHU *et al.*, 2006), contribuindo assim para alterações na parede do vaso sanguíneo. Outros estudos realizados com crianças obesas mostraram que a espessura do endotélio é maior do que seus respectivos pares saudáveis (KUMAR *et al.* 2004; ZHU *et al.*, 2005; GIANNINI *et al.*, 2008).

O aumento da obesidade em indivíduos jovens contribui para a elevação da pressão arterial, alterações no perfil lipídico, fatores esses já citados, existindo a possibilidade desses níveis permanecerem até a idade adulta (SOROF *et al.*, 2004 SULLIVAN *et al.*, 2004). A combinação desses complicadores, somados com a disfunção endotelial, provoca o desenvolvimento da doença arterial coronariana, que é a maior causa de mortalidade em adultos (HAYMAN *et al.*, 2004), tornando essas crianças mais vulneráveis a episódios cardiovasculares quando adultos.

Além do excesso de peso, os estudos epidemiológicos têm associado o comportamento sedentário aos problemas cardiometabólicos (HAMILTON *et al.*, 2007, TREMBLAY *et al.*, 2011; PATE *et al.*, 2011), sendo considerado um dos fatores responsáveis pelo aumento gradativo de obesidade e suas comorbidades em jovens (ABESO, 2016), de forma independente do nível de atividade física dos indivíduos (KATZMARZYK *et al.*, 2009; VAN DER PLOEG *et al.*, 2012).

Entretanto, não têm sido estudadas as influências do comportamento sedentário e da redução da aptidão cardiorrespiratória sobre a atividade da BChE, que pode provocar alterações no perfil lipídico e, conseqüentemente, na EMI em adolescentes. Com base nisso, o presente estudo propõe-se a analisar a influência do comportamento sedentário e da aptidão cardiorrespiratória de adolescentes eutróficos sobre atividade enzimática da butirilcolinesterase, fatores de risco cardiometabólicos e espessura médio intimal da artéria carótida. Dessa maneira, além de preencher essa lacuna nos estudos realizados na área, a pesquisa proposta pretende também avaliar a frequência de dislipidemias (hipertrigliceridemia, baixos níveis de HDL-c, elevados níveis de LDL-C) em adolescentes eutróficos atletas e não atletas.

### 3. MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

O delineamento do estudo caracteriza-se por ser transversal, o que possibilita em um corte de tempo a observação da variação dos níveis de aptidão cardiorrespiratória e sua influência na atividade enzimática da butirilcolinesterase, perfil lipídico e espessura médio intimal da artéria carótida, em adolescentes atletas e não atletas, em determinado corte de tempo. Pesquisas deste tipo são de grande importância para descobrirmos lacunas na ciência para que futuramente sejam desenvolvidos mais estudos relacionados ao assunto de forma mais aprofundada. O projeto foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisas das Faculdades Dom Bosco, número do parecer: 1.990.654 e CAEE: 62963916.0.0000.5223 (ANEXO 1).

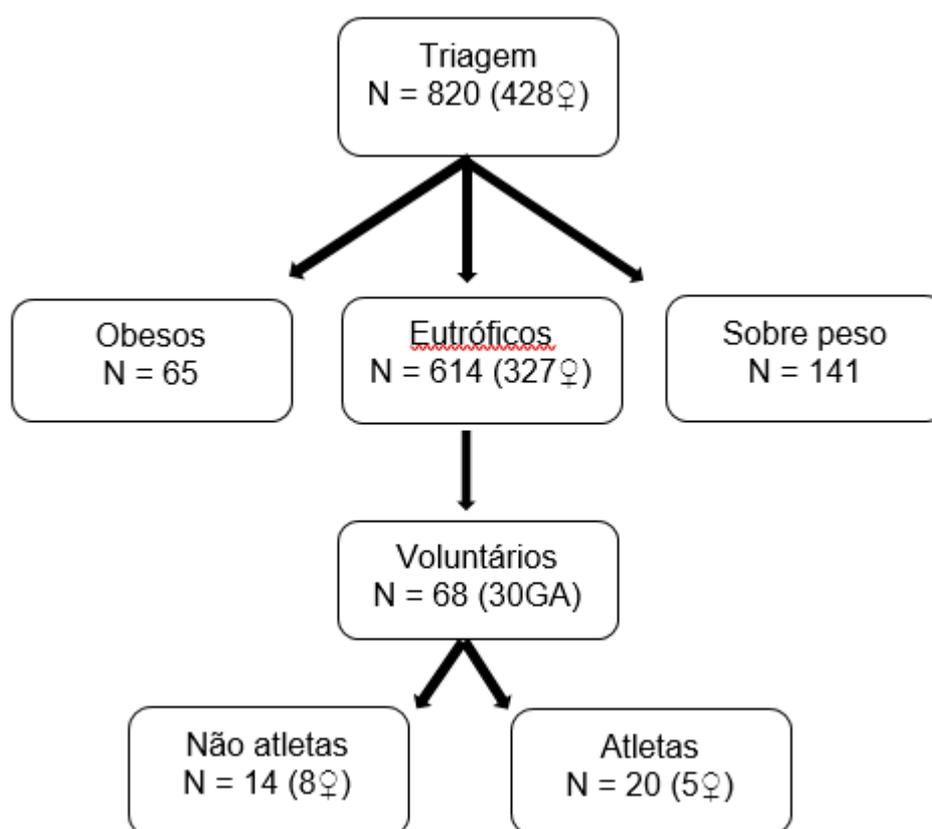
#### 3.2 PARTICIPANTES

A pesquisa ocorreu com a participação de estudantes de um colégio público do Paraná, onde os alunos do 6º período (fundamental) até o 3º período (médio) foram convidados a participar de uma triagem que ocorreu no próprio colégio, ao todo 820 sujeitos foram avaliados nessa etapa. Após a realização da triagem, todos os indivíduos foram convidados a participar de avaliação médica e testes laboratoriais, 51 sujeitos demonstraram interesse.

Apresentaram-se como voluntários 38 dos 51 adolescentes que mostraram interesse em participar do projeto além de 30 adolescentes ativos convidados, um total de 68 sujeitos de 11 a 17 anos, de ambos os sexos iniciaram as avaliações e passaram pelos seguintes critérios de inclusão e exclusão. Foram utilizados como critérios de inclusão: (1) participação de atividades físicas apenas no horário da educação física (<150 minutos/semanais) (grupo não atletas); (2) não estar realizando qualquer tratamento medicamentoso (ambos os grupos); (3) estar devidamente matriculado, frequentando as aulas e com notas a cima da média exigida pelo colégio (ambos os grupos); E de exclusão para ambos os grupos: (1) apresentar estado de sobre peso/obesidade; (2) condição de lesão muscular que impeça a participação em avaliações físicas; (3) não comparecer a todas as avaliações; (4) apresentar estágio puberal p1/p2 proposto por Tanner (1986).

Após a aplicação destes critérios apenas 34 sujeitos continuaram como participantes no conjunto final deste trabalho, 18 sujeitos foram excluídos por não completarem toda a bateria de testes (falta de 2 ou mais etapas), 11 por apresentarem excesso de peso ou obesidade, três se encontravam em estágio P2 de maturação, um apresentou lesão muscular antes da realização do teste de esforço e por fim um apresentou problemas na avaliação do plasma sanguíneo. Os adolescentes foram alocados em dois grupos, referindo-se ao grupo não atletas os jovens que participam de atividades somente na educação física escolar e atividades recreativas em contraturno (<300 minutos semanais) e o grupo atleta foi constituído de adolescentes que participavam das aulas de educação física com o complemento de treinamento físico para modalidades específicas (>400 minutos por semana), a figura 3 ilustra a triagem geral e o número final de participantes.

FIGURA 3 - PROCESSO DE TRIAGEM DOS PARTICIPANTES



Os atletas convidados fazem parte da Escolinha de Triathlon oferecida pelo próprio colégio, os valores de >400 min/semanais, foram ultrapassados facilmente pelos participantes. O relatório dos treinamentos realizados por todos os atletas participantes da Escolinha de Triathlon constam no Anexo 5.

Além das demais precauções tomadas, tendo em vista a importância de compreender corretamente os dados antropométricos e metabólicos, devido ao efeito anabólico e influência na liberação de alguns hormônios por meio do uso de suplementos alimentares, os participantes do estudo foram questionados quanto à utilização desses suplementos. Nenhum indivíduo reportou o uso dos mesmos.

### 3.3 AVALIAÇÕES

As avaliações foram realizadas em um colégio público do Paraná, Universidade Federal do Paraná (UFPR) e VITAL – Medicina Diagnóstica. A avaliação médica, impedância bioelétrica, avaliação antropométrica, espessura médio-intimal e a coleta do sangue foram realizadas nas dependências do colégio, a avaliação da aptidão cardiorrespiratória foi realizada no Laboratório de Fisiologia do Exercício do Departamento de Educação Física da UFPR e a Atividade Enzimática foi realizada no departamento de Genética no setor de ciências biológicas mais especificamente no Laboratório de Polimorfismos da UFPR. A análise sanguínea foi realizada por um laboratório especializado contratado pelos pesquisadores.

#### 3.3.1 Avaliação Médica

A primeira avaliação realizada pelos participantes da pesquisa foi uma avaliação médica (ANEXO 2), conduzida por uma médica pediatra convidada do grupo, onde os adolescentes acompanhados ou não dos pais/responsáveis responderam a questões pontuais, como o histórico de saúde, alimentação, prática de atividade física, história familiar e questões sobre o sistema nervoso central, somente após a realização da avaliação médica os indivíduos eram chamados para a realização dos demais testes. Também foi avaliado o estado maturacional dos adolescentes pela avaliação do estágio puberal, essa avaliação foi realizada de forma indireta, por meio de gravuras com diferentes estágios puberais e a indicação do

desenvolvimento da pilificação pubiana (P1 – P5) e feita pelo próprio indivíduo (auto relato), estágios propostos por Tanner (1986) (ANEXO 3). Para ambos os sexos foi considerado como pré púberes os indivíduos com ausência de pilificação (P1), púberes entre P2 e P4, e como pós púberes aqueles com pilificação P5. Para as meninas, o relato da menarca foi considerado para a classificação do estágio pós puberal. Justifica-se a utilização da auto-avaliação, pois em estudo de Leite *et al.* (2009) demonstrou concordância da auto-avaliação e avaliação médica em meninos e meninas, ao utilizar a mesma faixa etária, porém a amostra foi constituída por crianças e adolescentes obesos.

### 3.3.2 Antropometria

O padrão para a coleta das medidas antropométricas foi realizado conforme a descrição do *Anthropometric Standardization Reference Manual* (LOHMAN *et al.*, 1988), as medidas foram aferidas três vezes, considerando-se o valor médio. A estatura foi mensurada em centímetros (cm), utilizando-se o estadiômetro fixo na parede (precisão de 0,1cm), medida realizada ao final de uma inspiração máxima. Os indivíduos foram orientados a permanecerem em posição ortostática, cabeça no plano horizontal de Frankfurt, com os pés descalços e com a região posterior do corpo (calcanhares, cintura pélvica e escapular além da região occipital) em contato com a parede.

A massa corporal foi expressa em quilogramas e verificada por meio de balança digital modelo plataforma calibrada previamente conforme o INMETRO, com capacidade máxima de 150 kg e resolução de 100 gramas. Os sujeitos foram instruídos a subirem descalços na balança, sem conter nenhum objeto dentro dos bolsos e no máximo com o uniforme de esportes do colégio.

Foi avaliada também a circunferência abdominal com auxílio de fita antropométrica flexível e inextensível (resolução de 0,1 cm), seguindo criteriosamente as recomendações do Centers for Disease Control and Prevention (CDC, 2007). A fita foi aplicada sobre a pele e na altura das cristas ilíacas, paralelamente ao solo, com o adolescente em pé, com abdômen relaxado, pés unidos e braços ao longo do corpo. A circunferência abdominal foi classificada de acordo com os critérios de Fernández

et al. (2004), que realizou estudo de acordo com a idade e o gênero em uma amostra significativa de algumas etnias.

### 3.3.3 Impedância Bioelétrica

A composição corporal foi mensurada pelo método de Impedância Bioelétrica (BIA), utilizando aparelho analisador Maltron BF906® tetrapolar, com frequência de 50 khz. O procedimento foi realizado no período da manhã, após jejum de 10 à 12 horas, em decúbito dorsal. Os adesivos transmissores dos eletrodos foram posicionados na superfície dorsal das mãos e dos pés, respectivamente próximos às articulações metacarpo-falangeanas, metatarso-falangeanas e medial, entre as proeminências distais do rádio e da ulna e entre o maléolo tibial e fibular, logo após higienização com álcool. Foram obtidos os valores de resistência e calculadas a massa livre de gordura (MLG) e massa gorda por meio de equações validadas por Houtkooper *et al.* (1992), disponíveis no programa do equipamento *Comprehensive Body Composition Software*, utilizando a seguinte fórmula: Massa livre de gordura (FFM) =  $[0,61 \times (\text{estatura}^2/R)] + (0,25 \times \text{massa}) + 1,31 \%$  gordura =  $[1 - (\text{FFM}/\text{massa})] \times 100$ .

Para classificação do percentual de gordura entre os participantes do projeto, utilizou-se a tabela de percentual de gordura para crianças e adolescentes de 7 a 17 anos (BRITISH JOURNAL OF NUTRITION 1990), os valores estão expostos na tabela 2.

TABELA 2 - CLASSIFICAÇÃO DO PERCENTUAL DE GORDURA PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES DE 7 A 17 ANOS

Classificação	Meninos	Meninas
Excessivamente baixa	Até 6%	Até 12%
Baixa	6,01 a 10%	12,01 a 15%
Adequada	10,01 a 20%	15,01 a 25%
Moderadamente alta	20,01% a 25%	25,01 a 30%
Alta	25,01% a 31%	30,01% a 36%
Excessivamente Alta	Maior que 31,01%	Maior que 36,01%

Fonte: British Journal of Nutrition, 1990

Foram utilizadas duas classificações para a variável de percentual de gordura, %GC1: classificados como moderadamente alta, alta e excessivamente alta e a segunda classificação ficou da seguinte forma, %GC2: alta e excessivamente alta. A escolha por divisões de categorias com maior percentual de gordura se faz necessária, devido aos participantes serem atletas de triathlon, englobando a natação como uma das modalidades do esporte, tendo em vista que atletas de natação apresentam teor de gordura maior do que outros esportes (FLECK, 1983; SIDERS *et al.*, 1991) o que auxilia no desempenho em relação à flutuabilidade (STANGER *et al.*, 1984) e isolamento térmico (KNECHTLE *et al.*, 2015).

#### 3.3.4 Espessura Médio Intimal de Carótida

Os indivíduos foram examinados por um pesquisador treinado, que aferiu a imagem das carótidas direita e esquerda. Foi utilizado o aparelho de ultrassom portátil da Marca GE, modelo Logiq Book XP para o exame ultrassonográfico de alta resolução, com transdução linear de 8MHz, pertencente ao Centro de Estudos do Comportamento Motor (CECOM) no Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná (UFPR). As avaliações ultrassonográficas seguiram como descrito por Baldassare (2000). Os avaliados foram colocados em decúbito dorsal com os músculos do pescoço ligeiramente alongados, com uma leve rotação da cabeça para o lado oposto do coletado (NHLBI, 1987).

As artérias carótidas têm função de levar o sangue do coração para a massa encefálica, no sentido do fluxo sanguíneo existe uma bifurcação que divide a artéria em duas (HIGA, 2009; NHLBI, 1987), o probe (instrumento que faz parte do ultrassom) foi posicionado na carótida comum a uma distância de 1-2cm proximal a bifurcação (CHAMBLESS *et al.*, 1997; NHLBI, 1987). Após o posicionamento correto, a imagem foi congelada e gravada pelo aparelho, as medidas da EMI foram calculadas a partir dessas imagens como mostra a figura 4.

FIGURA 4 - IMAGEM DA ULTRASSONOGRAFIA DA EMI



FONTE: O autor (2017)

As medidas da EMI foram feitas em três pontos da imagem (SALONEN; SALONEN, 1991). O cálculo foi realizado por uma reta entre a primeira linha da parede, chamada íntima, e a segunda linha chamada média (BOTS et al., 1997).

### 3.3.5 Análise sanguínea

As amostras de sangue foram coletadas por laboratório especializado contratado pelo pesquisador, nas dependências do próprio colégio para melhor comodidade dos participantes que por serem menores de idade compareceram na companhia de seus pais e/ ou responsáveis no período da manhã, após 12 horas de jejum, para avaliação das concentrações de colesterol total (CT), triglicerídeos (TG), *High Density Lipoproteins* HDL e *Low Density Lipoproteins* LDL, insulinemia em jejum, glicose e concentrações de proteína C reativa. Foi utilizado o método enzimático colorimétrico para as dosagens de CT, HDL, TG. Para calcular a fração LDL-c será utilizada a fórmula de Friedewald *et al.*, (1972) que utiliza a concentração de HDL, Colesterol total e triglicerídeos. A equação está apresentada a seguir:

$$\text{LDL colesterol mg/dL} = \text{Colesterol total} - \text{HDL-colesterol} - (\text{Triglicerídeos}/5)$$

Os valores de referência para HDL baixo foi menor que 45 (mg/dl), o LDL limítrofe ou alto quando foi maior ou igual a 99 (mg/dl), o colesterol total foi considerado limítrofe ou alto sendo maior que 150 (mg/dl), os triglicerídeos alterados >100 (mg/dl), VLDL >30, insulinemia altera valores >13 (mU/L) e a glicemia foi considerada anormal quando maior ou igual a 100 (mg/dl) (V DIRETRIZ BRASILEIRA DE DISLIPIDEMIA E PREVENÇÃO DE ATEROSCLEROSE, 2013).

As concentrações da PCR foram determinadas utilizando a técnica de imunoturbidimetria (Laborlab, Guarulhos, SP, Brasil). Os valores de referência da PCR são: risco baixo sendo inferior a 1,00 mg/L; risco moderado sendo entre 1,00 – 3,00 mg/L; risco alto sendo superior a 3,00 mg/L.

### 3.3.6 Atividade Enzimática da BChE

A atividade da BChE no plasma foi feita de acordo com DIETZ *et al.* (1972), com adaptações de Evans RT & Wroe J (1978). A mensuração da atividade da butirilcolinesterase plasmática foi realizada no Laboratório de Polimorfismos e Ligação da UFPR. Para tanto, foi utilizada a propioniltiocolina como substrato a 25°C (Dietz *et al.*, 1972). Seu princípio é a hidrólise da propioniltiocolina pela butirilcolinesterase, produzindo ácido propiônico e tiocolina, a qual reage com o DTNB (ácido 5,5'-bisditio-2-nitrobenzóico), gerando 5-tio-2-nitrobenzoato de coloração amarela. A quantificação foi feita com um espectrofotômetro (430nm) e um Banho-Maria a 25° C. Foram determinadas a média de atividade da BChE nos grupos de atletas e não atletas.

