



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UNIRIO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENFERMAGEM E BIOCÊNCIAS
PPGENFBIO

Guilherme Rosa de Abreu

**Parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas relacionadas á saúde
cardiometabólica: efeitos de distintas modalidades e intensidades de
exercício físico**

Rio de Janeiro
2015

Guilherme Rosa de Abreu

**Parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas relacionadas á saúde cardiometabólica:
efeitos de distintas modalidades e intensidades de exercício físico**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem e Biociências, Área de Concentração: MOTRICIDADE HUMANA E CUIDADOS: MECANISMOS E EFEITOS MOLECULARES, CELULARES E FISIOLÓGICOS DO CORPO EM SUAS DIVERSAS EXPERIÊNCIAS BIOLÓGICAS, HISTÓRICAS E AMBIENTAIS.

Orientador: Prof. Dr. Estélio H. M. Dantas
Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Danielli Braga de Mello

Rio de Janeiro
2015

Abreu, Guilherme Rosa de.
A162 Parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas relacionadas à
saúde cardiometabólica: efeitos de distintas modalidades e
intensidades de exercício físico / Guilherme Rosa de Abreu, 2015.
92 f. ; 30 cm

Orientador: Estélio H.M. Dantas.
Coorientadora: Danielli Braga de Mello.
Tese (Doutorado em Enfermagem e Biociências) –
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro,
2015.

1. Exercícios físicos. 2. Saúde. 3. Marcadores Biológicos. 4. Enzimas.
I. Dantas, Estélio H.M.. II. Mello, Danielli Braga de. III. Universidade
Federal do Estado do Rio Janeiro. Centro de Ciências Biológicas e de
Saúde. Programa de Pós-Graduação em Enfermagem e Biociências.
IV. Título.

CDD – 613.71

Guilherme Rosa de Abreu

**Parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas relacionadas á saúde cardiometabólica:
efeitos de distintas modalidades e intensidades de exercício físico**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem e Biociências, Área de Concentração: MOTRICIDADE HUMANA E CUIDADOS: MECANISMOS E EFEITOS MOLECULARES, CELULARES E FISIOLÓGICOS DO CORPO EM SUAS DIVERSAS EXPERIÊNCIAS BIOLÓGICAS, HISTÓRICAS E AMBIENTAIS.

Aprovada em 11 de dezembro de 2015.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Estélio Henrique Martin Dantas – Orientador (UNIRIO)

Prof^ª. Dr^ª. Danielli Braga de Mello (EsEFEx)

Prof. Dr. Rodrigo Gomes de Souza Vale (UERJ)

Prof^ª. Dr^ª. Maria Aparecida De Luca do Nascimento (UNIRIO)

Prof^ª. Dr^ª. Nébia Maria A. Figueiredo (UNIRIO)

Rio de Janeiro
2015

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado à minha família. Meu time, minha equipe, meu apoio e suporte desde sempre. O verdadeiro significado de “Um por todos e todos por um”!

Aos meus pais Paulo Sérgio dos Santos Abreu e Maria das Graças da Rosa Abreu por sempre batalharem pela qualidade de minha educação e que durante todos esses anos (principalmente nos últimos quatro) me ajudaram diretamente a chegar nesse momento.

À minha companheira, confidente, conselheira e melhor amiga, que sempre me incentivou quando o peso dessa responsabilidade se mostrava grande, e com a qual tenho a sorte de dividir a vida, Aline Abdalla.

À minha querida irmã Mariana Rosa que, apesar da distância, sempre se fez presente para me incentivar na busca por essa conquista.

Muito obrigado!
EU AMO VOCÊS!

AGRADECIMENTOS

Ao amigo e professor Estélio H. M. Dantas, que acreditou em meu potencial quando em 2005 me acolheu em seu laboratório como orientando de mestrado, e com quem, pela contribuição imensurável e constante para o surgimento de oportunidades de ascensão acadêmica, pessoal e profissional, tenho a honra de dividir este momento.

À professora e amiga Danielli Braga de Mello pela incondicional e incansável ajuda durante todo processo de minha formação acadêmica até este momento e, principalmente, por ser referência de conhecimento, humildade e ética.

À professora Maria Aparecida De Luca por toda ajuda durante o programa de doutoramento, em especial durante o curso de sua disciplina.

Ao amigo professor Rodrigo Vale pelo auxílio na análise de dados e por aceitar participar deste importante momento de minha trajetória acadêmica.

À professora Nébia Maria Figueiredo por aceitar gentilmente participar da composição da banca para a defesa de minha tese de doutorado.

Ao professor Marcos Fortes por toda amizade e pela incansável solicitude na tentativa de contribuir para minha ascensão acadêmica e profissional desde a época do mestrado.

Ao amigo Fábio Dutra que, por vivenciar paralelamente o mesmo momento acadêmico, sempre esteve disponível para a troca de ideias e incentivo.

À Capitã Cláudia Macedo por toda ajuda, paciência e dedicação na realização das coletas e análises das amostras sanguíneas.

Aos voluntários que participaram desta pesquisa, sem os quais a realização deste trabalho não seria possível.

Aos colegas do LABIMH por sempre se mostrarem disponíveis para auxílio não apenas durante o desenvolvimento deste trabalho, mas ao longo de todo o programa de doutoramento.

Aos amigos que, com suas constantes palavras de incentivo, sempre contribuíram durante essa trajetória, além de compreenderem minhas ausências em função deste sonhado objetivo.

MUITO OBRIGADO!

GR

RESUMO

DE ABREU, G.R. Parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas relacionadas à saúde cardiometabólica: efeitos de distintas modalidades e intensidades de exercício físico. 92f Tese (Doutorado em Enfermagem e Biociências). Programa de Pós-Graduação em Enfermagem e Biociências, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

Objetivo: Analisar a associação produzida pelos efeitos de distintas modalidades e intensidades de exercício físico sobre parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas relacionadas à saúde cardiometabólica de adultos praticantes de exercício físico. **Métodos:** Onze voluntários ($27 \pm 1,13$ anos; IMC $24,11 \pm 1,91$) foram submetidos à avaliação diagnóstica para acesso aos dados referentes à composição corporal (estatura, massa corporal, IMC, %G, MGC e MCM), do condicionamento cardiorrespiratório ($VO_{2máx}$), força muscular (1RM), dos parâmetros bioquímicos (GLI, CT, TG, LDL, HDL, VLDL) e das enzimas hepáticas (AST, ALT, GGT). A intervenção foi composta por quatro sessões de exercício: aeróbico de baixa intensidade (EABI), aeróbico da alta intensidade (EAAI), força de alta intensidade (EFAI) e treinamento concorrente (TC) com intervalo de 48h entre cada uma. A avaliação somativa foi caracterizada por coleta de novas amostras sanguíneas para verificação dos níveis dos mesmos parâmetros bioquímicos e enzimáticos. **Resultados:** observou-se elevação dos níveis de GLI após as sessões EABI ($p= 0,04$), EAAI ($p= 0,02$), e TC ($p= 0,003$); aumento dos níveis de CT após EFAI ($p= 0,01$) e TC ($p= 0,002$); elevação dos níveis de LDL após EFAI ($p= 0,02$); e de HDL após TC ($p= 0,02$). As demais variáveis não apresentaram alterações significativas. Houve associação entre HDL e GGT após EAAI ($r= 0,77$; $p= 0,006$), e entre HDL e ALT após EFAI ($r= 0,64$; $p= 0,03$) e TC ($r= -0,73$; $p= 0,01$). **Conclusões:** o TC foi a modalidade que produziu efeitos sobre o maior número de variáveis analisadas após uma única sessão. A associação entre HDL e as enzimas hepáticas demonstra a importância do exercício físico para controle do risco cardiometabólico relacionado a tais variáveis.

Palavras-chave: Exercício físico. Saúde. Marcadores bioquímicos. Enzimas.

ABSTRACT

Cardiometabolic health-related biochemical parameters and liver enzymes: effects of distinct physical exercise modalities and intensities.

Objective: To analyze the association produced by the effects of distinct modalities and intensities of physical exercise on biochemical parameters and liver enzymes related to cardiometabolic health of active adults. **Methods:** Eleven volunteers ($27\pm 1,13$ years old; BMI $24,11\pm 1,91$) were undergone to diagnostic evaluation to assess body composition (height, body mass, BMI, %F, BFM and FFM), maximal oxygen uptake (VO_{2max}), muscle strength (1RM), biochemical parameters (GLI, CT, TG, LDL, HDL, VLDL) and liver enzymes (AST, ALT, GGT). Intervention was composed by four exercise sessions: low intensity aerobic training (EABI), high intensity aerobic training (EAAI), high intensity strength training (EFAI) and concurrent training (TC) with rest interval of 48h between each. Summative evaluation was characterized by new blood samples collection to assess the levels of the same biochemical and enzymatic parameters. **Results:** There were increase of GLI levels after EABI ($p= 0.04$), EAAI ($p= 0.02$), and TC ($p= 0.003$) sessions; increase of CT levels after EFAI ($p= 0.01$) and TC ($p= 0.002$); increase of LDL levels after EFAI ($p= 0.02$); and increase of HDL after TC. The other variables did not change significantly. There was an association between HDL and GGT after EAAI ($r = 0.77$; $p = 0.006$), and between HDL and ALT after EFAI ($r = 0.64$; $p = 0.03$) and TC ($r = -0.73$; $p = 0.01$). **Conclusions:** TC is the mode that has an effect on the greatest number of variables analyzed after a single exercise session. The association between HDL and liver enzymes demonstrates the importance of physical exercise to control cardiometabolic risk related to such variables.