Os seguintes passos foram seguidos:

#### 1) Preparo da leitura

- 4 ou 5 tubos de ensaio por amostra, devendo conter 2,2 mL de tampão fosfato (pH 7,6 e 0,1M) com DTNB;
- 1 tubo por amostra com o plasma diluído = 50 µL de plasma e 5 ml de água destilada;
- Manter em banho-maria por 20 minutos a 50°C

#### 2) Uso do espectrofotômetro

- Ligar o espectrofotômetro
- Posicionar a chave lateral na posição W

- Deixar indicado 430 nm
- Iniciar com o botão T
- Fechar a tampa e ajustar para .100 utilizando o botão horizontal
- Girar o botão para A2 e zerar com o botão horizontal

### 3) Leitura

- Adicionar 250  $\mu$ L do plasma diluído ao tubo contendo tampão com DTNB
- Adicionar 50  $\mu$ L do substrato ao tubo contendo o plasma e tampão;
- Iniciar a leitura imediatamente (ou esperar 15 segundos para estabilizar) = A0
- Anotar o valor indicado e acionar o cronômetro
- Após um minuto faz-se nova leitura e anota-se A1
- Fazer a terceira leitura após ter transcorrido o segundo minuto ( 2 minutos no cronometro) = A2
- Fazer a quarta leitura após ter transcorrido o terceiro minuto = A3
- Calcular o  $\Delta$  (A1-A0; A2-A1; A3-A2). Tirar a média dos  $\Delta$ , somando-os e dividindo por 3, obtendo-se então o  $\Delta$ /minuto. Observação é necessário que se repita esse processo e se calcule o  $\Delta$ /minuto pelo menos 2 vezes, os valores não podem ter variação de  $\pm 3$  (kU/l).
- Os tubos com tampão e amostra (plasma) são mantidos em banho-maria durante todo o tempo

### 4) Cálculo da atividade

- Utiliza-se os valores aproximados que se obteve =  $\Delta$ /minuto divide-o por 1000, multiplica por 7,353. Exemplo  $(73 + 74,3)/2 = 73,65/1000 = 0,07365 \times 73,53 =$  atividade enzimática de 5,41(kU/l).

### 3.3.7 Aptidão Cardiorrespiratória

Os testes da aptidão cardiorrespiratória foram realizados no Laboratório de Fisiologia do Exercício do Departamento de Educação Física – UFPR, sendo que os participantes se deslocaram até as dependências da universidade. O teste incremental máximo foi realizado em uma esteira com inclinação de 1% (Master Super ATL, Inbramed, Porto Alegre, Brasil), durante todas as sessões de testes, o ar expirado foi coletado e analisado por um sistema portátil (K4 b<sup>2</sup>, COSMED, Roma, Itália) para determinar a taxa de VO<sub>2</sub> e as variáveis cardiorrespiratórias e metabólicas

associadas. Antes de cada sessão o equipamento foi calibrado de acordo com as instruções do fabricante. A FC foi mensurada continuamente com o uso de um cardio frequencímetro codificado (FT7, Polar Electro Ou, Kempele, Finlândia).

Foram realizados dois protocolos de avaliação (quadro 4); protocolo 1 voltado para o grupo de não atletas, consistiu-se de um aquecimento de 5 minutos a uma velocidade de 5 km/h, passando para 6 km/h velocidade inicial do teste para esse grupo, a velocidade foi aumentada progressivamente 1 km/h a cada minuto até ser alcançada uma velocidade de 10km/h, chegando nessa velocidade o aumento passou a ser a cada 2 minutos.

O protocolo 2 que foi dividido em estágios para os atletas foi efetuado da seguinte maneira, cinco minutos de aquecimento a 5 km/h, iniciando o teste a uma velocidade de 7 km/h, o primeiro estágio foi aumentado 1 km/h a cada 1 minuto, o segundo estágio iniciava quando alcança-se a marca de 12 km/h então a velocidade passava a aumentar 0,5 km/h a cada minuto até atingirmos o terceiro estágio, esse que se iniciava a 15 km/h e a velocidade voltava a subir 1 km/h por minuto, protocolo adaptado pelo autor utilizando como base o protocolo de Bruce (POLLOCK & WILMORE, 1993; VIVACQUA & HESPANHA, 1992; MCARDLE *et al.*, 2002)

O teste foi interrompido sempre que o participante tocasse com as duas mãos na barra da esteira. Para a determinação final do VO<sub>2</sub>máx, foi considerado pelo menos um dos seguintes critérios: (a) um platô no VO<sub>2</sub> (variações de < 150 ml/min nas últimas três médias consecutivas de 20 seg); (b) uma razão de troca respiratória (RER) ≥ 1,10; e (c) uma FCmáx dentro de ± 10 bpm da FCmáx predita para a idade (BILLAT *et al.*, 1999).

QUADRO 4 – PROTOCOLOS REALIZADOS POR ATLETAS E NÃO ATLETAS

Tempo (minutos)	Velocidade (km/h) GNA Protocolo 1	Velocidade (km/h) GA Protocolo 2
Aquecimento - 5'	5	5
1'	6	7
2'	7	8
3'	8	9
4'	9	10
5'	10	11
6'	10	12
7'	11	12,5
8'	11	13
9'	12	13,5
10'	12	14
11'	13	14,5
12'	13	15
13'	14	16
14'	14	17
15'	15	18
16'	15	19
17'	16	20

NOTA: teste t independente para grupos ( $p=0,144$ )

Para classificação da aptidão cardiorrespiratória, foram utilizadas duas propostas, uma para sujeitos de 10 a 14 anos (RODRIGUES et al., 2006) e outra para sujeitos com 15 anos ou mais (HERDY & CAIXETA, 2016). Na tabela 3 constam os valores propostos para a faixa etária dos 10 aos 14 anos.

TABELA 3 - CLASSIFICAÇÃO DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA PELO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO PARA AS FAIXAS ETÁRIAS DE 10 A 14 ANOS

	Meninas	Meninos
Muito fraca	<33,0	≤38,7
Fraca	33,0 - 36,4	38,7 – 43,3
Regular	36,5 – 38,7	43,4 – 47,9
Boa	38,8 – 42,4	48,0 – 52,2
Excelente	≥42,5	≥ 52,3

Rodrigues et al., 2006

A tabela 4 apresenta as classificações da aptidão cardiorrespiratória dos 15 aos 24 anos.

TABELA 4 - CLASSIFICAÇÃO DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA PELO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO (VO<sub>2</sub> MAX - ML/KG.MIN) PARA AS FAIXAS ETÁRIAS DE 15 A 24 ANOS

	Meninas	Meninos
Muito fraca	<19,45	<25,30
Fraca	19,45 – 31,12	25,30 – 40,48
Regular	31,13 – 36,95	40,49 – 48,07
Boa	36,96 – 40,84	48,08 – 53,13
Excelente	>40,85	>53,13

HERDY E CAIXETA, 2016

### 3.4 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO (PSE)

O teste de esforço máximo foi realizado em esteira ergométrica, sendo assim, a PSE foi determinada por meio da escala de percepção do esforço *OMNI-Walk/Run Scale* (UTTER *et al.*, 2004) (anexo 4), a aferição da PSE foi realizada sempre ao final de cada estágio completo. O instrumento é composto de uma escala de 11 pontos, com indicações verbais e visuais variando de 0 (“Muito fácil”) até 10 (“Muito difícil”).

Os procedimentos que foram utilizados para mensurar a PSE estão de acordo com os descritos por Robertson e seus colaboradores (ROBERTSON et al., 2004; UTTER et al., 2004).

As instruções utilizadas foram padronizadas e lidas para todos os participantes antes de iniciar os testes e constam no quadro 5, a seguir:

QUADRO 5 – INSTRUÇÕES PARA A INDICAÇÃO DA PERCEPÇÃO DO ESFORÇO DURANTE TESTE ERGOMÉTRICO

“Nós gostaríamos que você utilizasse as figuras e os números desta escala para nos indicar o que está sentindo durante o exercício, a escala deve ser mostrada ao participante. Você irá realizar um teste de corrida em esteira ergométrica. Durante o exercício, gostaríamos que você utilizasse os seguintes critérios: olhe para a pessoa no início da subida nesta escala, que está realizando uma atividade leve, se você estiver se sentindo como esta pessoa enquanto realiza o exercício, o seu esforço corresponderá a “muito fácil”, ou equivalente ao número “0” sinalizar com a mão para o avaliado. Agora, olhe para a pessoa no topo da subida, que está quase incapaz de continuar o exercício, se você estiver se sentindo como esta pessoa enquanto se exercita é equivalente a “Muito difícil” ou “10”. Se sentir algo entre “0” e “10”, então aponte um número entre eles. Nós iremos pedir para que indique um número ao final de cada estágio completo, e esse número deve refletir o que você está sentindo no momento, este número provavelmente vai aumentar de acordo com o estágio que você estiver executando. Use as figuras e as palavras para ajudá-lo a selecionar um número. Não existem respostas certas ou erradas, use qualquer número para nos indicar o que você está sentindo durante o exercício”.

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram descritos como média e desvio padrão. A análise de normalidade dos dados foi realizada com o teste Shapiro-Wilk. Os grupos foram relacionados linearmente com os testes de Correlação de Pearson e Spearman para os dados de distribuição não normal. Test t independente para avaliação das médias

de distribuição normal e Mann-Whitney para distribuição anormal. Foi realizado o teste de Qui-quadrado e exato de Fisher para confirmar a diferença de frequências da aptidão cardiorrespiratória, percentual de gordura e variáveis bioquímicas. O teste de regressão múltipla foi realizado para confirmação da interferência dos fatores. O nível de significância adotado foi  $p \leq 0,05$ . Os dados foram analisados com o programa StatSoft - Statistica V.10.

#### 4. RESULTADOS

Nesse estudo foram avaliados 34 adolescentes, na faixa etária dos 11 aos 17 anos. O grupo de participantes foi constituído por 20 atletas e 14 não atletas, pareados por IMC, idade. O GA e GNA foram semelhantes quanto à proporção de meninos e meninas, confirmado pelo teste de qui-quadrado ( $X^2=3,21$ ;  $p=0,08$ ), sendo cinco meninas e 15 meninos para o GA e oito meninas e seis meninos para o GNA. Os dados antropométricos gerais como massa corporal, estatura, circunferência abdominal (CA), IMC, IMC-z e Tanner apresentaram médias semelhantes. As médias do percentual de gordura, gordura em quilos e frequência cardíaca de repouso foram maiores no grupo de não atletas ( $p \leq 0,01$ ), enquanto que o percentual de massa magra foi maior no grupo de atletas ( $p=0,02$ ), sendo que os dados estão descritos na tabela 5.

TABELA 5 - CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS GRUPOS ATIVOS E SEDENTARIOS APRESENTADOS EM MÉDIA ( $\pm$ DP) DAS VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS, FCREP E TANNER

Variáveis	GA	GNA	p <sup>#</sup>
	(n=20) Média ( $\pm$ ) DP	(n=14) Média ( $\pm$ ) DP	
Massa corporal (kg)	54,35 $\pm$ 10,82	54,76 $\pm$ 10,84	0,92
Estatura (m)	1,64 $\pm$ 0,10	1,65 $\pm$ 0,10	0,96
Idade	13,55 $\pm$ 1,57	14,28 $\pm$ 2,01	0,24
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	19,92 $\pm$ 2,19	20,04 $\pm$ 2,09	0,89
IMC-z	0,16 $\pm$ 0,71	0,03 $\pm$ 0,87	0,65
% de Gordura ♀	24,10 $\pm$ 3,29	32,85 $\pm$ 7,87	<b>0,03</b>
% de Gordura ♂	23,46 $\pm$ 5,13	33,08 $\pm$ 12,33	<b>0,01</b>
Gordura (kg)	12,90 $\pm$ 4,09	18,14 $\pm$ 6,30	<b>0,01</b>
% Massa Magra	74,90 $\pm$ 8,48	66,97 $\pm$ 9,36	<b>0,02</b>
Massa Magra (kg)	42,77 $\pm$ 10,73	37,78 $\pm$ 9,36	0,17
CA (cm)	71,90 $\pm$ 6,23	73,54 $\pm$ 8,42	0,52
FCrep (bpm)	73,70 $\pm$ 6,34	85,00 $\pm$ 14,80	<b>&lt;0,01</b>
Tanner	4,05 $\pm$ 0,6	4,14 $\pm$ 0,8	0,70

**NOTA:** #teste t – independente, CA (circunferência abdominal), FCrep (frequência cardíaca de repouso)

O teste progressivo máximo foi executado de acordo com o quadro 4, sendo que o GA apresentou os maiores valores médios de VO<sub>2</sub>máx, PSE e estágios completos de teste representado pelo tempo do que o GNA ( $p < 0,01$ ). Os valores podem ser analisados na tabela 6.

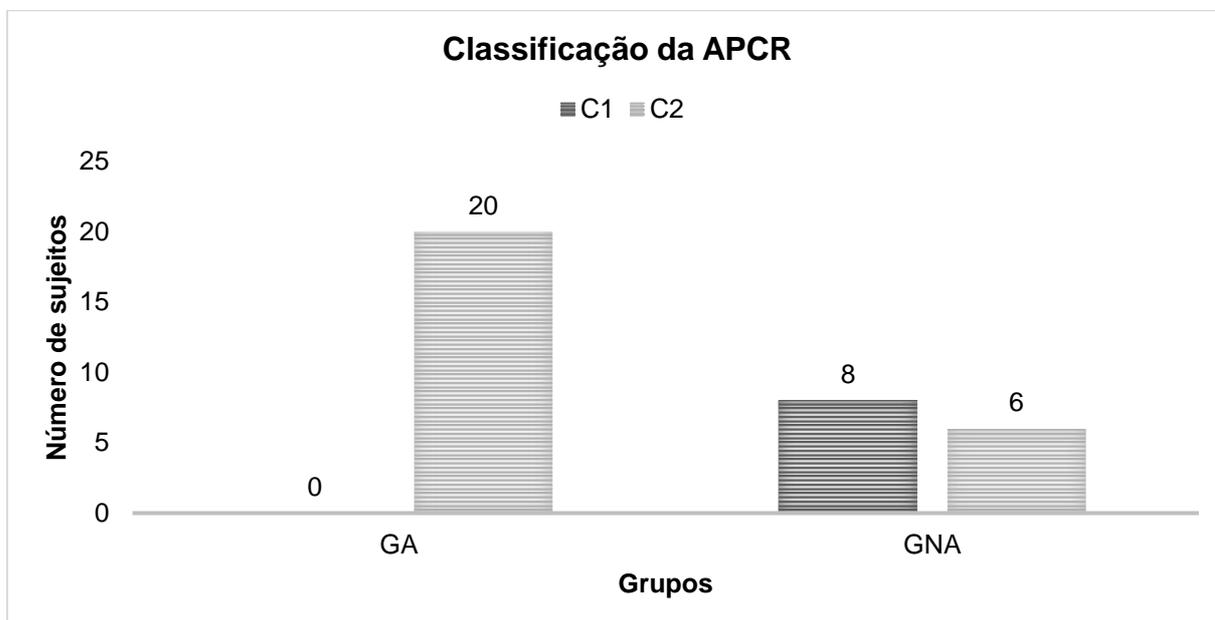
TABELA 6 - VALORES OBTIDOS NO TESTE PROGRESSIVO MÁXIMO PARA VO<sub>2</sub>MÁX, PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (PSE) E ESTÁGIOS COMPLETOS

Variáveis	GA (n=20) Média (±)DP	GNA (n=14) Média (±)DP	p <sup>#</sup>
VO <sub>2</sub> máx (ml/kg.min)	55,49±6,32	40,71±5,44	<0,01
PSE	9,65±0,49	8,35±1,55	<0,01
Tempo (min)	12,75±2,34	9±2,98	<0,01

**NOTA:** #teste t – independente, PSE (percepção subjetiva de esforço), Tempo (estágios completos de teste)

Classificou-se a frequência dos sujeitos conforme o nível de aptidão cardiorrespiratória e faixa etária. No gráfico 1, os sujeitos foram classificados como C1: APCR muito fraca, fraca e regular; enquanto C2: APCR boa e excelente. Cabe ressaltar que 100% (n=20) dos participantes do GA ficaram classificados como excelentes e apenas 1 participante do grupo GNA ficou classificado no mesmo nível e outros 5 sujeitos como APCR “boa”. Foi observada diferença na frequência do número de participantes entre as classificações de APCR entre os grupos ( $X^2 = 14,55$ ,  $p = < 0,01$ ).

GRAFICO 1 – FREQUÊNCIA DE PARTICIPANTES CLASSIFICADOS PELA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA (APCR)



Nota: GA (grupo atletas), GNA (grupo não atletas), C1 (APCR muito fraca, fraca e regular), C2 (APCR boa e excelente)

Na tabela 7, pode ser visualizada que o GA apresentou maiores medianas de minutos de atividade física moderada vigorosa realizados por semana, calculo semanal utilizando 7 dias ( $p < 0,01$ ) e por dia ( $p < 0,01$ ) em comparação ao GNA.

TABELA 7 - TEMPO DE ATIVIDADE FÍSICA MODERADA VIGOROSA REALIZADA POR DIA E POR SEMANA NO GRUPO DE ATLETAS E NÃO ATLETAS.

Variáveis	GA (n=20) Mediana (±) DP	GNA (n=14) Mediana (±) DP	p <sup>#</sup>
AFMV (min/sem)	1320,0±548,68	210±76,00	<0,01
AFMV (min/dia)	188,5±78,34	30,0±11,23	<0,01

NOTA: # teste t independente, min/sem (minutos por semana), min/dia (minutos por dia)

Realizou-se, ainda, a análise sanguínea em todo o grupo para verificar os fatores metabólicos que incluíam, atividade enzimática da BChE, Glicose, Colesterol total, HDL-C, LDL-C, VLDL, Lípidios, Triglicerídeos, Insulina e Proteína C-reativa. Os resultados mostraram médias semelhantes entre os dois grupos, exceto para a média

do VLDL, cujo grupo GNA apresentou maior valor ( $p=0,05$ ). Esses resultados estão expressos na tabela 8.