Key-words: Physical exercise. Health. Biochemical markers. Enzymes.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Procedimentos de coleta de dados	31

LISTA DE TABELAS

Tabelas	Página
Tabela 1. Características de volume e intensidade da EABI.	34
Tabela 2. Características de volume e intensidade da EAAI.	34
Tabela 3. Programa da sessão EFAI.	35
Tabela 4. Composição corporal e condicionamento cardiorrespiratório da amostra.	37
Tabela 5. Perfil dos parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas da amostra.	37
Tabela 6. Correlação entre os parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas e a composição corporal e o condicionamento cardiorrespiratório.	38
Tabela 7. Análise inferencial do parâmetro bioquímico GLI.	39
Tabela 8. Análise inferencial do parâmetro bioquímico CT.	40
Tabela 9. Análise inferencial do parâmetro bioquímico TG.	40
Tabela 10. Análise inferencial do parâmetro bioquímico HDL.	41
Tabela 11. Análise inferencial do parâmetro bioquímico LDL.	41
Tabela 12. Análise inferencial do parâmetro bioquímico VLDL.	42
Tabela 13. Análise inferencial da enzima hepática GGT.	43
Tabela 14. Análise inferencial da enzima hepática ALT.	43
Tabela 15. Análise inferencial da enzima hepática AST.	44
Tabela 16. Correlação entre os parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas após EABI.	45
Tabela 17. Correlação entre os parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas após EAAI.	45
Tabela 18. Correlação entre os parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas após EFAI.	46
Tabela 19. Correlação entre os parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas após TC.	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALT:	Alanina aminotransferase
AST:	Aspartato aminotransferase
ATP:	Adenosina Trifosfato
CT:	Colesterol total
EABI:	Exercício aeróbico de baixa intensidade
EAAI:	Exercício aeróbico de alta intensidade
EFAI:	Exercício de força de alta intensidade
FCres:	Frequência cardíaca de reserva
GLI:	Glicose
HDL:	Lipoproteína de alta densidade (<i>High density lipoprotein</i>)
LDL:	Lipoproteína de baixa densidade (<i>Low density lipoproyein</i>)
MGC:	Massa de gordura corporal
MCM:	Massa corporal magra
TC:	Treinamento concorrente
TG:	Triglicerídeos
VLDL:	Lipoproteína de densidade muito baixa (<i>Very low density lipoproyein</i>)

SUMÁRIO

I – CIRCUNSTÂNCIAS DO ESTUDO.....	13
1.1 – Introdução.....	13
1.2 – Problematização e Justificativa.....	15
1.3 – Identificação das Variáveis.....	16
1.3.1 – Variável Independente.....	16
1.3.2 – Variáveis Dependentes.....	16
1.3.3 – Variáveis Intervenientes.....	17
1.4 – Objetivos do Estudo.....	17
1.4.1 – Objetivo Geral.....	17
1.4.2 – Objetivos Específicos.....	17
1.5 – Hipóteses.....	17
1.5.1 – Hipótese Substantiva.....	17
1.5.2 – Hipóteses Estatísticas.....	18
II – REVISÃO DA LITERATURA.....	19
2.1 – Exercícios Físicos.....	19
2.1.1 – Exercício Cardiorrespiratório.....	20
2.1.2 – Exercício de Força.....	21
2.1.3 – Treinamento Concorrente.....	21
2.2 – Exercício Físico e Controle Glicêmico.....	22
2.3 – Exercício Físico e Perfil Lipídico.....	25
2.4 – Enzimas Hepáticas e Risco Cardiometabólico.....	27
III – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	29
3.1 – Delineamento do Estudo.....	29
3.2 – Universo.....	29
3.3 – Amostragem.....	29
3.3.1 – Critérios de Inclusão.....	29
3.3.2 – Critérios de Exclusão.....	29
3.4 – Amostra.....	29
3.5 – Ética na Pesquisa.....	29
3.6 – Procedimentos de Coleta de Dados.....	30
3.6.1 – Avaliação Diagnóstica.....	30
3.6.1.1 – Composição Corporal.....	30
3.6.1.2 – Condicionamento Cardiorrespiratório.....	31
3.6.1.3 – Força Muscular.....	32
3.6.1.4 – Parâmetros Bioquímicos e Enzimas Hepáticas.....	32
3.6.2 – Intervenção.....	33
3.6.3 – Avaliação Somática.....	34
3.7 – Procedimentos de Análise de Dados.....	34
3.7.1 – Estatística Descritiva.....	34
3.7.2 – Estatística Inferencial.....	35
3.7.3 – Nível de Significância e Potência do Experimento.....	35
IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1 – Resultados.....	36
4.1.1 – Características da Amostra.....	36
4.1.2 – Resultados Referentes ao Objetivo Específico 1.....	36
4.1.3 – Resultados Referentes ao Objetivo Específico 2.....	37

4.1.4 – Resultados Referentes ao Objetivo Específico 3.....	40
4.1.5 – Resultados Referentes ao Objetivo Geral.....	42
4.2 – Discussão.....	45
V – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	68
5.1 – Conclusão.....	68
5.2 – Recomendações.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
ANEXOS.....	82
7.1 – Anexo I – Questionário de Estratificação de Risco AHA/ACSM.....	82
7.2 – Anexo II – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	84
7.3 – Anexo III – Termo de Anuência da Instituição.....	88
7.4 – Anexo IV – Aprovação CEP UNIRIO.....	90

I – CIRCUNSTÂNCIAS DO ESTUDO

1.1 – Introdução

O exercício físico tem um papel fundamental na melhoria de vida do ser humano. Assim, este vem conquistando grande número de adeptos. Entretanto, é importante ressaltar que para que sua prática seja segura e eficiente, alguns princípios como volume e intensidade devem ser devidamente observados, pois tais variáveis determinam sua qualidade e seus benefícios (BUENO ;GOUVÊA, 2011).

A prática regular de exercícios físicos promove melhorias para a saúde, como o aumento da captação de oxigênio, melhora da composição corporal, a redução da pressão arterial sistólica e diastólica em repouso, aumento da tolerância a glicose, além de proporcionar efeitos positivos sobre muitos fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e metabólicas (FRAJACOMO et al., 2012; ACSM, 2013; PAOLI et al., 2013). Apesar do mencionado, a Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que aproximadamente 66,5% da população brasileira seja inativa fisicamente (WHO, 2014).

Dentre as modalidades de exercício físico encontram-se o treinamento cardiorrespiratório, o treinamento de força e o treinamento concorrente (ACSM, 2011; 2013).

O treinamento cardiorrespiratório tem por objetivo manter ou aprimorar a aptidão cardiorrespiratória dos indivíduos (DANTAS ;SPOSITO, 2014). Considera-se que esta esteja relacionada à saúde, visto que baixos níveis de aptidão cardiorrespiratória estão associados ao maior risco de morte prematura por todas as causas, e mais especificamente, por doenças cardiovasculares, enquanto que altos níveis associam-se a maior atividade física habitual, que, por sua vez, relacionam-se com muitos benefícios à saúde (ACSM, 2011; 2013).

Além do treinamento cardiorrespiratório, há o treinamento de força como opção de modalidade a ser praticada. Toda atividade, incluindo as da vida diária, requer que seja exercido determinado percentual de força. Assim, a manutenção ou aprimoramento da força muscular permitem que o indivíduo realize suas tarefas com menos estresse fisiológico, além de auxiliá-lo a manter a independência funcional durante a vida inteira (ACSM, 2013).

Dessa forma, o treinamento de força possui função crucial nos programas de exercício físico e tem sido recomendado com o objetivo de aprimorar a força, a massa muscular, a massa óssea, a força no tecido conjuntivo, o condicionamento físico e a saúde (ACSM, 2009;

2013). Além de melhorar o perfil dos fatores de risco cardiometabólicos, a composição corporal, os níveis de glicemia, a sensibilidade à insulina e a pressão arterial, reduzindo o risco para o desenvolvimento da síndrome metabólica (ACSM, 2011).

Já o treinamento concorrente é caracterizado pela realização dos exercícios cardiorrespiratório e de força na mesma sessão de treinamento (ROSA et al., 2012; WILSON et al., 2012). Devido à obtenção simultânea dos benefícios de ambas as modalidades (LEVERITT, 2003) esta estratégia de treinamento é frequentemente recomendada e utilizada (ROSA;DANTAS ;MELLO, 2011).

Como o exercício físico é capaz de exercer influência positiva em diversos parâmetros relacionados à saúde, dentre eles, no controle da glicemia e na ação da insulina, o controle da concentração de glicose na corrente sanguínea depende da coordenação e integração de diversos sistemas fisiológicos, incluindo o sistema nervoso simpático e o sistema endócrino (SANG-HOON;IL-YOUNG ;JACOBS, 2007). A insulina regula a captação celular e o metabolismo da glicose, sendo, portanto, importante na regulação da glicemia (POWERS ;HOWLEY, 2009).

A resistência à insulina é caracterizada por uma relativa diminuição na capacidade desse hormônio exercer seus efeitos sobre a glicose e o metabolismo de lipídios (ÁLVAREZ et al., 2014), podendo levar ao diabetes do tipo II. Entretanto, pelo fato de a inatividade física apresentar uma relação direta com esta condição (CIOLAC ;GUIMARÃES, 2004; ÁLVAREZ et al., 2014), o exercício físico, tanto cardiorrespiratório como o de força muscular, surge como estratégia de prevenção e tratamento da resistência à insulina, aumentando a captação de glicose pelo músculo, regulando a produção de glicose pelo fígado e, conseqüentemente, melhorando o controle glicêmico (PAULI et al., 2009; LOPRINZI ;CARDINAL, 2012; MAHDIREJEI et al., 2014).

Além da redução na eficácia do controle glicêmico como fator de risco para a saúde, outras condições podem contribuir para o desenvolvimento de doenças.

Entre os fatores de risco que provocam o desenvolvimento da doença arterial coronariana e disfunção endotelial (LEE et al., 2013) encontram-se as dislipidemias, que são distúrbios do metabolismo lipídico, com repercussões sobre os níveis das lipoproteínas na circulação sanguínea, bem como sobre as concentrações dos seus diferentes componentes (PRADO ;DANTAS, 2002).