TABELA 8 - MÉDIA ( $\pm$ DP) DOS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS DE ATLETAS E NÃO ATLETAS

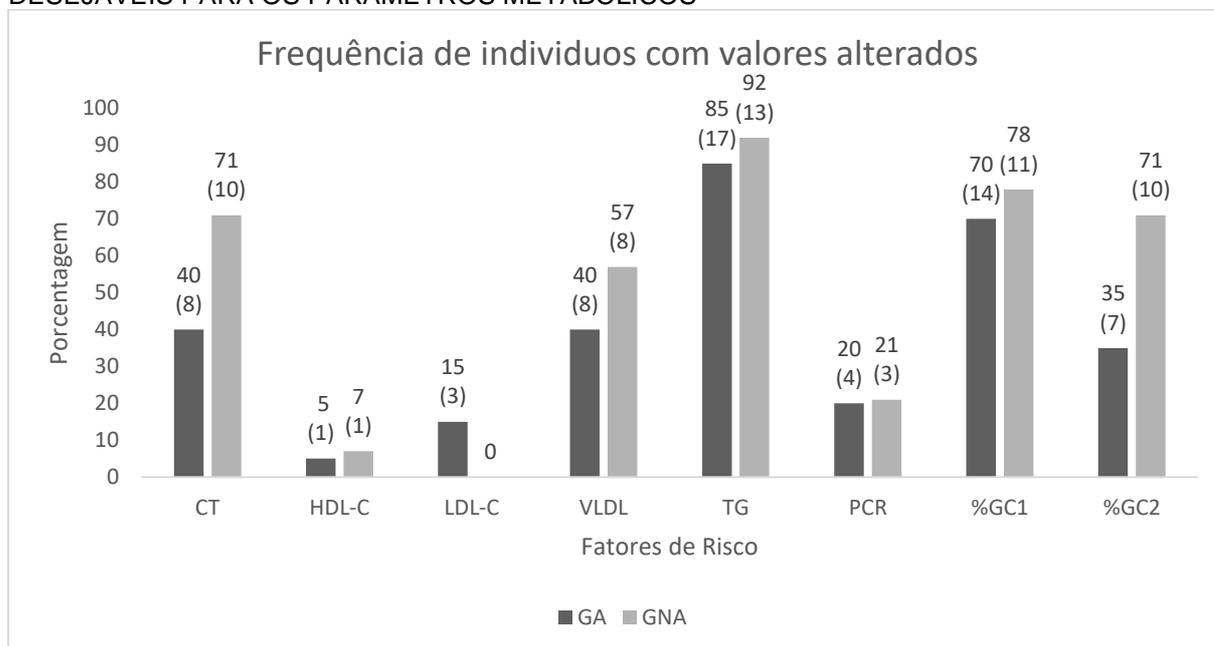
Variáveis	GA	GNA	$p^{\#}$
	(n=20) Média ( $\pm$ ) DP	(n=14) Média ( $\pm$ ) DP	
Atividade da BChE (kU/l)	4,69 $\pm$ 0,83	4,53 $\pm$ 1,05	0,62
Glicose (mg/dL)	80,16 $\pm$ 7,32	80,30 $\pm$ 8,27	0,95
Colesterol (mg/dL)	150,95 $\pm$ 23,30	157,93 $\pm$ 21,21	0,37
HDL-C (mg/dL)	57,17 $\pm$ 6,90	54,05 $\pm$ 9,43	0,27
LDL-C (mg/dL)	65,51 $\pm$ 27,01	70,24 $\pm$ 20,45	0,58
VLDL (mg/dL)	27,78 $\pm$ 6,73	33,63 $\pm$ 10,15	<b>0,05†</b>
Lipídios (mg/dL)	563,04 $\pm$ 59,11	605,55 $\pm$ 83,44	0,09
TG (mg/dL)	141,40 $\pm$ 32,02	168,21 $\pm$ 50,79	0,06
Insulina (mUI/L)	5,36 $\pm$ 2,06	6,73 $\pm$ 2,71	0,10
PCR (mg/L)	0,82 $\pm$ 1,05	0,62 $\pm$ 0,86	0,56

NOTA: # teste t independente; † significativo, HDL-c (*High density lipoprotein colesterol*), LDL-c (*Low density lipoprotein colesterol*), TG (triglicerídeos), VLDL (*Very low density lipoprotein*), PRC (Proteína C-reativa), BChE (enzima)

Em relação aos fatores de risco metabólicos, foram analisadas as frequências de indivíduos que apresentaram valores séricos acima dos desejáveis (gráfico 2) sendo utilizados como padrão os valores da V Diretriz Brasileira de dislipidemias e prevenção da aterosclerose e também foi verificado indivíduos com o percentual de gordura elevando, utilizando a classificação citada na metodologia.

As frequências dos parâmetros bioquímicos foram semelhantes entre os grupos, resultando em CT ( $X^2= 3,27$ ;  $p=0,07$ ), HDL-C (Fisher;  $p=1,00$ ), LDL-C (Fisher;  $p=0,25$ ), VLDL ( $X^2=0,97$ ;  $p=0,32$ ), TG (Fisher;  $p= 0,62$ ) e PCR (Fisher;  $p=1,00$ ). Para os valores de percentual de gordura a classificação %GC1 os indivíduos foram semelhantes (Fisher,  $p=0,70$ ), enquanto que a %GC2 os indivíduos mostraram que o grupo GNA apresentou maior frequência de obesidade quando avaliados por meio da bioimpedância ( $X^2=4,37$ ;  $p=0,03$ ).

GRAFICO 2 – FREQUÊNCIA DE INDIVÍDUOS QUE APRESENTARAM VALORES ACIMA DOS DESEJAVEIS PARA OS PARAMETROS METABÓLICOS



Nota: HDL-C (<45 mg/dL), LDL-C (>100 mg/dL), CT (>150 mg/dL), TG (>100mg/dL), VLDL (>30mg/dL), PCR (>1mg/dL), %GC1 (Moderadamente alta), %GC2 (alta e excessivamente alta)

Os resultados apresentados no gráfico 2 evidenciam frequências elevadas de colesterol e VLDL em ambos os grupos, deve-se ressaltar a alta ocorrência de valores séricos alterados nos triglicerídeos, sendo que os jovens apresentaram uma média acima da desejada para a faixa etária.

A espessura médio-intimal da carótida (direita/esquerda), foi avaliada em todo o grupo pesquisado, e não apresentou diferença em suas medidas. Os valores estão indicados na tabela 9.

TABELA 9 - ESPESSURA MÉDIO-INTIMAL DA CAROTIDA EM ADOLESCENTES ATLETAS E NÃO ATLETAS

Variáveis	GA (n=20) Média (±)DP	GNA (n=14) Média (±)DP	p <sup>#</sup>
EMI total (mm)*	0,43±0,04	0,43±0,04	0,80
EMle (mm)*	0,42±0,05	0,43±0,03	0,71
EMld (mm)*	0,43±0,05	0,42±0,06	0,94

NOTA: #teste t independente, EMle (espessura médio intimal esquerda), EMld (espessura médio intimal direita)

Para examinar mais relações entre a aptidão cardiorrespiratória e os fatores de risco cardiometabólicos, foram realizadas correlações em todo o grupo e separadamente por níveis de aptidão cardiorrespiratória, utilizando os valores de  $VO_{2m\acute{a}x}$ , e marcadores metabólicos. No GA pode ser observada correlações moderadas, inversas e significativas com o IMC ( $r = -0,627$ ), IMC-z ( $r = -0,469$ ), Gordura em quilos ( $r = -0,496$ ) e com a CA ( $r = -0,617$ ), quanto menor o valor dessas variáveis, maior e melhores os valores de  $VO_{2m\acute{a}x}$ . Na análise do teste de correlação do GNA, mesmo apresentando uma média de  $VO_{2m\acute{a}x}$  dentro dos valores desejáveis, nota-se apenas relações fracas e não significativas entre o  $VO_{2m\acute{a}x}$  e as variáveis analisadas.

Ao analisar o grupo todo ( $n=34$ ) é possível verificar correlações moderadas, significativas e inversas com o percentual de gordura ( $r = -0,583$ ;  $p < 0,01$ ) e gordura em quilos ( $r = -0,540$ ;  $p < 0,01$ ), além, de correlação direta fraca e significativa do percentual de massa magra ( $r = 0,362$ ;  $p = 0,035$ ). Os valores das correlações podem ser observados na tabela 10.

TABELA 10 - CORRELAÇÃO DO  $VO_{2M\acute{A}X}$  E VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS

Variáveis	GA (n=20)		GNA (n=14)		Todos (n=34)	
	r	p	r	p	r	P
IMC	<b>-0,627</b>	<b>0,003</b>	0,090	0,759	-0,250	0,15
IMC-z	<b>-0,469</b>	<b>0,037</b>	0,175	0,549	-0,059	0,74
% G	-0,246	0,294	-0,355	0,213	<b>-0,583</b>	<b>&lt;0,01</b>
G kg	<b>-0,496</b>	<b>0,026</b>	-0,181	0,535	<b>-0,540</b>	<b>&lt;0,01</b>
% MM	-0,120	0,614	0,359	0,206	<b>0,362</b>	<b>0,03</b>
MM kg	-0,200	0,399	0,333	0,244	0,177	0,31
CA	<b>-0,617</b>	<b>0,004</b>	0,137	0,641	-0,261	0,13

Nota: IMC (índice de massa corporal), IMC-z (índice de massa corporal score z), %G (percentual de gordura), G kg (gordura em quilos), %MM (percentual massa magra), MM kg (massa magra em quilos), CA (circunferência abdominal)

Nas análises realizadas intra-grupos combinando com o  $VO_{2m\acute{a}x}$  e as variáveis bioquímicas, foram constatadas apenas correlações fracas e sem valor significativo.

Resultados significativos e com relação inversa fraca/moderada, surgem somente quando os dados foram analisados com todos os participantes, as

correlações notadas foram no VLDL ( $r = -0,416$ ;  $p = 0,01$ ), lipídios ( $r = -0,427$ ;  $p = 0,01$ ) e triglicerídeos ( $r = -0,394$ ;  $p = 0,02$ ). O VO<sub>2</sub>máx não teve correlação com a atividade enzimática da BChE em nenhum grupo avaliado (tabela 11).

TABELA 11 - CORRELAÇÃO DO VO<sub>2</sub>MÁX COM VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS

Variáveis	GA (n=20)		GNA (n=14)		Todos (n=34)	
	r	p	r	p	r	P
Glicose	0,077	0,748	-0,377	0,183	-0,072	0,68
Colesterol	-0,159	0,505	-0,449	0,107	-0,281	0,10
HDL-C	-0,185	0,434	0,198	0,496	0,142	0,42
LDL-C	-0,014	0,951	-0,458	0,099	-0,170	0,33
VLDL	-0,331	0,153	-0,200	0,492	<b>-0,416</b>	<b>0,01</b>
Lipídios	-0,311	0,181	-0,377	0,183	<b>-0,427</b>	<b>0,01</b>
TG	-0,315	0,175	-0,199	0,495	<b>-0,394</b>	<b>0,02</b>
Insulina	-0,079	0,744	-0,028	0,924	-0,255	0,14
PCR	0,230	0,328	0,423	0,132	0,261	0,13
BChE	0,017	0,943	0,002	0,992	0,075	0,67

**NOTA:** HDL-c (*High density lipoprotein colesterol*), LDL-c (*Low density lipoprotein colesterol*), TG (triglicerídeos), VLDL (*Very low density lipoprotein*), PRC (Proteína C-reativa), BChE (enzima)

Além disso, foram realizadas correlações entre a atividade da BChE com as variáveis antropométricas estudadas, individualmente em cada grupo e no grande grupo (n=34). Independente da forma que foram examinados os dados, GA, GNA e total, foram verificadas correlações fracas e sem diferença significativa entre a atividade da BChE e os valores antropométricos coletados, como mostra a tabela 12.

TABELA 12 - CORRELAÇÃO DA ATIVIDADE DA BChE COM VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS

Variáveis	GA (n=20)		GNA (n=14)		Todos (n=34)	
	R	p	r	p	r	P
IMC	0,124	0,60	0,093	0,75	0,106	0,54
IMC-z	0,114	0,63	0,340	0,23	0,236	0,17
% G	-0,191	0,41	0,101	0,73	-0,053	0,76
G Kg	0,004	0,98	-0,001	0,99	-0,039	0,82
% MM	-0,006	0,97	-0,106	0,71	-0,013	0,93
MM Kg	0,303	0,19	-0,048	0,86	0,163	0,35
CA	0,265	0,25	0,304	0,28	0,273	0,11

Nota: IMC (índice de massa corporal), IMC-z (índice de massa corporal score z), %G (percentual de gordura), G kg (gordura em quilos), %MM (percentual massa magra), MM kg (massa magra em quilos), CA (circunferência abdominal)

Nas correlações da atividade da BChE com os elementos bioquímicos no GNA e na análise geral não foram evidenciadas relações significativas. Na apreciação dos dados do GA, foram observadas duas correlações inversas moderadas com o VLDL ( $r=-0,505$ ;  $p=0,02$ ) e TG ( $-0,504$ ;  $p=0,02$ ), e uma relação direta moderada com a insulina ( $r=0,470$ ;  $p=0,03$ ). Os resultados obtidos com a correlação de Pearson podem ser analisados na tabela 13.

TABELA 13 - CORRELAÇÃO DA ATIVIDADE DA BChE COM VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS

Variáveis	GA (n=20)		GNA (n=14)		Todos (n=34)	
	r	P	r	p	r	P
Glicose	0,040	0,86	-0,008	0,97	0,015	0,93
Colesterol	0,002	0,99	0,342	0,23	0,134	0,44
HDL-C	0,159	0,50	0,354	0,21	0,276	0,11
LDL-C	0,081	0,73	0,206	0,48	0,117	0,51
VLDL	<b>-0,505</b>	<b>0,02</b>	-0,027	0,92	-0,285	0,10
Lipídios	-0,271	0,24	0,178	0,54	-0,048	0,78
TG	<b>-0,504</b>	<b>0,02</b>	-0,029	0,92	-0,243	0,16
Insulina	<b>0,470</b>	<b>0,03</b>	0,123	0,67	0,247	0,15
PCR	-0,249	0,28	0,091	0,75	-0,095	0,59

**NOTA:** HDL-c (*High density lipoprotein cholesterol*), LDL-c (*Low density lipoprotein cholesterol*), TG (triglicerídeos), VLDL (*Very low density lipoprotein*), PCR (Proteína C-reativa)

Outro fator de risco avaliado foi o percentual de gordura, na tabela 14, estão expostos os valores de correlações com as variáveis bioquímicas. No GA foram observadas duas relações diretas moderadas dos TG ( $r=0,513$ ;  $p=0,02$ ) e com o VLDL ( $r=0,487$ ;  $p=0,02$ ). Correlações moderadas diretas também foram evidenciadas quando o grupo foi analisado como um todo, TG ( $r=0,570$ ;  $p<0,01$ ), VLDL ( $r=0,568$ ,  $p<0,01$ ) e Insulina ( $r=0,403$ ;  $p=0,01$ ), as demais variáveis não apresentaram nenhum resultado significativo.

TABELA 14 - CORRELAÇÃO ENTRE O PERCENTUAL DE GORDURA E VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS

Variáveis	GA (n=20)		GNA (n=14)		Todos (n=34)	
	r	p	r	p	r	P
Colesterol	-0,043	0,84	0,508	0,06	0,285	0,10
HDL-C	0,022	0,92	-0,095	0,74	-0,151	0,39
LDL-C	-0,168	0,47	0,326	0,25	0,116	0,51
VLDL	<b>0,487</b>	<b>0,02</b>	0,492	0,07	<b>0,568</b>	<b>&lt;0,01</b>
TG	<b>0,513</b>	<b>0,02</b>	0,492	0,07	<b>0,570</b>	<b>&lt;0,01</b>
Insulina	-0,063	0,78	0,522	0,06	<b>0,403</b>	<b>0,01</b>
PCR	0,116	0,62	-0,134	0,65	-0,068	0,69

**NOTA:** HDL-c (*High density lipoprotein cholesterol*), LDL-c (*Low density lipoprotein cholesterol*), TG (triglicerídeos), VLDL (*Very low density lipoprotein*), PCR (Proteína C-reativa)

Para confirmar a ocorrência de efeito dos fatores bioquímicos sobre a atividade enzimática da BChE, foi utilizada a análise de regressão múltipla (tabela 15), utilizando a BChE como variável dependente e os demais fatores de risco como variáveis independentes, não foram encontrados efeitos dessas variáveis sobre os níveis da enzima nos grupos avaliados.

TABELA 15 - REGRESSÃO MÚLTIPLA, UTILIZANDO COMO VARIÁVEL DEPENDENTE A BCHE E VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS COMO INDEPENDENTES

Variáveis Independentes	GA (n=20)			GNA (n=14)			Todos (n=34)		
	b*	ErroP b*	p	b*	ErroP b*	p	b*	ErroP b*	p
Glicose	-0,06	0,29	0,82	0,06	0,28	0,82	0,05	0,18	0,78
HDL-c	0,33	0,34	0,35	0,51	0,30	0,11	0,30	0,20	0,14
LDL-c	0,21	0,35	0,56	0,38	0,29	0,22	0,16	0,19	0,38
TG	0,39	0,73	0,60	-0,02	0,28	0,92	0,67	0,87	0,44
VLDL	-0,68	0,83	0,43	-0,08	0,33	0,79	-0,89	0,87	0,31
Insulina	0,50	0,28	0,11	0,13	0,31	0,67	0,25	0,17	0,15
PCR	-0,50	0,29	0,12	0,11	0,32	0,73	-0,09	0,17	0,58

NOTA: b\* (beta), ErroP b\* (erro padrão de beta), HDL-c (*High density lipoprotein colesterol*), LDL-c (*Low density lipoprotein colesterol*), TG (triglicerídeos), VLDL (*Very low density lipoprotein*), PCR (Proteína C-reativa)

Da mesma forma foi realizada regressão múltipla da BChE (variável dependente) com variáveis antropométricas e com o  $VO_{2máx}$ , não evidenciando que os fatores influenciam na atividade enzimática, os dados estão ilustrados na tabela 16.

TABELA 16 - REGRESSÃO MÚLTIPLA, UTILIZANDO COMO VARIÁVEL DEPENDENTE A BCHE E VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS E APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA COMO INDEPENDENTES

Variáveis Independentes	GA (n=20)			GNA (n=14)			Todos (n=34)		
	b*	ErroP b*	p	b*	ErroP b*	p	b*	ErroP b*	P
% Gordura	-0,40	0,35	0,26	-6,24	11,04	0,58	-0,21	0,42	0,61
% Massa Magra	-0,28	0,34	0,41	-6,37	11,06	0,57	-0,20	0,36	0,57
$VO_{2máx}$	-0,11	0,26	0,66	0,08	0,33	0,81	0,02	0,23	0,91

NOTA: b\* (beta), ErroP b\* (erro padrão de beta), % Gordura (percentual de gordura), % Massa Magra (percentual de massa magra).

## 5. DISCUSSÃO

A aptidão cardiorrespiratória insuficiente pode estar relacionada com os mais diversos complicadores da saúde geral, assim como, a atividade enzimática elevada da butirilcolinesterase também vem sendo associada a diversos fatores de risco cardiometabólicos. Ressalta-se que este estudo é o primeiro a avaliar a interação da aptidão cardiorrespiratória e atividade enzimática da butirilcolinesterase em uma população de adolescentes eutróficos, atletas e não atletas, porém não foram identificadas diferenças em relação às médias destes dois parâmetros e quanto à presença de fatores de risco cardiometabólicos em adolescentes eutróficos que apresentavam menor participação em atividades físicas. Entretanto, os adolescentes atletas apresentaram melhor aptidão cardiorrespiratória e composição corporal mais adequada do que os não atletas, pois estes últimos, apesar de serem considerados eutróficos pelo IMC, apresentaram maior acúmulo de gordura quando classificados pelo percentual de gordura.

### 5.1 ATIVIDADE DA BUTIRILCOLINESTERASE (BChE) E APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA

Na literatura atual, existem poucas pesquisas realizadas com populações semelhantes ao deste estudo, o que dificulta o estabelecimento de comparativos entre amostras. Pesquisas anteriores com populações de adolescentes obesos e eutróficos controles (MILANO *et al.*, 2013; CHAVES *et al.*, 2013), avaliaram a atividade da BChE e evidenciaram valores semelhantes em seus grupos controles de eutróficos aos apresentados na presente pesquisa, enquanto que os grupos de obesos apresentaram valores elevados.