A elevação dos níveis dos triglicerídeos (TG) e a preponderância das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e/ou baixos níveis das lipoproteínas de alta densidade (HDL), favorecem o desenvolvimento de placas de ateroma e aterosclerose (FRAJACOMO et al.,

2012). O estilo de vida sedentário é outro fator de risco que contribui para o desenvolvimento da placa aterosclerótica (PRADO ;DANTAS, 2002).

O exercício físico regular melhora o perfil lipídico sanguíneo e exerce efeito positivo sobre as células endoteliais e veias, reduzindo ou prevenindo o progresso da aterosclerose (HYO-CHEOL ;TAG, 2014). Níveis elevados de aptidão física e exercício estão associados à redução nos riscos relacionados às desordens metabólicas mediados por alterações favoráveis nos níveis de lipoproteínas circulantes. Entretanto, a modalidade, intensidade, frequência e duração ideais do exercício ainda não estão suficientemente claras (FRAJACOMO et al., 2012).

Além das dislipidemias como fator de risco para o desenvolvimento de aterosclerose e doença cardiovascular, a alteração nos níveis de algumas enzimas hepáticas tem sido recentemente reportada como fator contributivo para o surgimento de tais condições (NIEMELÄ ;ALATALO, 2013; KUNUTSOR, S.;APEKEY, T. ;KHAN, H., 2014).

Dentre as enzimas mencionadas é possível destacar a Gama-Glutamiltransferase (GGT), a Aspartato aminotransferase (AST) e a Alanina aminotransferase (ALT), usualmente observadas como marcadores de disfunção hepática, mas que apresentam associação positiva com risco cardiometabólico, independentemente dos fatores de risco tradicionais (UEMURA et al., 2014). Além disso, o acesso às suas concentrações é simples, bem padronizado, economicamente acessível e comumente realizado simultaneamente para as referidas enzimas (KUNUTSOR, S.;APEKEY, T. ;KHAN, H., 2014), o que facilita o processo.

Dessa forma, torna-se importante, tanto a identificação dos níveis sanguíneos, como a verificação dos efeitos de diferentes características do exercício físico sobre tais enzimas.

1.2 - Problematização e justificativa

O efeito de distintas modalidades de exercício físico sobre os parâmetros bioquímicos glicose e perfil lipídico (VALLE et al., 2010; FRAJACOMO et al., 2012; ÁLVAREZ et al., 2014; KOOZEHCHEAN et al., 2014) já foram previamente descritos pela literatura. Entretanto, grande parte dos estudos analisados observou o efeito crônico do exercício sobre tais parâmetros, além de alguns destes utilizarem adolescentes (CARSON et al., 2013; LEE et al., 2013; KOOZEHCHEAN et al., 2014) ou animais como amostra (SHINOHARA et al., 2010; FRAJACOMO et al., 2012). Não obstante, raramente distintas modalidades e intensidades de exercício são comparadas.

Quanto às enzimas hepáticas GGT, ALT e AST, há escassez de estudos relacionando o exercício físico e seus efeitos sobre as referidas variáveis como marcadores de risco cardiometabólico. Em sua maioria, as publicações analisam os efeitos do exercício sobre a função das enzimas mencionadas em portadores de esteatose hepática não alcoólica, hepatite e cirrose (BAE et al., 2012; EL-KADER;AL-JIFFRI ;AL-SHREEF, 2014a; b; GERBER;WEINSTEIN ;PAWLOSKI, 2014).

Baseado no que foi exposto, o presente estudo justifica-se pela necessidade de melhor compreender tanto a modalidade quanto a intensidade através da qual o exercício físico é capaz de provocar alterações benéficas nos parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas relacionados à saúde cardiometabólica mencionados, tornando possível a opção pela prescrição da característica mais adequada quando se objetiva a melhoria da saúde.

1.3 - Identificação das variáveis

O presente estudo apresenta três tipos de variáveis distintas descritas a seguir:

1.3.1 - Variável Independente

A variável independente do presente estudo é caracterizada pelas distintas sessões de exercício físico a serem realizadas pelos participantes: sessão de exercício aeróbico de baixa intensidade (EABI), sessão de exercício aeróbico de alta intensidade (EAAI), sessão de exercício de força de alta intensidade (EFAI), e sessão de treinamento concorrente (TC).

1.3.2 - Variáveis Dependentes

As variáveis dependentes desta investigação caracterizam-se pelas concentrações sanguíneas de: glicose (GLI), colesterol total (CT), triglicerídeos (TG), fração LDL-colesterol (LDL), fração HDL-colesterol (HDL), fração VLDL-colesterol (VLDL), Gama-Glutamiltransferase (GGT), Aspartato Aminotransferase (AST) e Alanina Aminotransferase (ALT).

1.3.3 - Variáveis Intervenientes

Individualidade biológica, estado nutricional, horas de sono na noite anterior à coleta das amostras sanguíneas, e grau de motivação dos sujeitos na execução das sessões de exercício.

1.4 - **Objetivos do estudo**

Os objetivos da presente investigação foram divididos em objetivo geral e objetivos específicos.

1.4.1 - Objetivo Geral

Analisar a associação produzida pelos efeitos das distintas modalidades e intensidades de exercício físico sobre parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas relacionadas à saúde cardiometabólica de adultos praticantes de exercício físico.

1.4.2 - Objetivos Específicos

Objetivo específico 1: Identificar o perfil, e analisar a correlação entre os parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas relacionadas à saúde cardiometabólica e a composição corporal e condicionamento cardiorrespiratório de adultos praticantes de exercício físico.

Objetivo específico 2: Comparar os efeitos de distintas modalidades e intensidades de exercício físico sobre parâmetros bioquímicos relacionados à saúde cardiometabólica de adultos praticantes de exercício físico.

Objetivo específico 3: Comparar os efeitos de distintas modalidades e intensidades de exercício físico sobre enzimas hepáticas relacionadas à saúde cardiometabólica de adultos praticantes de exercício físico.

1.5 – Hipóteses

1.5.1 - Hipótese Substantiva

H_s: o presente estudo antecipa que a sessão de TC produz redução significativa dos fatores de risco relacionados à saúde cardiometabólica em comparação às sessões EABI, EAAI e EFAI e, ainda, que a sessão de TC produz associação significativa entre os parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas quando comparada às demais sessões de exercício.

1.5.2 - Hipóteses Estatísticas

Respeitando-se o modelo do presente estudo, pode-se estabelecer uma hipótese nula (H_0) e a hipótese derivada (H_1), como especificado a seguir.

H₀: o presente estudo antecipa que não existe associação significativa ($p > 0,05$) entre os parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas relacionadas à saúde cardiometabólica em adultos praticantes de exercício físico nas distintas modalidades e intensidades de exercício físico.

H₁: o presente estudo antecipa que existe associação significativa ($p < 0,05$) entre os parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas relacionadas à saúde cardiometabólica em adultos praticantes de exercício físico nas distintas modalidades e intensidades de exercício físico.

II – REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo consiste no desenvolvimento dos seguintes tópicos necessários à compreensão do tema abordado: exercício físico (exercício cardiorrespiratório, exercício de força e treinamento concorrente), exercício físico e controle glicêmico, exercício físico e perfil lipídico, enzimas hepáticas e risco cardiometabólico.

2.1 – Exercícios físicos

O exercício físico é caracterizado pela realização de atividades físicas estruturadas e planejadas que tem como objetivo principal manter ou aprimorar os aspectos da aptidão física (composição corporal, condicionamento cardiorrespiratório, força muscular, resistência muscular localizada e flexibilidade)(ACSM, 2013) e, conseqüentemente, a saúde (CHEIK et al., 2003).

Cabe ressaltar a importância do discernimento entre o conceito de exercício físico supramencionado e o de atividade física, que é uma expressão genérica que pode ser definida como qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos, que resulta em gasto energético maior do que os níveis de repouso (CHEIK et al., 2003).

Por razão dos diversos benefícios oriundos da prática regular de exercícios físicos, muitas recomendações relacionadas ao tema tem sido publicadas tanto por organizações profissionais, quanto por agências governamentais (ACSM, 2011).

Dentre os benefícios à saúde relacionados à prática regular de exercícios físicos destacam-se o aumento da captação de oxigênio, a melhora da composição corporal, a redução da pressão arterial sistólica e diastólica em repouso, o aumento da tolerância à glicose, a melhora na ação da insulina, e a melhora do perfil lipídico prevenindo e tratando a dislipidemia, proporcionando, assim, efeitos positivos sobre muitos fatores de risco para o desenvolvimento de doenças cardiometabólicas (FRAJACOMO et al., 2012; ACSM, 2013; PAOLI et al., 2013).

É digno de nota que o termo “cardiometabólico” relaciona-se aos fatores de risco associados ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares e anormalidades metabólicas

incluindo obesidade, resistência à insulina, intolerância à glicose e diabetes do tipo II (ACSM, 2011).

Entretanto, para que os benefícios oriundos do exercício físico sejam adquiridos, é importante que sejam observados aspectos como a individualidade biológica dos praticantes, a adaptação dos indivíduos aos estímulos, a variabilidade dos estímulos, a continuidade do treinamento, o volume e a intensidade das sessões, além da especificidade de cada modalidade de exercício físico a ser prescrita (ACSM, 2011; 2013; DANTAS ;SPOSITO, 2014).

Dentre as modalidades de exercício físico estão o exercício cardiorrespiratório e o exercício de força.

2.1.1 – Exercício Cardiorrespiratório

O objetivo específico do exercício cardiorrespiratório é a manutenção ou o aprimoramento da aptidão cardiorrespiratória dos indivíduos (DANTAS ;SPOSITO, 2014), que está relacionada com muitos benefícios à saúde (ACSM, 2011; 2013). O desenvolvimento de doenças cardiometabólicas, além de morte por esse tipo de doença e por todas as causas estão diretamente ligados à baixos níveis de aptidão cardiorrespiratória

Os benefícios do exercício cardiorrespiratório sobre os fatores de risco cardiometabólicos são agudos e crônicos, evidenciando a importância da regularidade e continuidade de sua prática (ACSM, 2011). Além disso, para que os efeitos positivos sejam observados, as recomendações em relação à frequência semanal, volume e intensidade das sessões devem ser minimamente atendidas.

O exercício cardiorrespiratório deve ser realizado com intensidade entre leve e moderada (50-65% do VO₂máx) por ao menos 30 minutos diários, cinco vezes por semana, totalizando 150 minutos de exercícios semanais, ou realizado com intensidade vigorosa (85% do VO₂máx) por ao menos 20 minutos em três dias por semana. A combinação de intensidade moderada a vigorosa em três a cinco dias por semana é recomendada (POWERS ;HOWLEY, 2009; ACSM, 2011; 2013; DANTAS ;SPOSITO, 2014).

Cabe destacar que o exercício cardiorrespiratório pode ser realizado de forma contínua em apenas uma sessão por dia, ou em sessões de 10 minutos cada, acumulando o volume diário recomendado. Esta abordagem, além de favorecer a adaptação de indivíduos

destreinados, pode evitar a ocorrência de lesões músculo esqueléticas e eventos adversos relacionados à doença coronariana (ACSM, 2011; 2013).

2.1.2 – Exercício de Força

Como a força muscular é necessária em diversas atividades cotidianas, o exercício de força deve ser parte integrante de um programa de exercícios físicos que objetive a saúde e a qualidade de vida. Através da manutenção e aprimoramento da força, o indivíduo realizará suas atividades com menor estresse fisiológico, e também manterá a independência funcional durante toda a vida (ACSM, 2013).

Entretanto, em adição aos efeitos específicos sobre a força muscular, o exercício de força promove o aumento da massa muscular, da massa óssea, da força no tecido conjuntivo, e do condicionamento físico (ACSM, 2009; 2013), além de melhorar o perfil dos fatores de risco cardiometabólicos, a composição corporal, os níveis de glicemia, a sensibilidade à insulina e a pressão arterial, reduzindo o risco para o desenvolvimento da síndrome metabólica (WILLIAMS et al., 2007; ACSM, 2011; WESTCOTT, 2012).

Para que os efeitos positivos do exercício de força sejam adquiridos, este deve atender às seguintes recomendações: os principais grupamentos musculares (braços, ombros, tórax, abdome, costas, quadris e pernas) devem ser treinados em duas e três sessões semanais, com intensidade moderada a vigorosa (60-70% de 1RM) para praticantes iniciantes e de nível intermediário, e intensidade elevada (acima de 80% de 1RM) para praticantes de nível avançado; volume de 8 até 12 repetições; e intervalo de recuperação de 2-3 minutos entre as séries (ACSM, 2009; 2011; WESTCOTT, 2012).

2.1.3 – Treinamento Concorrente

O treinamento concorrente consiste na realização de exercícios cardiorrespiratórios e de força na mesma sessão de treinamento (WILSON et al., 2012). Pelo fato de que em grande parte das atividades, tanto do dia a dia, como aquelas relacionadas ao desempenho em modalidades esportivas solicitarem uma boa aptidão cardiorrespiratória e muscular (PAULO, 2005; WILSON et al., 2012), além da possibilidade de obtenção dos benefícios sobre ambos

os aspectos da aptidão física (LEVERITT, 2003), esta estratégia de treinamento tem sido amplamente recomendada, prescrita e realizada (ROSA;DANTAS ;MELLO, 2011; ROSA et al., 2012).

Entretanto, pelas características antagônicas relacionadas à adaptação ao treinamento dessas duas qualidades treináveis, é possível que haja concorrência, ou interferência negativa, de uma modalidade sobre a outra (BELL, 2000; HÄKKINEN et al., 2003; PAULO, 2005).

Por esse motivo, torna-se importante a observação de aspectos particularmente relevantes no sentido de minimizar ou evitar a interferência negativa do treinamento concorrente, dentre os quais é possível destacar: o nível de condicionamento físico do indivíduo, os grupos musculares solicitados na realização das modalidades, além da frequência semanal, e características de intensidade e volume do exercício cardiorrespiratório, principalmente quando este preceder o exercício de força (HÄKKINEN et al., 2003; PAULO, 2005; RADDI et al., 2008; COSTA et al., 2010).

2.2 – Exercício físico e controle glicêmico

O corpo humano possui centenas de sistemas de controle diferentes, e o objetivo principal de grande parte deles é a regulação de uma variável fisiológica em um valor constante ou quase constante (POWERS ;HOWLEY, 2009). O sistema de controle da glicemia, responsável pela manutenção da glicose em níveis normais na corrente sanguínea, depende diretamente de substâncias chave: a insulina e o glucagon (GUYTON ;HALL, 2011).

A insulina é um hormônio secretado pelas células beta de um tecido pancreático denominado *Ilhotas de Langerhans*, que atua no controle glicêmico através do estímulo à captação, utilização e armazenamento da glicose por quase todos os tecidos do organismo, mas especialmente, pelos músculos, fígado e tecido adiposo (GUYTON ;HALL, 2011). Após uma refeição rica em carboidratos, a glicose que é absorvida para o sangue gera uma rápida secreção de insulina causando os efeitos supramencionados (POWERS ;HOWLEY, 2009; GUYTON ;HALL, 2011).

As células alfa das *Ilhotas de Langerhans* são responsáveis pela secreção de outro hormônio atuante no controle glicêmico com funções opostas às da insulina, elevando a

concentração e a disponibilidade de glicose na corrente sanguínea, o glucagon (GUYTON ;HALL, 2011).

Quando a concentração de glicose na circulação está muito elevada, as células beta pancreáticas são estimuladas e a insulina é secretada, fazendo com que os níveis de glicose sanguínea diminuam em direção aos valores considerados normais. Inversamente, uma redução na glicose sanguínea inibe a ação das células beta e estimula as células alfa do pâncreas a secretarem o glucagon, que age na direção oposta, elevando os níveis de glicose no sentido dos valores normais (GUYTON ;HALL, 2011).

Além do fornecimento de substrato para a produção de ATP, e conseqüentemente energia, a importância do sistema de controle da glicemia se dá por algumas razões: a glicose contribui para a pressão osmótica no líquido extracelular, assim, se a glicemia aumentar excessivamente, há probabilidade de ocorrência de desidratação celular; outro motivo é que um nível excessivamente elevado de glicose sanguínea provoca perda de glicose através da urina, gerando diurese osmótica e depletando os líquidos e eletrólitos corporais (GUYTON ;HALL, 2011).

Em adição, a falha no sistema de controle glicêmico a longo prazo pode causar diabetes e também lesões em diversos tecidos, especialmente nos vasos sanguíneos. A lesão vascular associada ao diabetes descontrolado leva a um maior risco de ataques cardíacos, acidentes vasculares, doença renal e cegueira (ACSM ;AHA, 2000; REIS FILHO et al., 2012).

A prática de exercícios físicos tem sido recomendada com o intuito de regular os níveis glicêmicos (ROSE ;RICHTER, 2005), prevenindo e tratando os males causados pela deficiência neste sistema de controle (PAULI et al., 2009; REIS FILHO et al., 2012). Durante o exercício, respostas fisiológicas para a manutenção da glicemia são coordenadas por regulação hormonal, pelo sistema nervoso autônomo, e alterações em atividades enzimáticas (SANG-HOON;IL-YOUNG ;JACOBS, 2007).

Tanto no início, como durante, os exercícios de intensidade moderada a elevada, alguns mecanismos operam no sentido de manter ou elevar a glicemia. Os mecanismos centrais ligados ao grau de atividade do centro motor são responsáveis por um aumento na disponibilização de glicose suficiente para exceder sua captação periférica, resultando em elevação dos níveis de glicose no sangue durante o exercício (SANG-HOON;IL-YOUNG ;JACOBS, 2007).

No entanto, se ocorre redução da glicemia durante um exercício prolongado, há uma resposta de feedback para manter a glicemia. O controle da glicemia durante o exercício é um sistema multi-componente e altamente redundante (SANG-HOON;IL-YOUNG ;JACOBS, 2007).

O conhecimento a respeito do controle glicêmico durante o exercício torna-se importante a partir da contribuição dos carboidratos como substrato energético para a contração muscular (POWERS ;HOWLEY, 2009). Os carboidratos, sob a forma de glicose ou glicogênio intramuscular, se tornam um importante substrato energético paralelamente ao aumento da intensidade do exercício (ROBERGS ;ROBERTS, 2002; POWERS ;HOWLEY, 2009).

Sua oxidação corresponde a 10-15% da produção total de energia durante o exercício aeróbico de baixa intensidade ($\approx 30\%$ do VO_2 máx), aumentando progressivamente para 70-80% do total de energia durante exercício com intensidade de 85% do VO_2 máx, e aumentando para até 100% da energia em intensidades de 100% do VO_2 máx (JENSEN ;RICHTER, 2012).

Dentre os aspectos relacionados ao controle da homeostase glicêmica durante o exercício encontra-se o aumento da captação de glicose pelos músculos atuantes. O exercício aumenta a sensibilidade do músculo esquelético à ação da insulina, além disso, a insulina afeta a captação de glicose através de seus efeitos inibitórios sobre a lipólise do tecido adiposo e a glicogenólise muscular (SANG-HOON;IL-YOUNG ;JACOBS, 2007).

Pelo fato de ser responsável pela captação, armazenamento e estocagem de glicose, e contribuir com aproximadamente 30% do consumo energético, o músculo esquelético exerce função primordial no metabolismo da glicose (PAULI et al., 2009).

Durante o exercício, a captação de glicose pelo músculo esquelético é aumentada (SANG-HOON;IL-YOUNG ;JACOBS, 2007; PAULI et al., 2009; GUYTON ;HALL, 2011) de forma dependente das características de volume e intensidade da prática (ROSE ;RICHTER, 2005; SANG-HOON;IL-YOUNG ;JACOBS, 2007). Tal fenômeno é resultante de aumentos coordenados na taxa de disponibilização de glicose e no transporte de glicose pela membrana celular (ROSE ;RICHTER, 2005).