Quanto à avaliação da aptidão cardiorrespiratória foram encontrados apenas dois estudos que avaliaram a BChE. A pesquisa de Milano *et al.*, (2013) que realizou doze semanas de intervenção com exercícios aeróbios (45' de caminhada e 45' de bicicleta, 3 vezes por semana) e comparou variáveis semelhantes a deste estudo no pré e pós intervenção. Todavia, os autores não realizaram análise estatística de correlação entre os valores de  $VO_{2máx}$  obtidos por teste indireto com a atividade enzimática. Os resultados mostraram comportamento inverso ao da enzima após a

intervenção com exercícios físicos, os valores de  $VO_{2máx}$  aumentaram e os valores da BChE, junto do perfil lipídico, IMC, CA diminuíram.

O segundo estudo encontrado foi desenvolvido por Silva *et al.* (2012), que investigou o comportamento da atividade enzimática da butirilcolinesterase, perfil lipídico, variáveis antropométricas além da intensidade relativa de formas moleculares e a influência de doze semanas de treinamento aeróbio (100 minutos por sessão, 3 vezes por semana). Esses pesquisadores obtiveram resultados de redução da BChE, perfil lipídico e antropométrico, além do aumento significativo do HDL-C. Os valores da atividade enzimática aferidos pós intervenção, são semelhantes aos resultados encontrados no presente estudo (tabela 8), fato que pode estar associado com a diminuição dos fatores citados acima, desta forma, os sujeitos apresentam condições de saúde equivalentes à dos sujeitos avaliados nesta pesquisa.

O estudo ora apresentado tem caráter transversal, em que foi observada média normal para APCR em ambos os grupos (tabela 6), fato que não compromete a comparação com a avaliação final dos estudos citados posteriormente, em que após intervenção os sujeitos apresentam a APCR considerada em média normal, ressaltando a importância da manutenção de melhor aptidão cardiorrespiratória e desta maneira o controle também da atividade enzimática, sabendo da relação inversa entre esses dois fatores, quanto maior a APCR menor a atividade da BChE e vice versa.

## 5.2 ATIVIDADE DA BChE E FATORES DE RISCO CARDIOMETABÓLICOS

Os resultados obtidos mostram relação significativa da atividade enzimática com VLDL, insulina e TG no grupo de atletas (tabela 13), estudos realizados com sujeitos da mesma idade corroboram com o achado apenas em alterações nos triglicerídeos (BENYAMIN *et al.*, 2011), os estudos de Silva *et al.* (2012) e Chaves *et al.* (2013) evidenciaram valores elevados de TG em adolescentes obesos. Os fatores de risco cardiometabólicos quando analisados no grupo de não atletas e na visão geral, não foram observadas diferenças. As alterações acentuadas citadas podem ser atribuídas à população de obesos que foi avaliada nesses estudos.

Diversos estudos realizados com adultos obesos evidenciaram que a atividade enzimática está elevada em comparação com controles, esses estudos também

correlacionaram a BChE com o perfil lipídico alterado (IWASAKI *et al.*, 2007; CWIERTNIA *et al.*, 2010; BENYAMIN *et al.*, 2011). Tais resultados diferem dos apresentados no presente estudo para VLDL, TG, cujos valores estão alterados, contudo a atividade enzimática encontra-se em níveis que podem ser considerados normais. Outras pesquisas também observaram alterações no perfil lipídico (STOJANOV *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2012; MILANO *et al.*, 2013; LIMA *et al.*, 2013; CHAVES *et al.*, 2013; TANGVARASITTICHAJ *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2017), os mesmos não apresentam testes de correlação, dessa maneira, não há como afirmar que as alterações têm relação direta ou inversa com a atividade enzimática alterada. Os valores alterados encontrados para algumas variáveis (tabela 8) podem ser justificadas pelo estágio maturacional que os sujeitos se encontram, Mascarenhas *et al.*, 2015 em seu estudo evidenciou alterações do comportamento de TG e lipoproteínas de acordo com o estágio maturacional de meninos com idades semelhantes à deste estudo.

O peso corporal, mais especificamente a gordura corporal, é fator importante no comportamento da butirilcolinesterase, pois a enzima participa ativamente do metabolismo de lipídios, a BChE foi correlacionada positivamente com o peso corporal em humanos (FURTADO, 2005), ou seja, quanto maior o acúmulo de gordura maior a atividade enzimática, desta forma os valores obtidos na presente pesquisa podem ter sido influenciados por se tratar de uma investigação em indivíduos eutróficos, mesmo apresentando valores alterados de percentual de gordura (tabela 5) a atividade enzimática não foi afetada. Além de fatores endógenos ligados ao metabolismo que podem influenciar a atividade da BChE os polimorfismos no gene codificador também são associados a variações da sua atividade enzimática (BENYAMIN *et al.*, 2011), elemento que não foi controlado na presente pesquisa.

A maior parte dos estudos realizados na área de atividade enzimática não tem amostras semelhantes a este estudo em muitas variáveis, indiscutivelmente o foco das pesquisas tem sido a relação da BChE com a obesidade e formas moleculares também voltadas para indivíduos obesos, o que mostra grande lacuna nesta área de atuação do profissional da educação física pela importância de investigar também as populações eutróficas que podem apresentar um grande acúmulo de gordura subcutânea mascarado pela sua aparência magra. O diagnóstico de eutrofia pelo IMC

pode não ser confirmado pelo percentual de gordura (OKOSUN *et al.*, 2006; GARNETT *et al.*, 2011), indivíduos que são chamados de falsos magros (OKORODUDU *et al.*, 2010), fator que indica a relevância de investigações a serem conduzidas em populações eutróficas, pois indivíduos classificados como eutróficos também podem apresentar alterações metabólicas, que estão relacionadas aos fatores de risco cardiovasculares.

### 5.3 APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA

Nas últimas duas décadas, muitos estudos epidemiológicos evidenciaram os benefícios da atividade física regular para a saúde (GIANNUZZI *et al.*, 2003; ACSM, 2013; MYERS *et al.*, 2015). As pesquisas consideram que os níveis mais altos de aptidão cardiorrespiratória e padrões de atividade física, não são somente benéficos para a prevenção de doenças cardiovasculares, mas também alguns tipos de cânceres, fatores metabólicos como diabetes mellitus tipo 2, melhorias na saúde dos ossos e aumento da longevidade, da mesma forma que os padrões de atividade física proporcionam informações independentes sobre o risco de mortalidade e fatores de risco cardiometabólicos, informação expressa pelo número de METS na execução de exercícios (KOKKINOS e MYERS, 2010; SHIROMA e LEE, 2010).

Evidenciou-se, na presente pesquisa, que apenas quatro adolescentes estão classificados com aptidão cardiorrespiratória fraca ou muito fraca, resultado importante para destacar a importância da participação nas aulas de educação física ou atividades de lazer ativo, independentemente da amostra não poder ser extrapolada para a população geral, ela reflete a realidade encontrada em escolas que mantêm um regime mais rígido de participação em atividades que envolvem gasto energético. Entretanto, deve-se ressaltar que pesquisas demonstram a associação entre a inatividade física, excesso de adiposidade corporal e fatores que afetam negativamente o estado de saúde geral, predispondo uma pessoa a doenças (FARIAS JUNIOR *et al.*, 2009; PATE *et al.*, 2013; PEREIRA *et al.*, 2014).

Os valores de correlação encontrados no grupo de atletas (tabela 10), para as variáveis de IMC, IMC-z, gordura em quilos e circunferência abdominal, vão ao encontro com alguns estudos (KOLLE *et al.*, 2010; BRITO *et al.*, 2016; PEREIRA *et al.*, 2017), que também evidenciaram  $VO_{2máx}$  mais alto com relação inversa as

variáveis citadas. No grupo de não atletas, não foram observadas relações do nível de aptidão cardiorrespiratória com nenhuma das variáveis avaliadas, este resultado pode ser atribuído a pouca exposição aos fatores agravantes do estado de saúde e por não apresentarem obesidade aparente, mesmo com reservas elevadas de gordura abdominal, o tempo pode ter grande influência nessas alterações. A falta de relação também pode ser atribuída ao número de sujeitos avaliados.

Em relação às médias de  $VO_{2máx}$  apresentadas (tabela 6) os resultados vão ao encontro de estudos prévios que mostram a aptidão cardiorrespiratória (APCR) não sofre influência direta do comportamento sedentário mais sim da insuficiência de atividade físicas regulares (HAY *et al.*, 2012; BAI *et al.*, 2016; JUDICE *et al.*, 2017). Da mesma forma, o estudo de Denton *et al.*, 2013 evidenciou que diferentes intensidades de atividade física, especialmente a vigorosa, são diretamente associadas com a aptidão cardiorrespiratória, resultado que confirmam os achados devido ao grande volume de treino dos atletas.

Ao ser analisado o  $VO_{2máx}$  somente do grupo de não atletas, pode-se observar que grande parte (71%) estão classificados em níveis iguais ou superiores ao regular (gráfico 1), resultado este que pode ser atribuído a participação em esportes nas aulas de educação física, independente da literatura não ser bem estabelecida sobre essa relação, estudos como o de Boreham *et al.*,(1997), Souza *et al.*,(2013) e Hammami *et al.*, (2016) tem evidenciado associação positiva entre a APCR e a participação regular em esportes.

Adicionalmente, pesquisas têm demonstrado que, no caso de adolescentes do gênero masculino, a APCR apresenta relação significativa com AFMV, e adolescentes do gênero feminino com intensidade moderada e até leve (STRONG *et al.*, 2005; MARTINEZ-GOMEZ *et al.*, 2010; DENCKER *et al.*, 2010; KRISTENSEN *et al.*, 2010). Diante disso, deve-se destacar a relação entre a participação em esportes com a aptidão cardiorrespiratória, sabendo que em adolescentes a APCR pode ser influenciada por alguns fatores como: a grande variabilidade de atividades físicas (esportes), genética, respostas adaptativas ao esforço, e padrão irregular de intensidades durante a prática esportiva (MALINA *et al.*, 2006).

#### 5.4 APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA E RISCO CARDIOMETABÓLICO

A síndrome metabólica é caracterizada por aumento em muitos fatores de risco de doenças cardiovasculares ao mesmo tempo, em crianças, pode ser difícil definir o nível aumentado de um fator de risco específico, devido aos níveis absolutos da maioria dos fatores de risco aumentar junto ao aumento da idade (ANDERSEN *et al.*, 2011).

Há mais de 70 anos (MORRIS *et al.*, 1953) pesquisas vem sendo realizadas sobre a relação do tempo ocupacional, de lazer e aptidão física, pesquisas essas que apoiam a associação forte e inversa dos níveis de APCR com doenças cardiometabólicas e mortalidade em indivíduos aparentemente saudáveis. Em 2007, o pesquisador Ruiz *et al.*, observou que os níveis insuficientes de APCR causavam alterações ateroscleróticas precoces, além de diminuição da sensibilidade a insulina, elevação de triglicerídeos e também diminuição das concentrações de HDL-c. Outros estudos examinaram a relação da APCR com indicadores de saúde cardiometabólica (MOREIRA *et al.*, 2011; STEELE *et al.*, 2008). No entanto a relação independente da APCR com os fatores de risco cardiometabólicos em adolescentes continua com uma lacuna.

Pesquisas mais recentes (MYERS *et al.*, 2015; DESPRES *et al.*, 2016; EDWARDS *et al.*, 2016) têm evidenciado a relação inversa da APCR adequada com fatores de risco cardiometabólicos e complicadores da saúde geral. Resultados semelhantes aos do estudo ora apresentado, no qual constataram de relações inversas e modestas com apenas três fatores avaliados (VLDL, TG e Lipídios) e parcialmente diferentes dos achados de outras pesquisas que relacionaram a baixa APCR com todos os riscos cardiometabólicos (EKELUND *et al.*, 2007; MOREIRA *et al.*, 2011; RODRIGUES *et al.*, 2014). A diferença dos resultados pode ser atribuída ao método de avaliação da APCR utilizada pelos estudos, realizada de forma indireta, além dos valores de  $VO_{2máx}$  apresentados no presente estudo serem mais elevados e também porque foram utilizados somente adolescentes eutróficos.

Os exames laboratoriais seguem as recomendações da V Diretriz Brasileira de Dislipidemias (2013), sendo que uma condição que pode ter atrapalhado o resultado dos exames, é a razão dos indivíduos serem atletas, sabendo que a atividade física deve ser interrompida por pelo menos 2 dias antes da realização de exames se

sangue, o próprio treinamento dos atletas pode ter sido o elemento causador das alterações observadas nos triglicerídeos, lipídios e VLDL, além da própria alimentação pelas demandas energéticas da modalidade esportiva praticada.

Além da diminuição da prática de atividades físicas e treinamentos físicos por todo o mundo (KATZMARZYK *et al.*, 2017), os mais diversos fatores são associados a alterações metabólicas, como por exemplo o *status* sócio econômico ou classe social, é considerado forte fator de risco independente para os fatores de risco cardiometabólicos (TAMAYO *et al.*, 2010), hormônios na fase puberal de desenvolvimento têm efeitos sobre a composição corporal, marcadores inflamatórios e sensibilidade à insulina, estágios maturacionais elevados também são relacionados com elevadas concentrações de TG e baixos níveis de HDL-C (AZIZI *et al.*, 2001; MASCARENHAS *et al.*, 2015)

## 5.5 COMPOSIÇÃO CORPORAL E PERCENTUAL DE GORDURA CORPORAL

A composição corporal foi um dos componentes da aptidão física relacionada a saúde que foi avaliada na presente pesquisa, dados interessantes foram obtidos por meio da BIA. Avaliações e comparações com o IMC também foram realizadas, onde não foram encontradas diferenças significativas quando avaliados em relação ao IMC, diferenças significativas foram encontradas somente quando classificados os percentuais de gordura entre os grupos de atletas e não atletas, as médias mais baixas de gordura foram observadas no GA (tabela 5). Cabe ressaltar, que os valores encontrados em ambos os grupos, são valores elevados para a faixa etária e destacam a importância da avaliação do percentual de gordura por meios mais específicos além da classificação IMC para o estado nutricional.

Um fato que pode justificar o elevado percentual de gordura no grupo de atletas, é o fato da natação compor a modalidade do triathlon, esporte que está relacionado com maiores percentuais de gordura, quando comparado a outras modalidades esportivas, devido a gordura ser menos densa que a água e que o percentual de gordura maior pode ser benéfico para aumentar a flutuabilidade dos atletas (LOWENSTEYN *et al.*, 1994). A gordura corporal também funciona como um isolante térmico, ajudando na manutenção da temperatura corporal durante provas cuja água esteja gelada (TIPTON e BRADFORD, 2014). Outro fato que pode justificar

o elevado percentual de gordura é o consumo de carboidratos e gorduras, devido à necessidade energética para a prática dos exercícios de resistência, pois, os principais substratos oxidados neste tipo de modalidade esportiva são justamente os carboidratos e as gorduras (COYLE, 1995; VAN LOON *et al.*, 2001). O grupo de não atletas apresentou percentual de gordura elevado para a faixa etária, fato que pode ser atribuído a alimentação rica em macronutrientes e gorduras poli-insaturadas, além do desbalanço do dispêndio energético ocasionado pela insuficiência de atividades físicas regulares.

Como citado anteriormente na revisão de literatura, muitas pessoas com peso corporal normal e não obesas tem demonstrado altos níveis de gordura corporal, podendo afetar a sua saúde. A noção de “obesos metabólicos”, chamados desta forma por apresentarem peso normal foi discutida em décadas anteriores, associando adversidades metabólicas que ocorriam somente em obesos, com pessoas de IMC normal (ZAVORONI *et al.*, 1989; RUDERMAN *et al.*, 1998), muitos dos indivíduos classificados como obesos metabólicos apresentavam IMC entre 23 – 25 ou menos (RUDERMAN *et al.*, 1981). Conceitos similares como “obesos de peso normal” somam a noção dos “obesos metabólicos com peso normal” descrevendo a associação entre o alto percentual de gordura corporal e anormalidades metabólicas (DE LORENZO *et al.*, 2006). Enquanto que Oliveros *et al.* (2014) classifica ambos como sendo o mesmo grupo de indivíduos.

Sabendo que crianças e adolescentes tendem a manter comportamentos sedentários e maus hábitos alimentares quando chegam na fase adulta, independente do peso corporal e IMC, o excesso de gordura corporal em adultos foi associado com uma grande gama de disfunções cardiometabólicas, indicadas por vários fatores de risco relacionados a doenças degenerativas e a mortalidade (ROMERO-CORRAL *et al.*, 2010; FREEDMAN *et al.*, 2015). Particularmente o estudo de PAN *et al.* (2008) relaciona o excesso de gordura com elevados níveis de triglicerídeos, desta forma, pode-se justificar os valores de TG encontrados no presente estudo, os autores também indicam alterações no HDL-C, LDL-C, aumento na pressão arterial e outras doenças crônicas.

No geral, crianças com o peso normal e fisicamente bem condicionadas têm poucas chances de apresentar fatores de risco cardiometabólicos comparadas a

crianças com sobre peso/obesas e destreinadas, porém essas diferenças nem sempre são comprovadas estatisticamente. A prevalência dos fatores de risco cardiometabólicos aumenta junto com a obesidade (SALAND, 2007), apontando a forte relação do IMC e o risco cardiometabólico. Diversos estudos relacionados ao tema abordado mostraram que crianças e adolescentes obesos têm mais chances de apresentarem anormalidades metabólicas do que adolescentes com peso normal (SALAND, 2007; TAILOR *et al.*, 2010).

Sendo assim, cabe ressaltar novamente, a importância da utilização de outros meios de avaliação da composição corporal, percentuais de gordura e classificações do estado nutricional, não se restringindo somente a avaliação do índice de massa corporal, principalmente para indivíduos jovens e eutróficos, desta forma identificando com mais eficiência possíveis falsos magros, ajustes estes que possibilitam a identificação precoce da presença de fatores de risco cardiometabólicos, neste caso, o acúmulo excessivo de gordura.

A presente pesquisa aponta como principal limitação o número pequeno de participantes. Além disso, houve limitações secundárias como a ausência de avaliações das formas moleculares da butirilcolinesterase, a inexistência de controle dietético e falta de intervenção com exercício físico, para ser analisado a real relação da aptidão cardiorrespiratória com o comportamento da BChE e o treinamento físico, e por último a falta do controle sobre o dia de treinamento dos atletas, motivo que pode ter alterado os exames laboratoriais.