O músculo esquelético expressa múltiplas formas de transportadores de glicose (ROSE ;RICHTER, 2005). Um desses é o GLUT-4, um transportador através da membrana celular

responsável pela captação de glicose (PAULI et al., 2009) mais abundante nas membranas celulares do músculo esquelético.

É importante destacar que a ação do GLUT-4 é dependente da ação da insulina, que tem sua secreção estimulada pelo aumento da disponibilização de glicose na corrente sanguínea provocado pela necessidade energética do exercício. Sem o estímulo hormonal, a concentração de GLUT-4 na membrana é muito baixa, estando armazenadas em vesículas citoplasmáticas. Após a estimulação pela insulina, esses transportadores são translocados para a membrana e o transporte de glicose é aumentado (ROSE ;RICHTER, 2005; PAULI et al., 2009; RICHTER ;HARGREAVES, 2013).

A necessidade de gerar energia durante o exercício promove a translocação de vesículas contendo o GLUT-4 para a membrana celular, facilitando o transporte de glicose para o músculo (ROSE ;RICHTER, 2005; PAULI et al., 2009). Assim, a prática regular do exercício físico é o estímulo mais potente para o aumento da expressão de GLUT-4 no músculo esquelético, um efeito que pode contribuir para o controle glicêmico melhorando a ação da insulina, aumentando a captação de glicose, reduzindo sua concentração na corrente sanguínea (ROSE ;RICHTER, 2005; SANG-HOON;IL-YOUNG ;JACOBS, 2007; PAULI et al., 2009; RICHTER ;HARGREAVES, 2013), e consequentemente, melhorando a saúde dos indivíduos.

2.3 – Exercício físico e perfil lipídico

O termo perfil lipídico descreve a variação dos lipídios no sangue, dos quais os mais comumente reportados são o colesterol total, as lipoproteínas de baixa densidade (LDL-colesterol), as lipoproteínas de alta densidade (HDL-colesterol) e os triglicerídeos (TG) (MANN;BEEDIE ;JIMENEZ, 2014).

O colesterol está presente na dieta de todos os indivíduos e pode ser absorvido pelo trato gastrointestinal. Entretanto, uma quantidade ainda maior é formada nas células do corpo, sendo denominada colesterol endógeno (GUYTON ;HALL, 2011).

Dentre as funções do colesterol, está a formação de ácido cólico, que é conjugado com outras substâncias para formar sais biliares, que promovem a digestão e absorção das gorduras. Além disso, uma pequena quantidade é usada pelas adrenais para formar hormônios

adrenocorticais, pelos ovários para formar progesterona e estrogênio, e pelos testículos para formar testosterona. Contudo, níveis demasiadamente elevados de colesterol estão associados à doença arterial coronariana (GUYTON ;HALL, 2011).

A medida mais comumente utilizada do colesterol é o colesterol total, o qual inclui o LDL-colesterol e o HDL-colesterol. No entanto, devido aos distintos efeitos dos componentes mencionados sobre a saúde, a mensuração exclusivamente do colesterol total pode não ser fidedigna (MANN;BEEDIE ;JIMENEZ, 2014).

Um importante fator na etiologia da aterosclerose, e por consequência da doença cardiovascular, é o aumento da concentração plasmática de LDL-colesterol. Já a fração HDL-colesterol é responsável por absorver os cristais de colesterol que começam a ser depositados nas paredes arteriais (GUYTON ;HALL, 2011) e transportá-los para o armazenamento no fígado e para a reutilização (MANN;BEEDIE ;JIMENEZ, 2014), prevenindo o desenvolvimento da aterosclerose e reduzindo o risco cardiovascular.

Os triglicerídeos plasmáticos são derivados de dietas inadequadas ricas em gorduras, e seu excesso é positivamente associado à doença cardiovascular (MANN;BEEDIE ;JIMENEZ, 2014). As lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL-colesterol), que frequentemente são menos reportadas pela literatura, também tem demonstrado correlação positiva com os triglicerídeos e com risco cardiovascular (MANN;BEEDIE ;JIMENEZ, 2014; TONKIN ;BYRNES, 2014), tornando importante considerá-las.

Além das alterações lipídicas, o estilo de vida sedentário é outro fator de risco que concorre para o desenvolvimento da placa aterosclerótica e doença cardiovascular. A prática regular de exercícios físicos melhora o perfil lipídico, e apresenta efeitos positivos sobre as células endoteliais dos vasos sanguíneos, prevenindo ou retardando o progresso da aterosclerose (PRADO ;DANTAS, 2002; LEE ;HEO, 2014).

O exercício pode melhorar o perfil lipídico estimulando o melhor funcionamento dos processos enzimáticos envolvidos no metabolismo lipídico, favorecendo principalmente os aumentos nos níveis de HDL-colesterol, assim como a redução das concentrações ou alteração na composição química do LDL-colesterol tornando-o menos aterogênico (PRADO ;DANTAS, 2002).

Quanto à modalidade, são distintas as que parecem induzir modificações benéficas sobre o perfil lipídico (PRADO ;DANTAS, 2002). Desde o exercício cardiorrespiratório realizado três vezes por semana, durante 30 minutos com intensidade moderada (50-70% do

VO₂máx), como o treinamento em circuito (PAOLI et al., 2013), ou o futebol e a natação praticados regularmente (KOOZEHCHEAN et al., 2014).

Em relação ao exercício de força, este aparenta acarretar efeitos positivos sobre o perfil lipídico, tanto em humanos (KELLEY ;KELLEY, 2009) como em modelos animais (FRAJACOMO et al., 2012). Entretanto, as características de volume e intensidade que produzem os melhores efeitos devem ser melhor elucidadas.

2.4 – Enzimas hepáticas e risco cardiometabólico

Na prática clínica, níveis sanguíneos de enzimas como a Gama-Glutamiltransferase (GGT), a Aspartato aminotransferase (AST) e a Alanina aminotransferase (ALT) são comumente utilizados como marcadoras do índice de lesão hepática. A GGT é encontrada no fígado e nas células epiteliais biliares, constituindo um sensível marcador de doença hepatobiliar. Já níveis sanguíneos de AST e ALT aumentam quando a membrana celular do fígado é danificada caracterizando, portanto, lesão hepatocelular (VAN BEEK et al., 2013).

Apesar de usualmente observadas como marcadores de disfunção ou lesão hepática, tanto a GGT, quanto a AST e a ALT têm sido recentemente utilizadas como biomarcadores de risco cardiometabólico (NIEMELÄ ;ALATALO, 2013; KUNUTSOR, S.;APEKEY, T. ;KHAN, H., 2014; UEMURA et al., 2014). Níveis elevados de GGT, ALT e AST representam risco elevado para o desenvolvimento de enfermidades e mortalidade por todas as causas (RUHL ;EVERHART, 2009).

Além de sua associação com doenças hepáticas, alterações dos níveis de GGT foram positivamente correlacionadas com o diabetes do tipo II e doenças cardiovasculares, além de câncer e doença renal crônica, enquanto que concentrações elevadas de ALT e AST são preditivas de doenças hepáticas e diabetes do tipo II (VAN BEEK et al., 2013).

Os mecanismos potenciais para o aumento de risco cardiovascular associado ao aumento das concentrações de GGT incluem a promoção do processo aterosclerótico através de atividades pró-inflamatórias e pró-oxidantes (EMDIN;POMPELLA ;PAOLICCHI, 2005), com envolvimento direto na formação de placas de ateroma (FRANZINI et al., 2009).

Níveis elevados de ALT têm sido associados ao aumento do risco de doença cardiometabólica através do desenvolvimento de doença gordurosa hepática não alcoólica,

que se relaciona intimamente com alguns fatores de risco cardiometabólico (SOOKOIAN ;PIROLA, 2012), dentre os quais é possível destacar a deposição de gordura ectópica, a resistência à insulina, níveis adversos de adipocitoquinas (IOANNOU, 2008), disfunção endotelial e lesão na parede dos vasos (TOBOREK ;KAISER, 1999), e estresse oxidativo (YAMADA et al., 2006).

Quanto à AST, esta enzima, em menor proporção em comparação às demais enzimas hepáticas (KUNUTSOR, S.;APEKEY, T. ;KHAN, H., 2014), também tem demonstrado associação com o risco cardiovascular (MONAMI et al., 2008; PORTER et al., 2013). Tal fato pode refletir maior especificidade enzimática, visto que a ALT, por exemplo, se restringe aos hepatócitos, enquanto que a AST é também liberada pelo coração, músculo esquelético, rins, cérebro, pâncreas, e células vermelhas (PORTER et al., 2013).

A prática regular do exercício físico é fator determinante para a prevenção e redução do risco cardiometabólico (LOPRINZI ;CARDINAL, 2012), reduzindo a incidência de doenças como a hipertensão, a aterosclerose e o diabetes (ACSM, 2011; 2013). Pelo fato de apresentarem relação direta com o risco para tais enfermidades (MONAMI et al., 2008), torna-se importante verificar o efeito do exercício físico em diferentes modalidades e distintas características de prescrição de volume e intensidade sobre as concentrações de enzimas hepáticas como a GGT, a ALT e a AST.

III – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 - Delineamento do estudo

O presente estudo foi desenvolvido dentro de um modelo de pesquisa experimental, pois buscou analisar as relações de causa e efeito entre as variáveis investigadas (THOMAS;NELSON ;SILVERMAN, 2013).

3.2 – Universo

O universo da presente pesquisa foi composto por 50 estudantes do curso de Educação Física da Escola de Educação Física do Exército - EsEFEx, localizada no Rio de Janeiro, RJ.

3.3 - Amostragem

3.3.1 - Critérios de Inclusão

Foram incluídos na amostra indivíduos do sexo masculino, com faixa etária compreendida entre 18 e 30 anos, praticantes de exercício físico regular por, no mínimo, seis meses, com frequência semanal mínima de três dias e sem fator de risco aparente que pudesse impedir sua participação no estudo de acordo com os critérios de estratificação de risco da *American Heart Association – AHA* (ACSM, 2013).