Dessa maneira, ainda que os dados não possam ser generalizados para a população, foram evidenciadas alterações fisiológicas e bioquímicas entre os atletas e não atletas, sendo que os atletas apresentaram melhor aptidão física nos dois componentes avaliados, aptidão cardiorrespiratória e composição corporal, este estudo pretende contribuir para a consolidação da cultura do combate ao sedentarismo. Portanto, defende-se que os profissionais da saúde e da educação, envolvidos com crianças e adolescentes, atentem-se a prática da atividade física por meio de seus aspectos lúdicos, treinamentos e as mais diversas formas possíveis para realização de atividades físicas. A Educação Física escolar precisa ser trabalhada em conjunto com os demais componentes curriculares, desenvolvendo as potencialidades dos indivíduos e sensibilizando-os para a busca de uma vida

saudável. Torna-se imprescindível que a atividade física seja considerada como uma questão de saúde pública, implementando programas para a prática orientada de exercício físico.

## 6 CONCLUSÃO

A investigação realizada demonstrou que os adolescentes, atletas e não atletas eutróficos, apresentam dados antropométricos e bioquímicos semelhantes. Apenas três parâmetros da composição corporal mostraram diferença significativa entre os adolescentes participantes dos dois grupos, que foram o percentual de gordura, a gordura em quilos e o percentual de massa magra, variáveis influenciadas diretamente pelo nível de treinamento dos participantes.

Nas correlações, os resultados que foram encontrados ao longo do processo de avaliação não distinguiram atletas e não atletas. Tais correlações podem ser influenciadas pelo número reduzido de participantes em cada grupo, no GNA não foi observada nenhuma relação entre o  $VO_{2máx}$ , variáveis bioquímicas e antropométricas com a atividade da BChE, no GA foi evidenciada a relação do  $VO_{2máx}$  com o IMC, IMC-Z, gordura em quilos e circunferência abdominal, sem relação com variáveis bioquímicas, somente o GA mostrou relação da BChE em três fatores bioquímicos (VLDL, triglicerídeos e insulina). Na avaliação da EMI não foi observada diferença entre os grupos, porque todos apresentaram valores dentro da normalidade.

Os adolescentes fisicamente ativos, como os atletas avaliados nesta pesquisa, também podem apresentar frequências elevadas de alguns fatores de risco cardiometabólicos, como, por exemplo, os triglicerídeos. Mesmo que o grupo de adolescentes não atletas, não tenha mostrado alterações fisiológicas é necessária atenção em relação ao comportamento sedentário e as complicações que este estilo de vida pode trazer. Esses resultados podem estar associados ao pouco tempo de exposição ao comportamento sedentário, visto se tratarem de adolescentes. Sendo assim, o comportamento sedentário na faixa etária estudada não se apresenta como fator de risco, desde que os indivíduos sejam eutróficos.

Esta pesquisa foi a primeira que analisou a atividade enzimática da butirilcolinesterase em adolescentes eutróficos atletas e não atletas, e foi possível observar que ela não se apresenta alterada para indivíduos desta faixa etária que não apresentam obesidade, desta forma o fator tempo de exposição e agravamento de quadros clínicos relacionados ao comportamento sedentário deve ser levado em consideração. Os resultados deste estudo não podem ser generalizados, devido ao número pequeno de participantes. Portanto, novos estudos devem ser conduzidos

investigando, a relação da atividade enzimática com a aptidão cardiorrespiratória em adolescentes eutróficos ativos.

Conclui-se que comportamento sedentário deve ser evitado e uma cultura de atividades físicas regulares deve ser implementada, a fim dos jovens disfrutarem de uma adolescência mais saudável e conseqüentemente levando a uma vida adulta mais ativa, desta forma minimizando os problemas físicos e metabólicos que podem estar relacionados com a insuficiência de atividades físicas. Além disso, cuidados com a composição corporal também devem ser tomados visando evitar o acúmulo excessivo de gordura mesmo em populações eutróficas, bem como a forma de análise da composição corporal, pois o diagnóstico de eutrofia pelo IMC pode não refletir a real condição de saúde dos indivíduos.

## REFERÊNCIAS

ABESO. Diretrizes Brasileiras de Obesidade, Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica. 4ª Edição; 2016.

ALBERGA AS, SIGAL RJ, GOLDFIELD G, PRUD'HOMME D, KENNY GP. Overweight and obese teenagers: why is adolescence a critical period? **Pediatric Obesity**. v.7, n.4, p. 261-73, 2012.

ALCÂNTARA, V.M.; CHAUTARD-FREIRE-MAIA, E.A.; SCARTEZINI, M.; CERCI, M.S.; BRAUN-PRADO, K. e PICHETH, G. Butyrylcholinesterase activity and risk factors for coronary artery disease. **Scandinavian Journal of Clinical Laboratory Investigation**. v. 62, n.5, p. 399-404, 2002.

ALCANTARA, V.M.; OLIVEIRA, L.C.; REA, R.R.; SUPPLY, H.L.; CHAUTARD-FREIRE-MAIA, E.A. Butyrylcholinesterase activity and metabolic syndrome in obese patients. **Clinical Chemistry Laboratory Medicine**. v. 43, n.3, p. 285-288, 2005.

AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS; Council on Communications and Media. Children, adolescents, obesity, and the media. **Pediatrics**. v. 128, n. 1, p. 201---8, 2011.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 8th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2010.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 9th edition. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2013.

ANDERSEN LB, BUGGE A, DENCKER M, EIBERG S, EL-NAAMAN B. The association between physical activity, physical fitness and development of metabolic disorders. **International Journal of Pediatric Obesity**. v. 6, n. 1, p. 29-34, 2011.

ARTERO, EG, ESPAÑA-ROMERO, V, CASTRO-PIÑERO, J, RUIZ, J, JIMÉNEZ-PAVÓN, D, APARICIO, V, ORTEGA, FB. Criterion-related validity of field-based muscular fitness tests in youth. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v. 52, n. 3, p. 263–72, 2012.

AZIZI F, RAHMANI M, MADJID M, ALLAHVERDIAN S, GHANBILI J, GHANBARIAN A, HAJIPOUR R. Serum lipid levels in an Iranian population of children and adolescents: Tehran lipid and glucose study. **European Journal of Epidemiology**. v. 17, p. 281–288, 2001.

BALASSIANO DH, ARAÚJO CG. Frequência cardíaca máxima: influência da experiência desportiva na infância e adolescência. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. v.100, n.4, p.333-8.2013.

BARJA S, ACEVEDO M, ARNAIZ P, BERRÍOS X, BAMBS C, GUZMÁN B, CARVAJAL J, CASSIS B, NAVARRETE C. Marcadores de aterosclerosis temprana y síndrome metabólico en niños. **Revista médica de Chile**. v. 137, n. 4, p.522-30, 2009.

BAI Y, CHEN S, LAURSON KR, KIM Y, SAINT-MAURICE PF, WELK GJ. The associations of youth physical activity and screen time with fatness and fitness: the 2012 NHANES national youth fitness survey. **PLoS One**. v. 11:e0148038. 2016.

BENYAMIN B. et al. GWAS of butyrylcholinesterase activity identifies four novel loci, independent effects within BCHE and secondary associations with metabolic risk factors. **Human molecular genetics**, v. 20, n. 22, p. 4504-4514, 2011.

BIDDLE SJH, PEARSON N, ROSS GM, BRAITHWAITE R. Tracking of sedentary behaviours of young people: A systematic review. **Preventive Medicine**. v.51, n.5, p.345–51. 2010.

BILLAT, V L; FLECHET, B; PETOT, B; MURIAUX, G; KORALSZTEIN, J.-P. Interval Training at VO<sub>2</sub>max: Effects On Aerobic Performance And Overtraining Markers. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 31, n. 1, p. 156–163, 1999.

BIRD M, HILL KD, BALL M, HETHERINGTON S, WILLIAMS AD. The long-term benefits of a multi-component exercise intervention to balance and mobility in healthy older adults. **Archives of Gerontology and Geriatrics**. v. 52, n. 2, p. 211-6, 2011.

BOBERG DR, FURTADO-ALLE L, SOUZA RL, CHAUTARD-FREIRE-MAIA EA. Molecular forms of butyrylcholinesterase and obesity. **Genetics and molecular biology**. v.33, n.3, p.452-454, 2010.

BOBERG, D. R. Formas moleculares da butirilcolinesterase e obesidade 84f. Dissertação (Mestrado em Genética) – Setor de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

BOREHAM CA, TWISK J, SAVAGE MJ, CRAN GW, STRAIN JJ. 2. Physical activity, sports participation, and risk factors in adolescents. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 29, n. 6, p. 788-93, 1997.

BOTS, M. L; HOES, A. W; KOUDSTAAL, P. J; HOFMAN, A; GROBBEE, D. E. Common carotid intima-media thickness and risk of stroke and myocardial infarction the Rotterdam Study. **Circulation**. v. 96, n. 5, p. 1432-1437, 1997.

BRADY TM, SCHNEIDER MF, FLYNN JT, COX C, SAMUELS J, SALAND J, et al. Carotid intima-media thickness in children with CKD: results from the CKiD study. **Clinical Journal of the American Society of Nephrology**. v. 7, n. 12, p. 1930-7, 2012.

BRANDFOR W. LANDRY & SHERILYN WHATELEY DRISCOLL. Physical Activity in Children and Adolescents. **American Academy Of Physical Medicine And Rehabilitation**. v. 4, p 826-832, 2012.

BRITO LMS, MASCARENHAS LPG, MOSER DC, TITSKI ACK, CAT MNL, SILVA MJC, BOGUSZEWSKI MCS, LEITE N. Uso da atividade física e da aptidão cardiorrespiratória na identificação de fatores de risco cardiovasculares em adolescentes Brasileiros. **Revista Brasileira de Cineantropometria e desempenho Humano**. v 18, n. 6, 2016.

CÁRDENAS-CÁRDENAS LM, BURGUETE-GARCIA AI, ESTRADA-VELASCO BI, LÓPEZISLAS C, PERALTA-ROMEROC J, CRUZ M, ET AL. Leisure-time physical activity and cardiometabolic risk among children and adolescents. **Jornal de Pediatria**. v.91, n.2, p.136-42, 2015

CANTARERO BA, BUENO CA, VIZCAINO VM, HERMOSO AG, COSTOSO AIT, LOPEZ MS. Association between physical activity, sedentary behavior, and fitness with health related quality of life in health children and adolescents. **Medicine**. v. 96, n. 12, e6407, 2017.

CHAMBLESS, L. E; HEISS, G; FOLSOM, A. R; ROSAMOND, W., SZKLO, M; SHARRETT, A. R; CLEGG, L. X. Association of coronary heart disease incidence with carotid arterial wall thickness and major risk factors: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study, 1987–1993. **American journal of epidemiology**. v. 146, n. 6, p. 483-494, 1997.

CHATONNET, A.; LOCKRIDGE, O. Comparison of butyrylcholinesterase and acetylcholinesterase. **Biochemical Journal**. v. 260, n.3, p. 625-634, 1989.

CHAUTARD-FREIRE-MAIA, E. A. et al. The C5 isozyme of serum cholinesterase and adult weight. **Human Heredity**. v. 41, n. 5, p. 330-339, 1991.

CHAVES, T.J., et al. -116A and K BCHE gene variants associated with obesity and hypertriglyceridemia in adolescents from Southern Brazil. **Chemico-Biological Interactions**. v. 203, n. 1, p. 341–343, 2013.

CHAVES, T.O; BALASSIANO DH; ARAÚJO CG. Influência do hábito de Exercício na Infância e Adolescência na Flexibilidade de Adultos Sedentários. **Revista Brasileira Medicina do Esporte**. v. 22, n. 4, 2016.

CHU, M.I., FONTAINE, P., KUTTY, K.M., MURPHY, D., REDHEENDRAN, R. Cholinesterase in serum and low density lipoprotein of hyperlipidemic patients. **ClinicaChimica Acta**.v.85, n.1, p. 55–59, 1978.

CLELAND V, DWYER T, VENN A. Which domains of childhood physical activity predict physical activity in adulthood? A 20-year prospective tracking study. **British Journal of Sports Medicine**. v.46, n.8, p. 595-602.2012.

CLITHEROW, J.W., MITCHARD, M., HARPER, N.J. The possible biological function of pseudocholinesterase. **Nature**. v. 199, n.7, p. 1000–1001, 1963.

ÇOKUĞRAŞ, A. N. Butyrylcholinesterase: Structure and Physiological Importance. **Turkish Journal of Biochemistry**. v. 28, n. 2, p. 54-61, 2003.

COLLEY RC, GARRIGUET D, JANSSEN I, CRAIG C, CLARKE J, TREMBLAY MS: Physical activity of Canadian adults: Accelerometer results from the 2007-2009 Canadian Health Measures Survey. **Health Reports**. v. 22, n. 1, p. 82-003. 2011.

COSTA PB, GRAVES BS, WHITEHURST M, JACOBS PL. The acute effects of different durations of static stretching on dynamic balance performance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**. v. 23, n. 1, p. 141–7, 2009.

COYLE EF. Substrate utilization during exercise in active people. In: American Journal of Clinical Nutrition. Vol 61. 1995.

DARVESH, S.; HOPKINS, D.A. Differential distribution of butyrylcholinesterase and acetylcholinesterase in the human thalamus. **J. Comp. Neurol.**, v.463, p. 25-43, 2003.

DAWSON JD, SONKA M, BLECHA MB, LIN W, DAVIS PH. Risk factors associated with aortic and carotid intima-media thickness in adolescents and young adults: the Muscatine Offspring study. **Journal of the American College of Cardiology**. v. 53, n. 24, p. 2273-9, 2009.

DE LORENZO A, MARTINOLI R, VAIA F, DI RENZO L. Normal weight obese (NWO) women: an evaluation of a candidate new syndrome. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**. v. 16, n. 8, p. 513–523, 2006.

DECOSTER LC, CLELAND J, ALTIERI C, RUSSELL P. The effects of hamstring stretching on range of motion: a systematic literature review. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 35, n. 6, p, 377–87,2005.

DEFINA LF, HASKELL WL, WILLIS BL, BARLOW CE, FINLEY CE, LEVINE BD, COOPER KH. Physical activity versus cardiorespiratory fitness: two (partly) distinct

components of cardiovascular health?. *Progress in Cardiovascular Diseases*. v. 57, n.4, p.324-329, 2015.

DENCKER M, BUGGE A, HERMANSEN B, ANDERSEN LB. Objectively measured daily physical activity related to aerobic fitness in young children. **Journal of Sports Sciences**. v. 28, n. 2, p. 139-45, 2010.

DENTON SJ, TRENELL MI, PLÖTZ T, SAVORY LA, BAILEY DP, KERR CJ. Cardiorespiratory fitness is associated with hard and light intensity physical activity but not time spent sedentary in 10-14 year old schoolchildren: the HAPPY study. **PLoS One**. v. 8, n. 4. e61073. 2013.

DESPRÉS JP. Physical Activity, Sedentary Behaviours, and Cardiovascular Health: When Will Cardiorespiratory Fitness Become a Vital Sign?. **Canadian Journal of Cardiology**. v. 32, p.4, p. 505-513, 2016.

DEURENBERG, P.; PIETERS, J. J.; HAUTVAST, J. G. The assessment of the body fat percentage by skinfold thickness measurements in childhood and young adolescence. **British Journal of Nutrition**. v. 63, n. 2, p.293-303, 1990.

DIETZ AA, RUBINSTEIN HM, LUBRANO T, HODGES LK. Improved method for the differentiation of cholinesterase variants. **American journal of human genetics**. v.24, n. 1, p.58-64. 1972.

DOYON A, KRACHT D, BAYAZIT AK, DEVECI M, DUZOVA A, KRMAR RT, et al; 4C Reference Study Consortium. Carotid artery intima-media thickness and distensibility in children and adolescents: reference values and role of body dimensions. **Hypertension**. v. 63, n. 5, p. 121-2, 2014.

EDWARDS MK & LOPRINZI PD. High Amounts of Sitting, Low Cardiorespiratory Fitness, and Low Physical Activity Levels: 3 Key Ingredients in the Recipe for Influencing Metabolic Syndrome Prevalence. **American Journal of Health Promotion**. Dezembro, 2016.

EISENMANN JC, WELK GJ, WICKEL EE, BLAIR SN. Combined influence of cardiorespiratory fitness and body mass index on cardiovascular disease risk factors among 8-18 year old youth: the aerobics center longitudinal study. **International Journal of Pediatric Obesity**. v.2, n.2, p.66-72, 2007.

EKELUND U, ANDERSSON SA, FROBERG K, SARDINHA LB, ANDERSEN LB, BRAGE S. Independent associations of physical activity and cardiorespiratory fitness with metabolic risk factors in children: the European youth heart study. **Diabetologia**. v. 50, p.1832–1840, 2007.

EVANS RT, WROE J. Is serum cholinesterase activity a predictor of succinyl choline sensitivity? An assessment of four methods. **Clinical Chemistry**. v. 24, n. 10, p.1762-1766.1978.

FAIGENBAUM AD, KRAEMER WJ, BLIMKIE CJ, ET AL. Youth resistance training: Updated position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. **The Journal of Strength & Conditioning Research**. v. 23, n. 5, p. 60-79, 2009.

FARIAS JÚNIOR, J. C. Atividade física e comportamento sedentário: estamos caminhando para uma mudança de paradigma?.**Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**. v.16, n.4, p. 279–280. 2011.

FARIAS JUNIOR JC, NAHAS MV, BARROS MVG, LOCH MR, OLIVEIRA, ESA, DE BEM MFL, et al. Health risk behaviors among adolescents in the south of Brazil: prevalence and associated factors. **Revista Panamericana de Salud Publica**. v. 25, n. 4, p. 344–52, 2009.

FERNANDEZ JR, REDDEN DT, PETROBELLI A, ALLISSON DB. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of african-american, european-american, and mexican-american, children and adolescents. **TheJournalofPediatrics**. v.145, n.4, p.439-444.2004.

FERRAR K, CHANG C, LI M, OLDS TS. Adolescent time use clusters: a systematic review. **Journal of Adolescent Health**. v. 52, n. 3, p. 259---70,2013.

FLECK SJ. Body composition of elite American athletes. *Am J Sports Med*. v. 11, n. 6, p. 398–403, 1983.

FREEDMAN DS, FORD ES. Are the recent secular increases in the waist circumference of adults independent of changes in BMI? **The American Journal of Clinical Nutrition**. v. 101, n. 3, p. 425–431, 2015.

FRIEDEWALD WT, LEVY RI, FREDRICKSON DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clinical Chemistry**. v.18, n. 6, p.499-502,1972.

FURTADO LA. **Variabilidade genética da butirilcolinesterase e obesidade**. Tese (Doutorado em Genética). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

FURTADO-ALLE, L. et al. Association of variants of the -116 site of the butyrylcholinesterase BCHE gene to enzyme activity and body mass index. **Chemico-BiologicalInteractions** v. 175, n. 1-3, p. 115–118, 2008.

GAJDOSIK RL, ALLRED JD, GABBERT HL, SONSTENG BA. A stretching program increases the dynamic passive length and passive resistive properties of the calf

muscle–tendon unit of unconditioned younger women. **European Journal of Applied Physiology**. v. 99, n. 4, p. 449–54, 2007.

GALE CR, MARTYN CN, COOPER C, SAYER AA. Grip strength, body composition, and mortality. **International Journal of Epidemiology**. v. 36, n. 1, p. 228–35, 2007.

GALLAHUE, D. L.; OZMUN, J. C. Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos. 2a edição. Phorte. 2003.

GARATACHEA, N., LUCIA, A. Genes, physical fitness and ageing. **Ageing Reserch Reviews**. v. 12, n.1, p. 90-102, 2012.

GARBER, C.E. et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, p. 1334–1359, 2011.

GARNETT SP, BAUR LA, COWELL CT. The prevalence of increased central adiposity in Australian school children 1985 to 2007. **Obesity Reviews**. v. 12, n. 11, p. 887–896, 2011.

GIANNINI C, GIORGIS T, SCARINCI A, CIAMPANI MP, MARCOVECCHIO ML, CHIARELLI F ET AL. Obese related effects of inflammatory markers and insulin resistance on increased carotid intima media thickness in prepubertal children. **Atherosclerosis**. v. 197, p. 448-56, 2008.

GIANNUZZI P, MEZZANI A, SANER H. ET AL: Physical activity for primary and secondary prevention. Position paper of the working group on cardiac rehabilitation and exercise physiology of the European society of cardiology. **The European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation**, v. 10, p. 319-327, 2003.

GUALANO, B.; SÁ PINTO, A.L.; PERONDI, B.; LEITE PRADO, D.M.; OMORI, C.; ALMEIDA, R.T.; SALLUM, A.N.; SILVA, C.A. Evidence for prescribing exercise as treatment in pediatric rheumatic diseases. **Autoimmunity Review**, Amsterdam, v.9, n.8, p.569-73, 2010.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. Atividade física, aptidão física e saúde. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. v.1. n.1. p.18-35,1995.

GUEDES, D. P.; NETO, J. T. M.; GERMANO, J. M.; LOPES, V.; SILVA, A. J. R. M. Aptidão física relacionada à saúde de escolares: programa fitnessgram. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, n. 2, p. 72–76, 2012.

GUEDES, D.P. Implicações associadas ao acompanhamento do desempenho motor de crianças e adolescentes. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo. v.21, n. 37, p.37-60, 2007.

GUERRA PH, FARIAS JR JC, FLORINDO AA. Comportamento sedentário em crianças e adolescentes brasileiros: revisão sistemática. **Revista de Saúde Pública**. v. 50. n. 9, 2016.

GUISSARD N, DUCHATEAU J. Effect of static stretch training on neural and mechanical properties of the human plantar-flexor muscles. **Muscle & Nerve**. v. 29, n. 2, p. 248–55, 2004.

HAGAN JF, SHAW JS, DUNCAN PM, EDS. Promoting physical activity. In: Guidelines for Health Supervision of Infants, Children and Adolescents. 3rd ed. Elk Grove, IL: American Academy of Pediatrics; 2010. Disponível em <[http://brightfutures.aap.org/pdfs/Guidelines\\_PDF/7-Promoting\\_Physical\\_Activity.pdf](http://brightfutures.aap.org/pdfs/Guidelines_PDF/7-Promoting_Physical_Activity.pdf)>.

HALLAL, P. C., BAUMAN, A. E., HEATH, G. W., KOHL, H. W., LEE, I.-M., & PRATT, M. Physical activity: more of the same is not enough. **Lancet**. v. 380, n. 9838, p.190-191. 2012.

HALLAL, P.C., DUMITH, S.C., REICHERT, F.F., MENEZES, A.M.B., ARAJO, C.L., WELLS, C.K., ULF EKELUND, AND CESAR G. VICTORA. Cross-sectional and longitudinal associations between physical activity and blood pressure in adolescence: Birth Cohort Study. **Journal of Physical Activity and Health**. v. 8, n. 4, p. 468–474, 2011.

HAMMAMI A, CHAMARI K, SLIMANI M, SHEPHARD RJ, YOUSFI N, TABKA Z, BOUHLEL E. Effects of recreational soccer on physical fitness and health indices in sedentary healthy and unhealthy subjects. **Biology of Sport**. v. 33, n. 1, p 27-33, 2016.

HASHIM Y, SHEPHERD D, WILTSHIRE S, HOLMAN RR, LEVY JC, CLARK A, ET AL. Butyrylcholinesterase K variant on chromosome 3 q is associated with type II diabetes in white Caucasian subjects. **Diabetologia**. v. 44, n. 2227, p.30, 2001.

HAYMAN LL, WILLIAMS CL, DANIELS SR, STEINBERGER J, PARIDON S, DENNISON BA, et al.; Committee on Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in Youth (AHOY) of the Council on Cardiovascular Disease in the Young, American Heart Association. Cardiovascular health promotion in the schools: a statement for health and education professionals and child health advocates from the Committee on Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in Youth (AHOY) of the Council on

Cardiovascular Disease in the Young, American Heart Association. **Circulation**. v. 110, n. 15, p. 2266-75, 2004.

HAY J, MAXIMOVA K, DURKSEN A, CARSON V, RINALDI RL, TORRANCE B, BALL GD, MAJUMDAR SR, PLOTNIKOFF RC, VEUGELERS P, BOULÉ NG, WOZNY P, MCCARGAR L, DOWNS S, LEWANCZUK R, MCGAVOCK J. Physical activity intensity and cardiometabolic risk in youth. **Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine**. v. 166, n. 11, p. 1022-9, 2012.

HEALY GN, DUNSTAN DW, SALMON J, ET AL. Breaks in sedentary time beneficial associations with metabolic risk. **Diabetes Care**. v. 31, n. 4, p. 661–6, 2008.

HEALY GN, MATTHEWS CE, DUNSTAN DW, WINKLER EA, OWEN N. Sedentary time and cardio-metabolic biomarkers in US adults: NHANES 2003–06. **European Heart Journal**. v. 32, n. 5, p.590–7, 2011.

HEWETT TE, MYER GD, FORD KR. Reducing knee and anterior cruciate ligament injuries among female athletes: a systematic review of neuromuscular training interventions. **The Journal of Knee Surgery**. v. 18, n. 1, p. 82–8, 2005.

HJORTH, M.F., CHAPUT, J.P., DAMSGAARD, C.T., DALSKOV, S.M., ANDERSEN, R., ASTRUP, A., KIM F. MICHAELSEN, INGE TETENS, CHRISTIAN RITZ, ANDERS SJÖDIN. Low physical activity level and short sleep duration are associated with an increased cardio-metabolic risk profile: a longitudinal study in 8-11 year old Danish children. **PLoS ONE**. v. 9, n. 8, e104677,2014a.

HIGA, M. **Métodos para quantificação da artéria carótida em imagem de ultrassom modo-b e doppler**. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Setor de Engenharia, Escola Politécnica da universidade de São Paulo, 2009.

HO S. S., RADAVELLI-BAGATINI S., DHALIWAL S. S., HILLS A. P., PAL S. Resistance, aerobic, and combination training on vascular function in overweight and obese adults. **Journal of Clinical Hypertension**. v. 14, n. 12, p. 848–854, 2012b.

HOUTKOOPER, L.B, GOING, S.B, LOHMAN, T.G; ROCHE A.F, VAN LOAN, M. Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study. **Journal of applied Physiology**. v. 72,n. 1, p. 366-373, 1992.

HOWARD, B. J., FRASER, S. F., SETHI, P., CERIN, E., HAMILTON, M. T., OWEN, N., KINGWELL, B. A. Impact on Hemostatic Parameters of Interrupting Sitting with

Intermittent Activity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 45, n. 7, p 1285–1291,2013.

HRYSOMALLIS C. Relationship between balance ability, training and sports injury risk. **Sports Medicine**. v. 37, n. 6, p. 547–56, 2007.

HUOTARI P, NUPPONEN H, MIKKELSSON L, LAAKSO L, KUJALA U. Adolescent physical fitness and activity as predictors of adulthood activity. **Journal of Sports Sciences**. v.29, n.11, p.1135-41, 2011.

I DIRETRIZ DE PREVENÇÃO DA ATEROSCLEROSE NA INFÂNCIA E NA ADOLESCÊNCIA. Arquivos Brasileiros de Cardiologia - Volume 85, Suplemento VI, Dezembro 2005.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION: **IDF Diabetes Atlas Update 2012**. 2012. Disponível em: <<http://www.idf.org/diabetesatlas/5e/Update2012>>.

ISHIZU T, ISHIMITSU T, YANAGI H, SEO Y, OBARA K, MORIYAMA N, ET AL. Effect of age on carotid arterial intima-media thickness in childhood. **Heart Vessels**. v.19, n.4, p.189-95. 2004.

JAGO R, SEBIRE SJ, GORELY T, CILLERO IH, BIDDLE SJ. “I’m on it 24/7 at the moment”: a qualitative examination of multi-screen viewing behaviours among UK 10-11 year olds. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**. v. 3, p. 8:85, 2011.

JAHNKE R, LARKEY L, ROGERS C, ETNIER J, LIN F. A comprehensive review of health benefits of qigong and tai chi. **American Journal Health Promotion**. v. 24, n. 6, p. 1–25,2010.

JANSSEN I, LEBLANC AG: Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. **International Journal Behavioral Nutrition and Physical Activity**,v. 7, n.40. 2010.

JUDICE PB, SILVA AM, BERRIA J, PETROSKI EL, EKELUND U, SARDINHA LB. Sedentary patterns, physical activity and health-related physical fitness in youth: a cross-sectional study. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**. v. 14, n. 25, 2017.

JIANG MH, YANG Y, GUO XF, SUN YX. Association between child and adolescent obesity and parental weight status: a cross-sectional study from rural North China. **Journal of International Medical Research**. v.41, n.4, p. 1326-32, 2013.

JOHNSON G, MOORE SW. Why has butyrylcholinesterase been retained? Structural and functional diversification in a duplicated gene. **Neurochemistry International**. v. 61, n.5, p.783–97, 2012.

JOHNSON, G.; MOORE, S.W. Cholinesterases modulate cell adhesion in human neuroblastoma cells in vitro. **International Journal of Developmental Neuroscience**. Neurosci., v. 18, n.8, p. 781–790, 2000.

JURCA R, LAMONTE MJ, BARLOW CE, KAMPERT JB, CHURCH TS, BLAIR SN. Association of muscular strength with incidence of metabolic syndrome in men. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 37, n. 11, p. 1849–55,2005.

JURCA R, LAMONTE MJ, CHURCH TS, EARNEST CP, FITZGERALD SJ, BARLOW CE, JORDAN AN, KAMPERT JB, BLAIR SN. Associations of muscle strength and fitness with metabolic syndrome in men. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 36, n. 8, p. 1301–7, 2004.

KÁLMÁN, J. et al. Increased serum butyrylcholinesterase activity in type IIb hyperlipidaemic patients. **Life Sciences**. v. 75, n.10, p. 1195-1204, 2004.

KAPUKU GK, HARSHFIELD GA, DAVIS HC, TREIBER FA. Early markers of cardiovascular disease. **Vascular Pharmacology**. v. 45, n. 5, p. 277-80, 2006.

KATZMARZYK PT, LEE IM. Sedentary behaviour and life expectancy in the USA: a cause-deleted life table analysis. **BMJ Open**. v. 2, n. 4, 2012.

KATZMARZYK, P. T., CHURCH, T. S., CRAIG, C. L., & BOUCHARD, C. Sitting Time and Mortality from All Causes, Cardiovascular Disease, and Cancer. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.41, n.5, p.998–1005. 2009.

KATZMARZYK PT, LEE IM, MARTIN CK, BLAIR SN. Epidemiology of Physical Activity and Exercise Training in the United States. **Progress in Cardiovascular Diseases**. Janeiro, 2017.

KNECHTLE B, ROSEMANN T, RÜST CA. Ice swimming and changes in body core temperature: a case study. **Springerplus**. v. 4, n. 1, p. 394, 2015.

KNOWLES, G., PALLAN, M., THOMAS, G.N., EKELUND, U., CHENG, K.K., BARRETT, T., AND ADAB, P. Physical activity and blood pressure in primary school children: a longitudinal study. **Hypertension**. v. 61, n. 1, p. 70–75, 2013.

KOKKINOS P, MYERS J. Exercise and physical activity: Clinical outcomes and applications. **Circulation**. v. 122, p. 1637-1648, 2010.

KOKKONEN J, NELSON AG, ELDREDGE C, WINCHESTER JB. Chronic static stretching improves exercise performance. **Medicine & Science in Sports Exercise**. v. 39, n. 10, p. 1825–31,2007.

KRIEMLER, S., ZAHNER, L., SCHINDLER, C., MEYER, U., HARTMANN, T., HEBESTREIT, H., BRUNNER-LA ROCCA HP, VAN MECHELEN W, PUDER JJ. Effect of school based physical activity programme (KISS) on fitness and adiposity in primary schoolchildren: cluster randomised controlled trial. **British Medical Journal**. v. 340, c.785,2010.

KRISTENSEN PL, MOELLER NC, KORSHOLM L, KOLLE E, WEDDERKOPP N, FROBERG K, ET AL. The association between aerobic fitness and physical activity in children and adolescents: The European Youth Heart Study. **European Journal of Applied Physiology**. v. 110, n. 2, p.267-75, 2010.

KUMAR V, SACHDEV HPS, KHALIL A. Noninvasive Evaluation of Endothelial Function and Arterial Mechanics in Overweight Adolescents. **Indian Pediatrics**. v. 41, n. 11, p. 1105-14, 2004.

KUTTY, K. M. Review: Biological function of cholinesterase. **Clinical Biochemistry**. v. 13, n. 6, p. 239-43, 1980.

KYOKO KOGAWA SATO; TOMOSHIGE HAYASHI, ISSEKI MAEDA, HIDEO KOH,NOBUKO HARITA, SHINICHIRO UEHARA, YUKIKO ONISHI, KEIKO OUE, YOSHIKO NAKAMURA, GINJI ENDO, HIROSHI KAMBE, KANJI FUKUDA. Serum butyrylcholinesterase and the risk of future type 2 diabetes: The Kansai Healthcare Study. **Clinical Endocrinology**. v. 80, n. 3, p. 319-468, 2014.

LAUTENSCHLAGER, N.T.; ALMEIDA, O.P. Physical activity and cognition in old age. **Current Opinion in Psychiatry**, v.19, n.2, p.190-3, 2006.

LAZZOLI, José K. NÓBREGA, Antonio Claudio L. CARVALHO, Tales. et al. **Atividade Física e Saúde na Infância e Adolescência**. Rev Bras Med Esporte vol.4 no.4 Niterói July/Aug. 1998.

LEITE, N BENTO, PAULO CESAR BARAUCE; RADOMINSKI, ROSANA BENTO; CIESLAK, FABRÍCIO; MILANO, GERUSA EISFELD; LAZAROTTO, LEILANE; LOPES, MARIA DE FATIMA AGUIAR; PILOTTO, VERA. et al. Avaliação e auto-avaliação puberal em crianças e adolescentes obesos. **Motriz**. v.15, n.3, p.641- 647. 2009.

LIMA, J.K.; LEITE, N.; TUREK, L.V.; SOUZA, R. L. R.; TIMOSSO, L. da S.; OSIECKI, A. C. V.; OSIECKI, R. ALLE-FURTADO, L. 1914G variant of BCHE gene associated with enzyme activity, obesity and triglyceride levels. **Gene**. v. 532, p. 24–26, 2013.

LITWIN M, TRELEWICZ J, WAWER Z, ANTONIEWICZ J, WIERZBICKA A, RAJSZYS P, GREYDA R. Intima-media thickness and arterial elasticity in hypertensive children: Controlled study. **Pediatric Nephrology**; v. 19, n. 7, p. 767–774, 2004.

LOCKRIDGE, O. et al. Complete aminoacid sequence of human serum cholinesterase. **Journal Biological Chemistry**. v. 262, p. 549-557, 1987.

LOCKRIDGE, O. Review of human butyrylcholinesterase structure, function, genetic variants, history of use in the clinic, and potential therapeutic uses. **Pharmacology e Therapeutics**. v. 148, p. 34-46, 2015.

LOHMAN, T.G. et al. Anthropometric standardization reference manual. Illinois: **Human Kinetics Books**, 1988.

LOWENSTEYN I, SIGNORILE JF, GILTZ K. The effect of varying body composition on swimming performance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**. v. 8, n. 3, p.149–154, 1994.

MALINA RM. Weight training in youth—growth, maturation, and safety: An evidence-based review. **Clinical Journal of Sport Medicine**. v. 16, n. 6, p. 478-487, 2006.

MANINI, T.M.; EVERHART, J.E.; PATEL, K.V.; SCHOELLER, D.A.; COLBERT, L.H.; VISSER, M.; TYLAVSKY, F.; BAUER, D.C.; GOODPASTER, B.H.; HARRIS, T.B. Daily activity energy expenditure and mortality among older adults. **Journal of the American Medical Association**, Chicago, v.296, n.2, p.171-9, 2006.

MANOHARAN, I.; BOOPATHY, R.; DARVESH, S.; LOCKRIDGE, O. A medial health report on individuals with silent butyrylcholinesterase in Vysya community of India. **Clin. Chim. Acta.**, v. 378, p.128-135, 2007.

MARTINEZ-GOMEZ D, RUIZ JR, ORTEGA FB, CASAJÚS JA, VEIGA OL, WIDHALM K, ET AL. Recommended levels and intensities of physical activity to avoid low-cardiorespiratory fitness in European adolescents: The Helena Study. **American Journal of Human Biology**. v. 22, n. 6, p. 750-6, 2010.

MATTEVI VS, ZEMBRZUSKI VM, HUTZ MH. Impact of variation in ADRB2, ADRB3, and GNB3 genes on body mass index and waist circumference in a Brazilian population. **American Journal of Human Biology**. v. 18, n. 2, p. 182-6, 2006.

McARDLE, W D; KATCH, F I; KATCH, V L. **Fundamentos de fisiologia do exercício**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

MCGEE R, WILLIAMS S, HOWDEN-CHAPMAN P, MARTIN J, KAWACHI I. Participation in clubs and groups from childhood to adolescence and its effects on attachment and self-esteem. **Journal of Adolescence**. v.29, n.1, p.1-17, 2006.

MCGILL HC JR. George Lyman Duff memorial lecture. Persistent problems in the pathogenesis of atherosclerosis. **Arteriosclerosis**. v. 4, n. 5, p. 443-51, 1984.

MENDES, R. A.; LEITE, N. Ginástica laboral: princípios e aplicações práticas. **Barueri: Manole**, 2004.

MESA JL, RUIZ JR, ORTEGA FB, WÄRNBERG F, GONZÁLEZ-LAMUÑO D, MORENO LA, ET AL. Aerobic physical fitness in relation to blood lipids and fasting glycaemia in adolescents: influence of weight status. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**. v.16, n. 4, p. 285-93,2006.

MILANO, G. E.; LEITE, N.; CHAVES, T. J; SOUZA, R. L. R.; ALLE, L. F. Atividade da butirilcolinesterase e fatores de risco cardiovascular em adolescentes obesos submetidos a um programa de exercícios físicos. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**. v. 57, n. 7, p. 533-7, 2013.

MOREIRA C, SANTOS R, DE FARIAS JUNIOR JC, VALE S, SANTOS PC, SOARES-MIRANDA L, MARQUES AI, MOTA J. Metabolic risk factors, physical activity and physical fitness in Azorean adolescents: a crosssectional study. **BMC Public Health**. v. 11, p. 214, 2011.