3.3.2 - Critérios de Exclusão

Foram excluídos da amostra os indivíduos que estivessem utilizando agentes farmacológicos e/ ou recursos ergogênicos nutricionais, que apresentassem qualquer lesão ósteo-mio-articular progressiva ou possivelmente ocorrida no decorrer da pesquisa, algum tipo de doença metabólica, bem como aqueles que, diante da garantia de livre acesso, optassem por não participar da pesquisa.

3.4 – Amostra

Após a depuração dos critérios de inclusão e exclusão, foi obtido o n amostral do presente estudo, composto por 11 indivíduos.

3.5 - Ética na pesquisa

O presente trabalho atendeu as normas para a realização de pesquisa em seres humanos, de acordo com as diretrizes estabelecidas pela Declaração de Helsinki (W.M.A, 2008) e pela Resolução 466 de dezembro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde, Brasil.

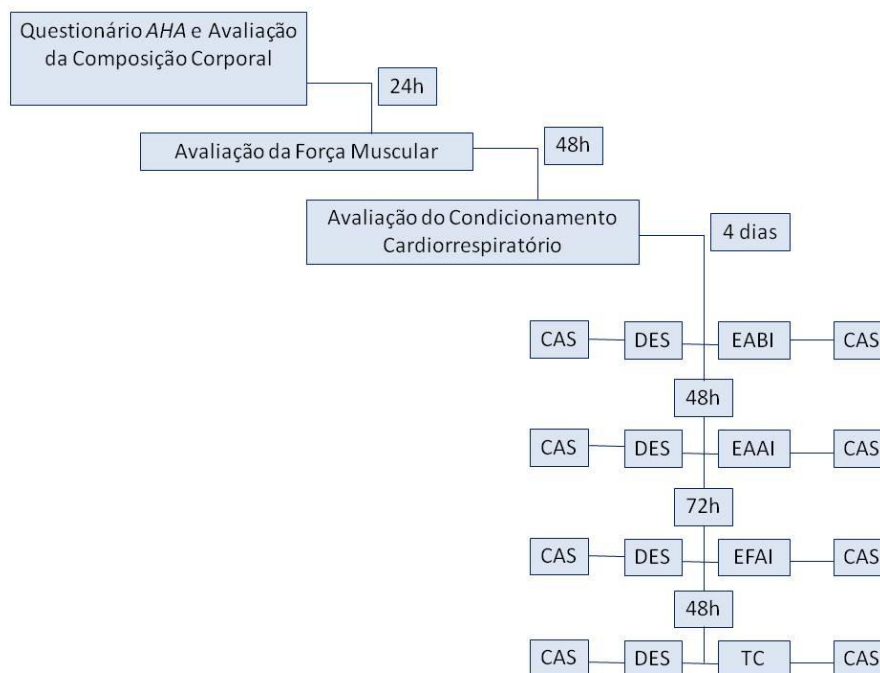
Todos os participantes do estudo concordaram em assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido contendo: objetivo do estudo, procedimentos de avaliação, possíveis consequências, caráter de voluntariedade da participação do sujeito e isenção de responsabilidade por parte do avaliador, e por parte da Instituição que abrigou o tratamento experimental. Além disso, foi também elaborado um Termo de Informação à Instituição na qual se realizou a pesquisa, com os mesmos itens do termo de consentimento livre e esclarecido.

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro e aprovado sob protocolo de número 983.976/2015.

3.6 - Procedimentos de coleta de dados

Os procedimentos de coleta de dados são apresentados na figura 1, e descritos detalhadamente a seguir.

Figura 1. Procedimentos de coleta de dados.



Legenda: CAS: coleta de amostra sanguínea; DES: desjejum; EABI: exercício aeróbico de baixa intensidade; EAAI: exercício aeróbico de alta intensidade; EFAI: exercício de força de alta intensidade; TC: treinamento concorrente.

3.6.1 - Avaliação diagnóstica

3.6.1.1 - Composição corporal

As medidas relacionadas à composição corporal são importantes para a caracterização da amostra, bem como, para a avaliação de sua homogeneidade. Para tal, foram realizadas as medidas de massa corporal total (MCT), estatura (EST), índice de massa corporal (IMC), percentual de gordura corporal (%G), massa de gordura corporal (MGC), e massa corporal magra (MCM). Todos os procedimentos adotados foram preconizados pela *International Society for the Advancement of Kinanthropometry – ISAK* (MARFELL-JONES; STEWART ; CARTER, 2006).

Para a avaliação da MCT e da EST, foi utilizada uma balança mecânica de capacidade de 150 Kg e precisão de 100g com estadiômetro da marca Welmy® (Brasil). O valor do IMC foi obtido através do cálculo da razão entre a MC em quilogramas e o quadrado da EST.

Para determinação e fracionamento dos componentes corporais, foi realizada a coleta de dobras cutâneas através de adipômetro da marca Lange® (EUA). O protocolo utilizado foi o de três dobras cutâneas para o sexo masculino (peitoral, abdominal e coxa). Após os valores

terem sido coletados e aplicados na equação proposta por Jackson; Pollock (JACKSON ;POLLOCK, 2007), a densidade corporal dos indivíduos foi determinada.

O resultado foi aplicado na equação de Siri ($[(\%G = 4,95/\text{Densidade Corporal}) - 4,5] \times 100$), que determinou o %G dos participantes, através do qual, os demais componentes (MGC e MCM) puderam ser estimados.

3.6.1.2 - Condicionamento Cardiorrespiratório

O condicionamento cardiorrespiratório foi avaliado por meio do teste de corrida de 12 minutos (ACSM, 2013). O teste caminhada/corrída de 12 min de Cooper consiste em procurar levar o avaliado a percorrer, correndo, a maior distância possível no espaço de tempo de 12 min. Com base na distância percorrida em km, estima-se o Consumo de Oxigênio Máximo (VO₂máx.) por meio da expressão matemática:

$$\text{VO}_2\text{máx.}[\text{mL}(\text{kg}.\text{min})] = (22,351 \times \text{Distância (km)}) - 11,288$$

O teste de Cooper foi realizado no período da manhã em uma pista de atletismo de 400 metros com suas dimensões regulamentadas pela IAAF (Federação Internacional de Atletismo) na Escola de Educação Física do Exército (EsEFEx), Rio de Janeiro, RJ.

O percurso foi demarcado por cones de 50 em 50 metros e controlado pela equipe de pesquisa com o intuito de avaliar a distância percorrida no tempo de 12 minutos. Dessa forma foi possível a predição do VO₂ máximo utilizando-se a equação proposta por Cooper através de um protocolo.

Para esta fase do estudo houve a presença de equipe médica com cardiologista (CRM: 57490-0) no local, e unidade de suporte básico e avançado de vida, para o caso de possíveis intercorrências.

3.6.1.3 - Força Muscular

Para a avaliação da força muscular, e posterior cálculo da intensidade do treinamento de força, os indivíduos foram submetidos a testes de 1 repetição máxima (1RM) nos exercícios Remada Apoiada, Leg Press 45°, Supino Horizontal, Cadeira extensora, Flexão de

cotovelos e Mesa flexora seguindo as diretrizes propostas por Beachle; Earle (BAECHLE ;EARLE, 2000). Os equipamentos utilizados foram da marca TechnoGym® (Itália).

3.6.1.4 - Parâmetros Bioquímicos e Enzimas Hepáticas

A avaliação dos parâmetros bioquímicos foi realizada através de análise das amostras sanguíneas coletadas no local onde a intervenção foi conduzida, antes da primeira etapa, caracterizando o momento descrito como “*Baseline*”, e imediatamente após cada uma de suas etapas.

Foram coletadas amostras sanguíneas realizadas após jejum de 12 horas e, no mínimo, oito horas de sono. Os participantes foram orientados a não realizar nenhum tipo de exercício físico nas 36 horas que as antecederam.

Para análise dos parâmetros bioquímicos GLI, CT, TG, HDL, GGT, ALT e AST foi utilizado o método colorimétrico, BT 3000 plus, Wiener Lab®. A concentração de LDL foi estimada através da fórmula de Friedewald (FRIEDEWALD;LEVY ;FREDRICKSON, 1972). Já os níveis de VLDL foram obtidos através da divisão dos valores da concentração de TG por cinco (FRIEDEWALD;LEVY ;FREDRICKSON, 1972).

Os procedimentos de coleta das amostras sanguíneas foram realizados no local da intervenção, e a análise dos parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas foi realizada no Laboratório de Bioquímica do Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército – IPCFEx, Rio de Janeiro, RJ. Os procedimentos de análise foram realizados em duplicata para confirmação dos resultados obtidos.

Após a finalização de todos os procedimentos de análise das amostras sanguíneas, as sobras de amostras de laboratório contendo sangue foram descartadas de acordo com a Legislação ANVISA – RDC 306 de 7 de dezembro de 2004, que dispõe sobre o regulamento técnico para gerenciamento de resíduo de serviços de saúde.

Tais amostras foram acondicionadas em saco vermelho, e estes transportados em recipientes rígidos antes de serem encaminhadas ao destino final. O transporte do resíduo de saúde é realizado por empresa terceirizada, prestadora de serviço para a Escola de Educação Física do Exército, até o aterro sanitário apropriado.

3.6.2 – Intervenção

A intervenção da presente investigação foi dividida em quatro etapas que ocorreram em dias distintos e não consecutivos, antes das quais os participantes realizaram desjejum composto por 200 ml de iogurte 0% de gordura, duas fatias de pão integral light, 30g de queijo minas frescal, 10g de margarina vegetal, 200 ml de suco de laranja e 1 banana média. As referidas etapas são descritas a seguir.