MORRIS JN, HEADY JA, RAFFLE PA, ET AL: Coronary heart-disease and physical activity of work. **Lancet**. v.265, p.1053-1057, 1953.

MULLEN, S. P., OLSON, E. A., PHILLIPS, S. M., SZABO, A. N., WOJCICKI, T. R., MAILEY, E. L., MCAULEY, E. Measuring enjoyment of physical activity in older adults: invariance of the physical activity enjoyment scale (paces) across groups and time. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**. v. 8, n. 103, 2011.

MYERS J, MCAULEY P, LAVIE CJ, DESPRES JP, ARENA R, KOKKINOS P. Physical activity and cardiorespiratory fitness as major markers of cardiovascular risk: their independent and interwoven importance to health status. **Progress in Cardiovascular Diseases**. v. 57, n. 4, p. 306-314, 2015.

NAHAS, MV. Educação para um estilo de vida ativo nos programas de educação física. In: Nahas, M.V. Atividade física, saúde e qualidade de vida. Londrina: Ed. Midiograf; 2001.

NAPOLI C, PIGNALOSA O, DE NIGRIS F, SICA V. Childhood infection and endothelial dysfunction: A potential link in atherosclerosis? **Circulation**. v. 111, n. 13, p. 1568-70, 2005.

NEVES L. M., FORTALEZA A. C., ROSSI F. E., DINIZ T. A., CODOGNO J. S., GOBBO L. A., FREITAS I.F. JR. Functional training reduces body fat and improves functional fitness and cholesterol levels in postmenopausal women: a randomized clinical trial. **The Journal of Sports Medicine Physical Fitness**. v. 57, n. 4, p. 448–456.2017.

NEWMAN AB, KUPELIAN V, VISSER M, SIMONSICK EM, GOODPASTER BH, KRITCHEVSKY SB, TYLAVSKY FA, RUBIN SM, HARRIS TB. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**. v. 61, n. 1, p. 72–7, 2006.

NISHIMURA R, SANO H, MATSUDAIRA T, MORIMOTO A, MIYASHITA Y, SHIRASAWA T et al. Changes in body mass index, leptin and adiponectin in Japanese children during a three-year follow-up period: a populationbased cohort study. **Cardiovascular Diabetology**. v. 89, n. 6, p. 2548-56, 2009.

NOMURA, F., OHNISHI, K., KOEN, H. ET AL. Serum cholinesterase in patients with fatty liver. **Journal of Clinical Gastroenterology**. v. 8, n. 5, p. 599-602, 1986.

OGDEN CL, YANOVSKI SZ, CARROLL MD, FLEGAL KM. The epidemiology of obesity. **Gastroenterology**. v. 132, n. 6, p. 087-102, 2007.

OKOSUN IS, BOLTRI JM, ERIKSEN MP, HEPBURN VA. Trends in abdominal obesity in young people: United States 1988–2002. **Ethnicity & Disease**. v. 16, n. 2, p. 338–344, 2006.

OKORODUDU D, JUMEAN M, MONTORI VM, ROMERO-CORRAL A, SOMERS VK, ERWIN PJ, ET AL. Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Obesity*. v. 34, n. 5, p.791–799, 2010.

OLIVEROS E, SOMERS VK, SOCHOR O, GOEL K, LOPEZ-JIMENEZ F. The concept of normal weight obesity. **Progress in Cardiovascular Diseases**. v. 56, n. 4, p.426–433, 2014.

OREN A, VOS LE, UITERWAAL CS, GORISSEN WH, GROBBEE DE, BOTS ML. Change in body mass index from adolescence to young adulthood and increased carotid intima-media thickness at 28 years of age: the Atherosclerosis Risk in Young Adults study. **International journal of obesity and related metabolic disorders**. v.27, v.11. p.1383-90. 2003.

OWEN, N., HEALY, G. N., MATTHEWS, C. E., & DUNSTAN, D. W. Too much sitting: the population health science of sedentary behavior. **Exercise and Sport Sciences Reviews**. v. 38, n. 3, p. 105–113, 2010.

PAN WH, YEH WT. How to define obesity? Evidence-based multiple action points for public awareness, screening, and treatment: an extension of Asian- Pacific recommendations. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**. v. 17, n. 3, p. 370–374, 2008.

PATE RR, O'NEILL JR, LIESE AD, JANZ KF, GRANBERG EM, COLABIANCHI N, ET AL. Factors associated with development of excessive fatness in children and adolescents: a review of prospective studies. **Obesity Reviews**. v. 14, n.8, p. 645–658, 2013.

PATE R R, MITCHELL JA, BYUN W, DOWDA M. Sedentary behaviour in youth. **British Journal of Sports Medicine**. v. 45, n. 11, p. 906–913, 2011.

PATE, R., PRATT, M., BLAIR, S., HASKELL, W., MACERA, C., BOUCHARD, C., WILMORE, J. Physical-Activity and Public-Health - a Recommendation from the Centers-for-Disease-Control-and-Prevention and the American-College-of-Sports-Medicine. **Jama-Journal of the American Medical Association**. v. 273, n. 5, p. 402–407, 1995.

PEARSON N, BIDDLE SJ. Sedentary behavior and dietary intake in children, adolescents, and adults: a systematic review. **American Journal of Preventive Medicine**. v. 41, n. 2, p. 178-88, 2011.

PEREIRA ES, MOREIRA OC, SURIAN I, BRITO DS, MATOS DG DE. Health-Related Physical Fitness among children in small city in the interior of Brazil. **Revista da Educação Física/UEM**. v. 25, n.3, p. 459–68, 2014.

PEREIRA S, KATZMARZYK PT, GOMES T N, SOUZA M, CHAVES RN, SANTOS FK, SANTOS D, HEDERKER D E MAIA J. A multilevel analysis of health-related physical fitness. The Portuguese sibling study on growth, fitness, lifestyle and health. **PLoS One**. v. 12, n. 2, e0172013, 2017.

PHYSICAL ACTIVITY GUIDELINES ADVISORY COMMITTEE: **Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report**. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services; 2008.

POITRAS, V.J., GRAY, C.E., BORGHESE, M.M., CARSON, V., CHAPUT, J.-P., JANSSEN, I., KATZMARZYK PT, PATE RR, CONNOR GORBER S, KHO ME, SAMPSON M, TREMBLAY MS. Systematic review of the relationships between objectively-measured physical activity and health indicators in school-aged children

and youth. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**. v. 41, n 6, p. 197-239, 2016.

POLLOCK, M L; WILMORE, J H. **Exercícios na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação**. Rio de Janeiro: Medsi, 1993.

RADFORD JA, BURNS J, BUCHBINDER R, LANDORF KB, COOK C. DOES STRETCHING INCREASE ANKLE DORSIFLEXION RANGE OF MOTION? A SYSTEMATIC REVIEW. **British Journal of Sports Medicine**. v. 40, n. 10, p. 870–5, 2006.

ROBERTSON, R. J. et al. Validation of the adult OMNI scale of perceived exertion for cycle ergometer exercise. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 36, n. 1, p. 102–8, 2004.

ROBITZKI A, MACK A, CHATONNET A, LAYER PG. Transfection of reaggregating embryonic chicken retinal cells with an antisense 5'-DNA butyrylcholinesterase expression vector inhibits proliferation and alters morphogenesis. **Journal of Neurochemistry**. v. 69, n. 2, p. 823-833, 1997.

ROMERO-CORRAL A, SOMERS VK, SIERRA-JOHNSON J, KORENFELD Y, BOARIN S, KORINEK J, ET AL. Normal weight obesity: a risk factor for cardiometabolic dysregulation and cardiovascular mortality. **European Heart Journal**. v. 31, p. 737–746, 2010.

RUDERMAN N, CHISHOLM D, PI-SUNYER X, SCHNEIDER S. The metabolically obese, normal-weight individual revisited. **Diabetes**. v. 47, n. 5, p. 699–713, 1998.

RUDERMAN N, BERCHTOLD P, SCHNEIDER S. Obesity-associated disorders in normal-weight individuals: some speculations. **International Journal of Obesity**. v. 6, p. 151–7, 1981.

RUIZ, J., ORTEGA, F., LOIT, H., VEIDEBAUM, T. & SJOSTROM, M. Body fat is associated with blood pressure in school-aged girls with low cardiorespiratory fitness: The European youth heart study. **Journal of Hypertension**. v. 25, p. 2027-2034, 2007.

SANTOS FILHO RD, MARTINEZ TLR. Fatores de risco para doença cardiovascular: Velhos e novos fatores de risco, velhos problemas. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**. v. 46: 212-4, 2002.

SALAND JM. Update on the metabolic syndrome in children. **Current Opinion in Pediatrics**. v. 19, p. 183–191, 2007.

SALONEN, J. T.; SALONEN, R. Ultrasonographically assessed carotid morphology and the risk of coronary heart disease. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**. v. 11, n. 5, p. 1245-1249, 1991.

SCACCHI, R.; RUGGERI, M.; CORBO, R.M. Variation of the butyrylcholinesterase (BChE) and acetylcholinesterase (AChE) genes in coronary artery disease. **Clinica Chimica Acta**. v. 412, n. 15-16, p. 1341–1344, 2011.

SCHERR C, MAGALHÃES CK, MALHEIROS W. Análise do Perfil Lipídico em Escolares. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. v. 89, n. 2, p. 65- 70, 2007.

SCHUMANN M., KÜÜSMAA M., NEWTON R. U., SIRPARANTA A. I., SYVÄOJA H., HÄÄKKINEN A., HÄKIKINEN K. Fitness and lean mass increases during combined training independent of loading order. **Medicine & Science in Sports Exercise**. v. 46, n. 9, p. 1758–1768, 2014.

SEDENTARY BEHAVIOUR RESEARCH N. Letter to the editor: standardized use of the terms "sedentary" and "sedentary behaviours". **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**. v. 37, n. 3, p. 540–2, 2012.

SHAW B. S., SHAW I. Compatibility of concurrent aerobic and resistance training on maximal aerobic capacity in sedentary males. **Cardiovascular Journal of Africa**. v. 20, n. 2, p. 104–106, 2009.

SHIROMA EJ, LEE IM. Physical activity and cardiovascular health. Lessons learned from epidemiological studies across age, gender, and race/ethnicity. **Circulation**. v. 122, p. 743-752, 2010.

SIDERS WA, BOLONCHUK WW, LUKASKI HC. Effects of participation in a collegiate sport season on body composition. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. v. 31, n. 4, p. 571–576, 1991.

SILLANPÄÄ E., LAAKSONEN D. E., HÄKIKINEN A., KARAVIRTA L., JENSEN B., KRAEMER W. J., NYMAN K, HÄKIKINEN K. Body composition, fitness, and metabolic health during strength and endurance training and their combination in middle-aged and older women. **European Journal of Applied Physiology**. v. 106, n. 4, p. 285–296, 2009.

SILVA, I.M, LEITE N, BOBERG D, CHAVES TJ, EISFELD GM, EISFELD GM, BONO GF, SOUZA RL, FURTADO-ALLE L. Effects of physical exercise on butyrylcholinesterase in obese adolescents. **Genetics and Molecular Biology**. v. 35, n. 4, p. 741–742, 2012.

SINGHAL A. Endothelial dysfunction: role in obesity-related disorders and the early origins of CVD. **Proceedings of the Nutrition Society**. v. 64, n. 1, p. 15-22, 2005.

SISKOVA, K., BILKA F, ADAMEOVÁ A, BALAZOVÁ A, MYDLA M, PAULIKOVÁ I. Influence of lipid imbalance on butyrylcholinesterase activity and biotransformation efficiency. **Pharmazie**. v. 67, n. 4, p. 345–350, 2012.

SMITH, JJ, EATHER, N, MORGAN, PJ, PLOTNIKOFF, RC, FAIGENBAUM, AD, & LUBANS, DR. The Health Benefits of Muscular Fitness for Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**. v. 44, n. 9, p. 1209–1223, 2014.

SOUZA VS, BATISTA MB, CYRINO ES, BLASQUEZ G, JUNIOR HS, ROMANZINI M, et al. Association between cardiorespiratory fitness and regular participation of adolescents in sports. **Brazilian J Phys Act Health**. v. 18, n. 4, p. 511–9, 2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA. Atividade física na infância e na adolescência: guia prático para o pediatra. 2008. Disponível em: <<http://www.sbp.com.br/pdfs/9667d-DOC-CIENT-AtivFisica.pdf>> acesso em 28/04/2017.

SOROF JM, LAI D, TURNER J, POFFENBARGER J, PORTMAN R J. Overweight, ethnicity and the prevalence of hypertension in schoolaged children. **Pediatrics**. v. 113, n. 3, p. 475-82, 2004.

SOUZA, R. L. R. FADEL-PICHETH C, ALLEBRANDT KV, FURTADO L, CHAUTARD-FREIRE-MAIA EA. Possible influence of BCHE locus of butyrylcholinesterase on stature and body mass index. **American Journal of Physics**. v. 126, n. 3, p. 329-334, 2005.

SRIDHAR, G. R. G NIRMALA, ALLAM APPARAO, AS MADHAVI, S SREELATHA, J SUDHA RANI AND P VIJAYALAKSHMI. Serum butyrylcholinesterase in type 2 diabetes mellitus: a biochemical and bioinformatics approach. **Lipids in Health and Disease** v. 4, n. 18, p. 01-05, 2005.

STAGER JM, BECKER TJ, CORDAIN L. Relationship of body composition to swimming performance in female swimmers. **Journal of Swimming Research**. v. 1, n. 1, p. 21–26, 1984.

STRONG WB, MALINA RM, BLIMKIE CJ, DANIELS SR, DISHMAN RK, GUTIN B, ET AL. Evidence based physical activity for school-age youth. **Journal of Pediatrics**. v. 146, n. 6, p. 732-737, 2005.

STEELE RM, BRAGE S, CORDER K, WAREHAM NJ, EKELUND U. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome in youth. **Journal of Applied Physiology** v. 105, p.342–351, 2008.

SULLIVAN CS, BESTE J, CUMMINGS DM, HESTER VH, HOLBROOK T, KOLASA KM, MORRISSEY S, OLSSON JM, GUTAI JP. Prevalence of hyperinsulinemia and clinical correlates in overweight children referred for lifestyle intervention. **Journal of the American Dietetic Association**. v. 104, n. 3, p. 433-6, 2004.

SURAPON TANGVARASITTICHAJ, SUTHAP PONGTHAISONG, SUWADEE MEEMARK, ORATHAI TANGVARASITTICHAJ. Abdominal Obesity Associated with Elevated Serum Butyrylcholinesterase Activity, Insulin Resistance and Reduced High Density Lipoprotein-Cholesterol Levels. **Indian Journal of Clinical Biochemistry**. v. 30, n. 3, p. 275–280, 2015.

SWIFT DL, LAVIE CJ, JOHANNSEN NM, ET AL: Physical activity, cardiorespiratory fitness, and exercise training in primary and secondary coronary prevention. **Circulation**. v. 77, p.281- 292, 2013.

TAILOR AM, PEETERS PHM, NORAT T, VINEIS P, ROMAGUERA D. An update on the prevalence of the metabolic syndrome in children and adolescents. **International Journal of Pediatric Obesity** v. 5, p. 202–213, 2010.

TAKESHIMA N, ROGERS NL, ROGERS ME, ISLAM MM, KOIZUMI D, LEE S. Functional fitness gain varies in older adults depending on exercise mode. **Medicine & Science in Sports Exercise**. v. 39, n. 11, p. 2036–43.2007.

TAMAYO T, CHRISTIAN H, RATHMANN W. Impact of early psychosocial factors (childhood socioeconomic factors and adversities) on future risk of type 2 diabetes, metabolic disturbances and obesity: a systematic review. **BMC Public Health**. v. 10:525. 2010.

TANNER, JM. Normal growth and techniques of growth assessment. **Clinics in Endocrinology and Metabolism**, v.15, n.3, p.411-451, 1986.

THORNTON EW, SYKES KS, TANG WK. Health benefits of tai chi exercise: improved balance and blood pressure in middle-aged women. **Health Promotion Internacional**. v. 19, n. 1, p. 33–8, 2004.

TIPTON M, BRADFORD C. Moving in extreme environments: open water swimming in cold and warm water. **Extreme Physiology & Medicine**. v.3, n. 12, 2014.

TREMBLAY MS, LEBLANC AG, KHO ME, SAUNDERS TJ, LAROUCHE R, COLLEY RC, GOLDFIELD G, CONNOR GORBER S. Systematic review of sedentary behaviour

and health indicators in school-aged children and youth. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**. v. 21, p 8:90, 2011.

TREMBLAY MS, WARBURTON DE, JANSSEN I, ET AL. New Canadian physical activity guidelines. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**. v. 36, n. 1, p. 36-46; 47-58, 2011.

TROIANO R, BERRIGAN D, DODD K: Physical activity in the United States measured by accelerometer. **Medicine & Science in Sports & Exercise**.v. 40, n. 1, p. 181-8,2008.

TUZUN S, AKTAS I, AKARIRMAK U, SIPAHI S, TUZUN F. Yoga might be an alternative training for the quality of life and balance in postmenopausal osteoporosis. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**. v. 46, n. 1, p. 69–72, 2010.

URBINA EM, WILLIAMS RV, ALPERT BS, COLLINS RT, DANIELS SR, HAYMAN L, et al; American Heart Association Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in Youth Committee of the Council on Cardiovascular Disease in the Young. Noninvasive assessment of subclinical atherosclerosis in children and adolescents: recommendations for standard assessment of clinical research: a scientific statement from the American Heart Association. **Hypertension**. v. 54, n. 5, p. 919-50, 2009. Errata: **Hypertension**. v. 56, n. 3, p.36, 2010.

UTTER, A. C. et al. Validation of the Adult OMNI Scale of Perceived Exertion for Walking/Running Exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 10, p. 1776–1780, 2004.

V DIRETRIZ BRASILEIRA DE DISLIPIDEMIAS e PREVENÇÃO DA ATEROSCLEROSE. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. v. n. 101, p. 1-22; 2013. VAARA, J, FOGELHOLM, M, VASANKARI, T, SANTTILA, M, HÄKKINEN, K, & KYRÖLÄINEN, H. Associations of Maximal Strength and Muscular Endurance with Cardiovascular Risk Factors. **International Journal of Sports Medicine**. v. 35, n. 4, p. 356–360, 2013.

VAN DER PLOEG, H. P., CHEY, T., KORDA, R. J., BANKS, E., & BAUMAN, A. Sitting time and allcause mortality risk in 222 497 Australian adults. **Archives of Internal Medicine**, v. 172 n.6, p. 494–500, 2012.

VAN LOON LJC, GREENHAFF PL, CONSTANTIN-TEODOSIU D, SARIS WHM, WAGENMAKERS AJM. The effects of increasing exercise intensity on muscle fuel utilisation in humans. **The Journal of Physiology**. v. 536, n. 1, p. 295-304, 2001.

VERÇOZA AM, BALDISSEROTTO M, DE LOS SANTOS CA, POLI-DE-FIGUEIREDO CE, D'AVILA DO. Cardiovascular risk factors and carotid intima-media thickness in asymptomatic children. **Pediatric Cardiology**.v.30, n.8, p.1055-60. 2009.