Sessão de Exercício Aeróbico de Baixa Intensidade (EABI)

Na primeira etapa da intervenção, após a coleta das amostras sanguíneas e o desjejum, os participantes foram submetidos a uma sessão de exercício aeróbico de baixa intensidade caracterizado por corrida em esteira rolante com volume e intensidade descritos na tabela 1 a seguir. A intensidade do exercício aeróbico foi controlada através de um monitor de frequência cardíaca modelo FT1 da marca Polar® (Finlândia) em todas as etapas da intervenção.

Tabela 1. Características de volume e intensidade da EABI.

Fase da sessão	Volume (min)	Intensidade (%FCres)
Aquecimento	5	50-55
Fase Específica	30	60-65
Desaquecimento	5	50-55

Legenda: min: minutos; %FCres: percentual da frequência cardíaca de reserva.

Sessão de Exercício Aeróbico de Alta Intensidade (EAAI)

Caracterizando a segunda etapa da intervenção, e seguindo os mesmos procedimentos da etapa anterior com relação à coleta de amostras sanguíneas e desjejum, os indivíduos foram submetidos a uma sessão de exercício aeróbico de alta intensidade realizado em esteira rolante com características de volume e intensidade descritos na tabela 2 a seguir.

Tabela 2. Características de volume e intensidade da EAAI.

Fase da sessão	Volume (min)	Intensidade (%FCres)
Aquecimento	5	50-55
Fase Específica	30	80-85
Desaquecimento	5	50-55

Legenda: min: minutos; %FCres: percentual da frequência cardíaca de reserva.

Sessão de Exercício de Força de Alta Intensidade (EFAI)

A sessão de exercício de força de alta intensidade (EFAI) caracterizou a terceira fase da intervenção, na qual os participantes realizaram os exercícios com as características de volume e intensidade mencionados na tabela 3.

Tabela 3. Programa da sessão EFAI.

Exercício	Séries	Repetições	Velocidade	Intensidade	Intervalo
Leg Press	4	8-10	2" x 2"	85% 1RM	2'-3'
Remada Apoiada	4	8-10	2" x 2"	85% 1RM	2'-3'
Cadeira Extensora	4	8-10	2" x 2"	85% 1RM	2'-3'
Supino Vertical	4	8-10	2" x 2"	85% 1RM	2'-3'
Mesa Flexora	4	8-10	2" x 2"	85% 1RM	2'-3'
Flexão de Cotovelos	4	8-10	2" x 2"	85% 1RM	2'-3'

Legenda: 1RM: uma repetição máxima.

Sessão Treinamento Concorrente (TC)

Na sessão de TC, caracterizando a quarta e última etapa da intervenção, os participantes realizaram, simultaneamente, EAAI e EFAI, de maneira respectiva, sem intervalo de recuperação entre ambos, com as mesmas características de volume e intensidade descritas na segunda e terceira etapas.

3.6.3 - Avaliação Somativa

Após o término de cada sessão de exercício, foram realizadas novas coletas das amostras sanguíneas dos participantes com objetivo de mensurar a concentração das mesmas variáveis.

Em cada coleta de amostra sanguínea, seja durante a avaliação diagnóstica, seja como avaliação somativa, foram retirados, aproximadamente, 1mL de sangue, totalizando ao final do estudo, aproximadamente 8mL.

3.7 - Procedimentos de análise de dados

3.7.1 - Estatística Descritiva

Foram empregadas técnicas de estatística descritiva, utilizando medidas de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão).

3.7.2 - Estatística Inferencial

Para análise da normalidade e homogeneidade de variância dos dados, foram utilizados os testes de *Shapiro-Wilk* e *Levene* respectivamente. Com base nos resultados obtidos, os demais procedimentos para análise inferencial foram selecionados. Optou-se pela utilização da Análise de Variância (ANOVA) com medidas repetidas nos fatores tempo e momentos de avaliação seguida pelo *post hoc* de *Bonferroni* para a identificação das possíveis diferenças. O teste de correlação de *Pearson* (r) foi realizado para a análise de possíveis associações entre as variáveis de estudo.

Todos os procedimentos estatísticos foram processados no programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS 20.0, Chicago, USA).

3.7.3 - Nível de Significância e Potência do Experimento

Com o propósito de manter a cientificidade da pesquisa, o presente estudo admitiu o nível de significância de $p < 0,05$, isto é, 95% de probabilidade de que estejam certas as afirmativas e/ou negativas denotadas durante as investigações, admitindo-se, portanto, a probabilidade de 5% para resultados obtidos por acaso.

O estudo alcançou um poder do experimento de 93% para GLI, 97% para CT, 81% para HDL, e 89% para LDL, ficando acima do mínimo aceitável de 80%, controlando o erro tipo II. Para TG, VLDL, GGT, ALT e AST foram encontrados poder do experimento de 21%, 20%, 46%, 11% e 6% respectivamente, demonstrando a necessidade de maior n amostral para confirmação dos resultados obtidos para as referidas variáveis.

IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Resultados

4.1.1 – Características da amostra

As características de composição corporal, condicionamento cardiorrespiratório e de normalidade da amostra são apresentadas na tabela 4 a seguir. Com base nos dados, é possível observar que as variáveis analisadas apresentaram distribuição normal.

Tabela 4. Composição corporal e condicionamento cardiorrespiratório da amostra.

	Idade (anos)	MC (kg)	Est (m)	IMC	%G	MGC (kg)	MCM (kg)	VO2máx (ml/kg/min)
Média	27	74.53	1.76	24.11	8.96	6.70	67.82	58.61
DP	1.13	5.39	0.07	1.91	2.66	2.14	4.94	3.63
Mínimo	25	67.45	1.62	20.41	5.60	3.87	68.28	51.02
Máximo	29	84.85	1.84	26.78	13.64	11.26	78.38	62.47
SW	0.55	0.25	0.39	0.50	0.26	0.36	0.54	0.92

Legenda: MC: massa corporal; Est: estatura; IMC: índice de massa corporal; %G: percentual de gordura corporal; MGC: massa de gordura corporal; MCM: massa corporal magra; VO2máx: consumo máximo de oxigênio; DP: desvio padrão; SW: p-valor do teste de normalidade Shapiro-Wilk.

4.1.2 – Resultados referentes ao objetivo específico 1

O objetivo específico 1 do presente estudo foi identificar o perfil dos parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas relacionadas à saúde cardiometabólica dos participantes (tabela 5), e analisar a correlação entre estas variáveis e sua composição corporal e condicionamento cardiorrespiratório (tabela 6). Os valores são apresentados a seguir.

Tabela 5. Perfil dos parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas da amostra.

	GLI	CT	TG	HDL	LDL	VLDL	GGT	ALT	AST
Média	69,45	130,82	69,45	36,73	80,20	13,89	18,00	17,64	26,45
dp	12,28	21,56	29,35	6,07	18,48	5,87	8,01	11,06	8,79
Mínimo	55,00	98,00	23,00	25,00	53,20	4,60	6,00	2,00	12,00
Máximo	99,00	179,00	108,00	49,00	119,40	21,60	30,00	35,00	43,00
SW	0,15	0,55	0,41	0,62	0,54	0,44	0,97	0,68	0,43

Legenda: GLI: glicose (mg/dL); CT: colesterol total (mg/dL); TG: triglicerídeos (mg/dL); HDL: fração HDL-colesterol (mg/dL); LDL: fração LDL-colesterol (mg/dL); VLDL: fração VLDL-colesterol (mg/dL); GGT: Gama-Glutamiltransferase (U/L); ALT: Alanina Aminotransferase (U/L); AST: Aspartato Aminotransferase (U/L); dp: desvio padrão; SW: p-valor do teste de normalidade de Shapiro Wilk.

Através da tabela 5, é possível observar que os participantes apresentaram glicemia de jejum de $69,45 \pm 12,28$ mg/dL.

Em relação ao perfil lipídico, nota-se que os voluntários apresentaram valores de $130,82 \pm 21,56$ mg/dL para CT, $69,45 \pm 29,35$ mg/dL para TG, $36,73 \pm 6,07$ mg/dL para HDL, $80,20 \pm 18,48$ mg/dL para LDL, e $13,89 \pm 5,87$ mg/dL para VLDL.

Quanto às enzimas hepáticas, foram observados valores de $18,00 \pm 8,01$ U/L para GGT, $17,64 \pm 11,06$ U/L para ALT, e $26,45 \pm 8,79$ U/L para AST.

Tabela 6. Correlação entre os parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas e a composição corporal e o condicionamento cardiorrespiratório.

		MC	IMC	%G	MGC	MCM	VO2máx
GLI	r	0,069	-0,149	-0,321	-0,292	0,194	0,269
	<i>p-valor</i>	0,840	0,662	0,336	0,383	0,567	0,423
CT	r	-0,175	-0,292	-0,445	-0,468	0,001	-0,248
	<i>p-valor</i>	0,607	0,384	0,171	0,147	0,999	0,462
TG	r	0,038	-0,424	-0,829	-0,773	0,356	0,006
	<i>p-valor</i>	0,913	0,194	0,002[§]	0,005[§]	0,283	0,986
HDL	r	0,150	-0,295	0,024	0,071	0,135	0,065
	<i>p-valor</i>	0,660	0,379	0,943	0,837	0,693	0,849
LDL	r	-0,271	-0,108	-0,258	-0,320	-0,165	-0,308
	<i>p-valor</i>	0,420	0,753	0,444	0,837	0,627	0,357
VLDL	r	0,038	-0,424	-0,829	-0,773	0,356	0,006
	<i>p-valor</i>	0,913	0,194	0,002[§]	0,005[§]	0,283	0,986
GGT	r	0,189	-0,096	0,054	0,111	0,160	-0,391
	<i>p-valor</i>	0,579	0,778	0,875	0,745	0,638	0,235
ALT	r	0,020	0,603	0,050	0,031	0,008	0,228
	<i>p-valor</i>	0,955	0,048[§]	0,884	0,927	0,980	0,500
AST	r	-0,052	0,122	-0,361	-0,375	0,096	0,364
	<i>p-valor</i>	0,879	0,722	0,275	0,256	0,779	0,271

Legenda: GLI: glicose; CT: colesterol total; TG: triglicerídeos; HDL: fração HDL-colesterol; LDL: fração LDL-colesterol; VLDL: fração VLDL-colesterol; GGT: Gama Glutamiltransferase; ALT: Alanina aminotransferase; AST: Aspartato aminotransferase; MC: massa corporal total; IMC: índice de massa corporal; %G: percentual de gordura corporal; MGC: massa de gordura corporal; MCM: massa corporal magra; VO2máx: consumo máximo de oxigênio; r: índice de correlação de Pearson; §: Correlação significativa.