VIJAYARAGHAVAN, S.; KARAMI, A.; AEINEHBAND, S.; BEHBAHANI, H.; GRANDIEN, A., NILSSON B, EKDAHL KN, LINDBLOM RP, PIEHL F, DARREH-SHORI T.Regulated Extracellular Choline Acetyltransferase Activity— The Plausible Missing Link of the Distant Action of Acetylcholine in the Cholinergic Anti- Inflammatory Pathway. **PLoS ONE**. v. 8, n. 6, 2013.

VIVACQUA, R; HESPANHA R. **Ergometria e reabilitação em cardiologia**. Rio de Janeiro: Medsi, 1992

WARBURTON, D.E.; NICOL, C.W.; BREDIN, S.S. Health benefits of physical activity: the evidence. **Canadian Medical Association Journal**, Ottawa, v.174, n.6, p.801-9, 2006.

WASSERMAN K, WHIPP BJ. Exercise physiology in health and disease. **The American review of respiratory disease**. v. 112, n.2, p.219-49, 1975.

WASSERMAN K. Principles of exercise testing and interpretation: including pathophysiology and clinical applications. **Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins**; 5th ed. 2012.

WILLIAMS MA, HASKELL WL, ADES PA, AMSTERDAM EA, BITTNER V, FRANKLIN BA, GULANICK M, LAING ST, STEWART KJ. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. **Circulation**. v. 116, n. 5, p. 572–84,2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global recommendations on physical activity for health. Geneva: **WHO**; 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global recommendations on physical activity for health. Geneva: World Health Organization (2010). Obtido de [http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241599979\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241599979_eng.pdf).

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Physicalactivity. **WHO**, 2017. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/en/>. Acesso em 10 mai 2017.

ZAVARONI I, BONORA E, PAGLIARA M, DALL'AGLIO E, LUCHETTI L, BUONANNO G, ET AL. Risk factors for coronary artery disease in healthy persons with hyperinsulinemia and normal glucose tolerance. **The New England Journal of Medicine**. v. 320, n.11, p. 702–706, 1989.

ZACHARIAH JP, JOHNSON PK. Pediatric lipid management: an earlier approach. **Endocrinology Metabolism Clinics of North America**. v.43, n.4, p. 981-92, 2014.

ZHANG S, LIU X, NECHELES J, TSAI HJ, WANG G, WANG B, ET AL. Genetic and environmental influences on serum lipid tracking: a population-based, longitudinal Chinese twin study. **Pediatric Research**. v. 68, n. 4, p. 316-22,2010.

ZHU W, HUANG X, HE J, LI M, NEUBAUER H. Arterial intima-media thickening and endothelial dysfunction in obese Chinese children. **European Journal of Pediatrics**. v. 164, n. 6, p. 337- 44, 2005.

ZHU W, HUANG X, HE J, LI M, NEUBAUER H. Elevated plasma homocysteine in obese schoolchildren with early atherosclerosis. **European Journal of Pediatrics**. v. 165, n. 5, p. 326-31, 2006.

## ANEXOS

Anexo I – Parecer comite de ética

FACULDADE DOM BOSCO/ PR



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DA EMENDA

**Título da Pesquisa:** Efeito dos treinamentos Intervalado de alta Intensidade (HIIT) e aeróbio nos fatores de risco cardiovasculares e genéticos em adolescentes obesos

**Pesquisador:** Maria de Fátima Aguiar Lopes

**Área Temática:** Genética Humana:

(Trata-se de pesquisa envolvendo Genética Humana que não necessita de análise ética por parte da CONEP.);

**Versão:** 3

**CAAE:** 62963916.0.0000.5223

**Instituição Proponente:** Faculdades Dom Bosco/ PR

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.990.654

**Apresentação do Projeto:**

Conforme parecer 1.872.295

**Objetivo da Pesquisa:**

analisar e comparar os efeitos dos exercícios aquáticos e terrestres aeróbios e Intervalados de alta Intensidade (HITT) nos parâmetros metabólicos, lipídicos e Inflamatórios, bem como a resposta nos componentes da aptidão física, relacionando-os com fatores genéticos em adolescentes.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Conforme parecer 1.872.295

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Conforme parecer 1.872.295

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Conforme parecer 1.872.295

**Endereço:** Rua Paulo Martins, 332

**Bairro:** Mercês

**CEP:** 80.710-010

**UF:** PR

**Município:** CURITIBA

**Telefone:** (41)3218-5582

**Fax:** (41)3218-5589

**E-mail:** cep@dombosco.sebsa.com.br

FACULDADE DOM BOSCO/ PR 

Continuação do Parecer: 1.990.654

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

Foi solicitado via emenda, que na população do projeto sejam incluídos:

Participantes eutróficos, com sobrepeso e obesidade, que sejam sedentários e treinados.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_879779 E1.pdf	10/03/2017 14:09:37		Acelto
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE_HIIT.pdf	26/01/2017 20:47:52	Maria de Fátima Agular Lopes	Acelto
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_HIIT_CEP.pdf	26/01/2017 20:47:29	Maria de Fátima Agular Lopes	Acelto
Folha de Rosto	Plataforma_HIIT.pdf	21/11/2016 23:32:04	Maria de Fátima Agular Lopes	Acelto
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	18/11/2016 15:43:27	Maria de Fátima Agular Lopes	Acelto

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CURITIBA, 30 de Março de 2017

Assinado por:

**MARCELO ROMANOVITCH RIBAS**  
(Coordenador)

Endereço: Rua Paulo Martins, 332

Bairro: Mercês

CEP: 80.710-010

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3218-5582

Fax: (41)3218-5589

E-mail: cep@dombosco.sebsa.com.br

## Anexo 2 – Avaliação Médica



DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
 PROJETO DE PESQUISA  
 EXERCÍCIOS AQUÁTICOS NO TRATAMENTO  
 DA OBESIDADE INFANTO JUVENIL  
 TELEFONE 3360.4326

PROFª. Responsável Maria de Fátima 99189197



NOME: \_\_\_\_\_ SEXO:  F  M

DATA DE NASCIMENTO: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ IDADE: \_\_\_\_anos\_\_\_\_meses

PESO \_\_\_\_\_ ESTATURA \_\_\_\_\_ IMC \_\_\_\_\_ CLASSIF \_\_\_\_\_ CA \_\_\_\_\_ CLASSIF \_\_\_\_\_

PESO AO NASCER \_\_\_\_\_ TIPO DE PARTO \_\_\_\_\_ ESTAGIO MATURACIONAL \_\_\_\_\_

PERÍODO NEONATAL: AMAMENTAÇÃO:  SIM  NÃO

PA(1) \_\_\_\_\_ PA(2) \_\_\_\_\_ FC REP \_\_\_\_\_

CA(1) \_\_\_\_\_ CA(2) \_\_\_\_\_ CA(3) \_\_\_\_\_

PERFIL LIPIDICO \_\_\_\_\_

NOME DO RESPONSÁVEL \_\_\_\_\_

CONTATOS RESIDENCIAL \_\_\_\_\_ CELULAR \_\_\_\_\_

OBSERVAÇÃO DO RESPONSÁVEL \_\_\_\_\_

## HISTÓRICO DE SAÚDE

- 1) DOENÇAS (OU CIRURGIAS) QUE TEVE ATÉ O MOMENTO:
- 2) ESTÁ FAZENDO ALGUM TRATAMENTO DE SAÚDE? FAZ USO DE ALGUM MEDICAMENTO?
- 3) JÁ TEVE ALGUM DESSES EXAMES LABORATORIAIS ANTERIORMENTE ALTERADOS?  
ANEMIA - COLESTEROL - TRIGLICERÍDEOS - GLICEMIA - TIREOIDE
- 4) CIRCULE SE ALGUÉM NA FAMÍLIA (PAIS, IRMÃOS, TIOS, AVÓS) TEM (OU TEVE) ALGUMA DAS SEGUINTE DOENÇAS:  
HIPERTENSÃO ARTERIAL (PRESSÃO ALTA) - DIABETE - INFARTO - AVC (DERRAME) - OBESIDADE
- 5) A PARTIR DE QUE IDADE VEM AUMENTANDO DE PESO?

**SOBRE A SUA ALIMENTAÇÃO:**

1) CIRCULE AS REFEIÇÕES QUE FAZ DURANTE O DIA:

**Café da manhã – merenda – almoço – lanche – janta – antes de dormir**

2) CIRCULE A SITUAÇÃO QUE OCORRE HABITUALMENTE

Come em grande quantidade - Não faz as refeições de forma regular - Não come frutas - Não come verduras - Não come legumes

Come fora de hora Come muito doce, bolachas, salgadinhos, sanduiches Costuma comer frituras, gorduras - come rápido ou não mastiga bem**SOBRE A PRÁTICA DE ATIVIDADES FÍSICAS**

1) JÁ FEZ ALGUM ESPORTE; POR QUANTO TEMPO; HÁ QUANTO TEMPO.

2) FAZ ALGUMA ATIVIDADE NO MOMENTO, ALÉM DA EDUCAÇÃO FÍSICA NA ESCOLA?

3) O QUE COSTUMA FAZER NA HORA DO LAZER?

4) TEM ALGUMA DIFICULDADE PARA FAZER ATIVIDADES FÍSICAS? ( DOR, TONTURAS, FALTA DE AR, CANSAÇO )**HISTÓRIA FAMILIAR**

	Idade	Altura	Peso	Saúde	Comentários
<b>Pai</b>					
<b>Mae</b>					
<b>Irmãos</b>					

**História Mórbida Familiar:**Diabete:  sim  nãoGigantismo:  sim  nãoBócio:  sim  nãoBaixa estatura:  sim  não~~Tireotoxicose~~:  sim  nãoConsanguinidade:  sim  nãoDislipidemia:  sim  nãoObesidade:  sim  nãoAnemia:  sim  nãoOutras: \_\_\_\_\_**REVISAO DE SISTEMAS:****SNC:** crise convulsiva  vertigem  tremor  perda de sensibilidade outros: \_\_\_\_\_

**Gênito-urinária:**

- disúria    urgência    incontinência    poliúria    hematúria    AHO  
 irregularidade menstrual    nictúria    infecção    telarca    pubarça  
 menarca    VSA    outros: \_\_\_\_\_

**Cardio-vascular e respiratório:**

- dor torácica    edema    palpitação    síncope    asma ou bronquite  
 cianose    tosse    hemoptise    dispnéia    sibilos    rinite  
 outros: \_\_\_\_\_

**Esquelético:**

- fraturas    dor articular    máis-formações

**Pele:**

- exantema    vitiligo    palidez    atopia    micose    psoríase  
 febre    seborreia    dermatite de contato    outros: \_\_\_\_\_

**Hábito alimentar:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**O ALUNO ENCONTRA-SE APTO PARA O EXERCÍCIO FÍSICO**

DATA \_\_\_\_\_ CARIMBO E ASSINATURA \_\_\_\_\_

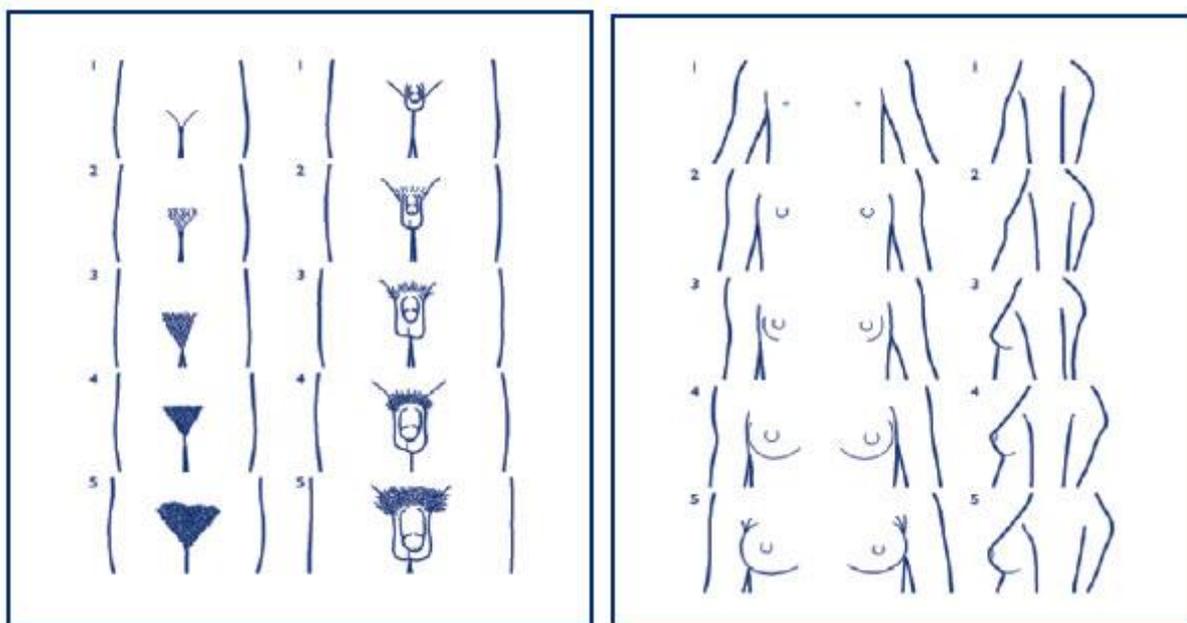
**O ALUNO ENCONTRA-SE APTO PARA A PRÁTICA DE EXERCÍCIOS EM PISCINA**

DATA \_\_\_\_\_ CARIMBO E ASSINATURA \_\_\_\_\_

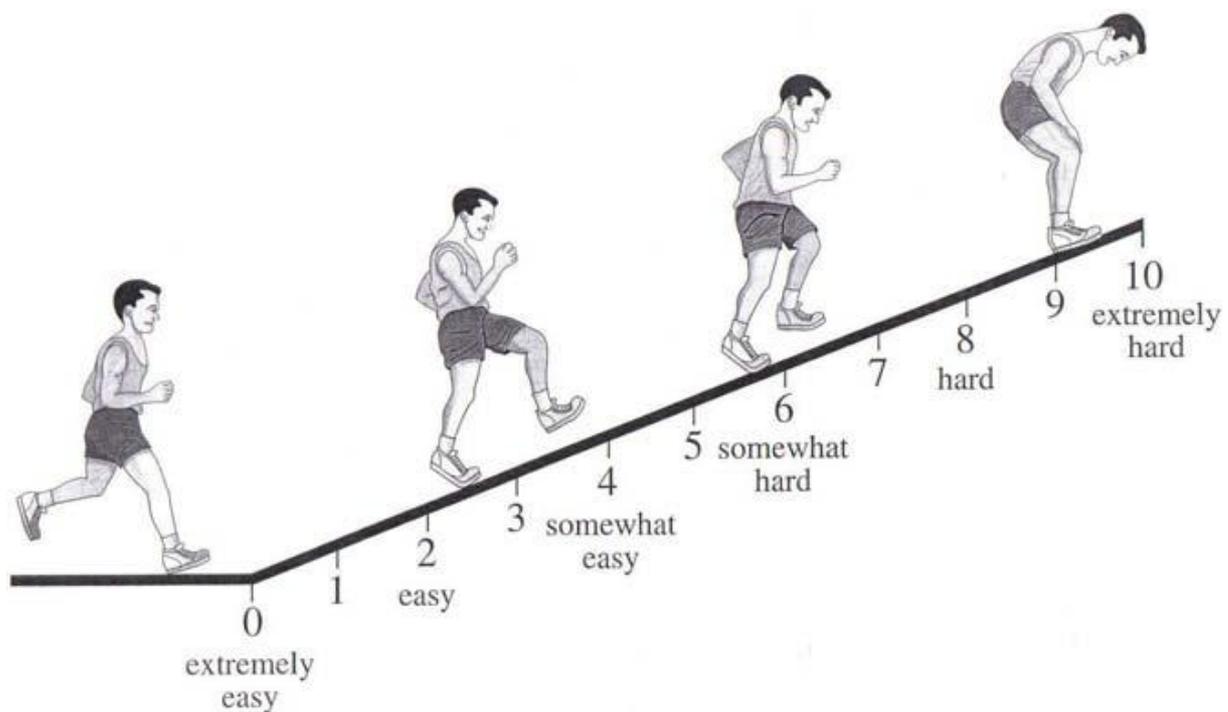
**OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES DA MÉDICA**

DATA \_\_\_\_\_ CARIMBO E ASSINATURA \_\_\_\_\_

## Anexo 3 – Estágio puberal proposto por Tanner



## Anexo 4 – Escala de percepção de esforço OMNI-Walk/Run Scale



Fonte: UTTER *et al.*, (2004)

Anexo 5 – Relatório de treinamento dos atletas de triathlon

### **Escolinha de Triathlon do Paraná - Programa de Treinamento**

Os treinos na Escolinha de Triathlon do Paraná são elaborados sempre em dois semestres objetivando as duas Etapas do Campeonato Brasileiro Infantil de 2017. Para tanto, o programa de treinamento é elaborado respeitando critério de idade, desenvolvimento motor e capacidade física de cada indivíduo.

Basicamente os alunos são divididos em grupos de idade.

#### **Alunos de 10 a 12 anos:**

Dias: segunda-feira, quarta-feira, sexta-feira;

Horários: 9h às 11:30.

Programa: segunda-feira e sexta-feira: natação e corrida/ quarta-feira: natação e bike;

Volume:

Natação: 1000m a 2000m diários.

Bike: 10km diário.

Corrida: 1500m diários.

#### **Alunos de 13 a 14 anos:**

Dias: segunda-feira, quarta-feira, sexta-feira e sábado;

Horários: 8h às 11:30.

Programa: segunda-feira e sexta-feira: natação e corrida/ quarta-feira e sábado: natação e bike;

Volume:

Natação: 2000m a 3000m diários.

Bike: 20km diário.

Corrida: 2500m diários.

**Alunos de 15 a 17 anos:**

Treinos:

Dias: segunda-feira a sábado;

Horários: 6h30 às 10:30.

Programa:

Segunda-feira: bike: 30 a 40km; treino transição corrida 2km; natação: 3 a 4 km;

Terça- feira: corrida: 4 a 7km; natação: 2km;

Quarta-feira: bike: 40 km; natação 3 km;

Quinta-feira: idem terça-feira;

Sexta- feira: idem segunda-feira;

Sábado: idem quarta-feira.

Observações: os alunos a partir dos 13 anos são incluídos num trabalho de fortalecimento e preventivo tratados com fisioterapeutas.

Observações: as segundas-feiras, quartas-feiras e sextas-feiras os alunos realizam 20' de alongamento;

Observações: os alunos de 10 a 12 anos realizam no trabalho de bike apenas com mountain bike, executando trabalho de desenvolvimento e aperfeiçoamento no pedalar.

Observação: no geral trabalhamos em 24 semanas desenvolvidas em ciclos de 8 semanas de preparação básica, 8 semanas desenvolvimento pré-competitivo, 6 semanas competitivo e 2 semanas polimento. Estes ciclos ocorrem alterações devidos a eventos educacionais e pelo desenvolvimento biológico.