Foi observada correlação significativa entre o IMC e os níveis da enzima hepática ALT, entre o %G e os níveis de TG e VLDL, bem como entre a MGC e os níveis de TG e VLDL. As demais variáveis não apresentaram correlação significativa entre si.

4.1.3 – Resultados referentes ao objetivo específico 2

O objetivo específico 2 desta investigação foi comparar os efeitos de distintas modalidades e intensidades de exercício físico sobre parâmetros bioquímicos relacionados à saúde cardiometabólica dos participantes.

Para tal, foi realizada a análise intra grupos entre o momento *baseline* e o momento imediatamente após (Pós) de cada sessão que compôs a intervenção, bem como a análise intergrupos entre os momentos Pós de cada sessão da intervenção. Os valores são apresentados em média e desvio padrão nas tabelas 7 (GLI), 8 (CT), 9 (TG), 10 (HDL), 11 (LDL), e 12 (VLDL) a seguir.

Tabela 7. Análise inferencial do parâmetro bioquímico GLI.

Momento	Média	dp	Momento	Média	dp	Δ	p-valor
<i>Baseline</i>	69,45	12,28	EAAI	87,45	10,13	-18,00	0,024[#]
<i>Baseline</i>	69,45	12,28	EABI	85,82	12,63	-16,36	0,049[#]
<i>Baseline</i>	69,45	12,28	EFAI	78,91	11,37	-9,46	0,992
<i>Baseline</i>	69,45	12,28	TC	91,55	18,12	-22,09	0,003[#]
EAAI	87,45	10,13	EABI	85,82	12,63	1,64	1,000
EAAI	87,45	10,13	EFAI	78,91	11,37	8,55	1,000
EAAI	87,45	10,13	TC	91,55	18,12	-4,09	1,000
EABI	85,82	12,63	EFAI	78,91	11,37	6,91	1,000
EABI	85,82	12,63	TC	91,55	18,12	-5,73	1,000
EFAI	78,91	11,37	TC	91,55	18,12	-12,64	0,292

Legenda: dp: desvio padrão; Δ: diferença entre os momentos; EABI: exercício aeróbico de baixa intensidade; EAAI: exercício aeróbico de alta intensidade; EFAI: exercício de força de alta intensidade; TC: treinamento concorrente; GLI: glicose (mg/dL); #: Diferença significativa (p<0,05) intragrupos; *: Diferença significativa (p<0,05) intergrupos.

Após a análise intragrupos, é possível observar que houve elevação significativa da GLI após EAAI (p=0,024), EABI (p=0,049) e TC (p=0,003), apresentando maior expressão após TC (Δ = -22,09). Não foi observada diferença intergrupos para GLI.

Tabela 8. Análise inferencial do parâmetro bioquímico CT.

Momento	Média	dp	Momento	Média	dp	Δ	p-valor
<i>Baseline</i>	130,82	21,56	EAAI	136,55	20,02	-5,73	1,000
<i>Baseline</i>	130,82	21,56	EABI	153,00	19,23	-22,18	0,153
<i>Baseline</i>	130,82	21,56	EFAI	161,27	19,32	-30,45	0,012[#]
<i>Baseline</i>	130,82	21,56	TC	165,73	23,16	-34,90	0,002[#]
EAAI	136,55	20,02	EABI	153,00	19,23	-16,46	0,683
EAAI	136,55	20,02	EFAI	161,27	19,32	-24,73	0,073
EAAI	136,55	20,02	TC	165,73	23,16	-29,18	0,018[*]
EABI	153,00	19,23	EFAI	161,27	19,32	-8,27	1,000
EABI	153,00	19,23	TC	165,73	23,16	-12,73	1,000
EFAI	161,27	19,32	TC	165,73	23,16	-4,46	1,000

Legenda: dp: desvio padrão; Δ : diferença entre os momentos; EABI: exercício aeróbico de baixa intensidade; EAAI: exercício aeróbico de alta intensidade; EFAI: exercício de força de alta intensidade; TC: treinamento concorrente; CT: colesterol total (mg/dL); #: Diferença significativa ($p < 0,05$) intragrupos; *: Diferença significativa ($p < 0,05$) intergrupos.

A análise intragrupos demonstrou elevação significativa do CT após EFAI ($p = 0,012$) e TC ($p = 0,002$), com maior expressão após TC ($\Delta = -34,90$). A análise inter grupos demonstrou diferença significativa entre EAAI e TC ($p = 0,018$).

Tabela 9. Análise inferencial do parâmetro bioquímico TG.

Momento	Média	dp	Momento	Média	dp	Δ	p-valor
<i>Baseline</i>	69,45	29,35	EAAI	76,27	36,68	-6,82	1,000
<i>Baseline</i>	69,45	29,35	EABI	89,27	34,60	-19,82	1,000
<i>Baseline</i>	69,45	29,35	EFAI	83,82	22,79	-14,36	1,000
<i>Baseline</i>	69,45	29,35	TC	85,36	32,04	-15,91	1,000
EAAI	76,27	36,68	EABI	89,27	34,60	-13,00	1,000
EAAI	76,27	36,68	EFAI	83,82	22,79	-7,55	1,000
EAAI	76,27	36,68	TC	85,36	32,04	-9,09	1,000
EABI	89,27	34,60	EFAI	83,82	22,79	5,46	1,000
EABI	89,27	34,60	TC	85,36	32,04	3,91	1,000
EFAI	83,82	22,79	TC	85,36	32,04	-1,55	1,000

Legenda: dp: desvio padrão; Δ : diferença entre os momentos; EABI: exercício aeróbico de baixa intensidade; EAAI: exercício aeróbico de alta intensidade; EFAI: exercício de força de alta intensidade; TC: treinamento concorrente; TG: triglicerídeos (mg/dL); #: Diferença significativa ($p < 0,05$) intragrupos; *: Diferença significativa ($p < 0,05$) intergrupos.

Não foram observadas alterações com significância estatística nos níveis de TG tanto após análise intragrupos quanto após a análise intergrupos.

Tabela 10. Análise inferencial do parâmetro bioquímico HDL.

Momento	Média	dp	Momento	Média	dp	Δ	p-valor
<i>Baseline</i>	36,73	6,07	EAAI	38,73	7,24	-2,00	1,000
<i>Baseline</i>	36,73	6,07	EABI	38,36	6,56	-1,64	1,000
<i>Baseline</i>	36,73	6,07	EFAI	40,00	7,81	-3,27	1,000
<i>Baseline</i>	36,73	6,07	TC	47,73	11,23	-11,00	0,022[#]
EAAI	38,73	7,24	EABI	38,36	6,56	0,36	1,000
EAAI	38,73	7,24	EFAI	40,00	7,81	-1,27	1,000
EAAI	38,73	7,24	TC	47,73	11,23	-9,00	0,110
EABI	38,36	6,56	EFAI	40,00	7,81	-1,64	1,000
EABI	38,36	6,56	TC	47,73	11,23	-9,36	0,083
EFAI	40,00	7,81	TC	47,73	11,23	-7,73	0,277

Legenda: dp: desvio padrão; Δ : diferença entre os momentos; EABI: exercício aeróbico de baixa intensidade; EAAI: exercício aeróbico de alta intensidade; EFAI: exercício de força de alta intensidade; TC: treinamento concorrente; HDL: fração HDL-colesterol (mg/dL); #: Diferença significativa ($p < 0,05$) intragrupos; *: Diferença significativa ($p < 0,05$) intergrupos.

Após análise intragrupos é possível observar elevação significativa dos níveis de HDL apenas após o TC ($p=0,022$). Não foi observada qualquer alteração significativa nos níveis de HDL após análise intergrupos.

Tabela 11. Análise inferencial do parâmetro bioquímico LDL.

Momento	Média	dp	Momento	Média	dp	Δ	p-valor
<i>Baseline</i>	80,09	18,54	EAAI	82,64	14,84	-2,55	1,000
<i>Baseline</i>	80,09	18,54	EABI	96,73	15,08	-16,64	0,350
<i>Baseline</i>	80,09	18,54	EFAI	104,55	19,33	-24,45	0,025[#]
<i>Baseline</i>	80,09	18,54	TC	101,00	21,33	-20,91	0,089
EAAI	82,64	14,84	EABI	96,73	15,08	-14,09	0,723
EAAI	82,64	14,84	EFAI	104,55	19,33	-21,91	0,063
EAAI	82,64	14,84	TC	101,00	21,33	-18,36	0,205
EABI	96,73	15,08	EFAI	104,55	19,33	-7,98	1,000
EABI	96,73	15,08	TC	101,00	21,33	-4,27	1,000
EFAI	104,55	19,33	TC	101,00	21,33	3,55	1,000

Legenda: dp: desvio padrão; Δ : diferença entre os momentos; EABI: exercício aeróbico de baixa intensidade; EAAI: exercício aeróbico de alta intensidade; EFAI: exercício de força de alta intensidade; TC: treinamento concorrente; LDL: fração LDL-colesterol (mg/dL); #: Diferença significativa ($p < 0,05$) intragrupos; *: Diferença significativa ($p < 0,05$) intergrupos.

A análise intragrupos demonstrou elevação significativa ($p=0,025$) nos níveis de LDL apenas após o EFAI. Não foram observadas alterações significativas após análise intergrupos.

Tabela 12. Análise inferencial do parâmetro bioquímico VLDL.

Momento	Média	dp	Momento	Média	dp	Δ	p-valor
<i>Baseline</i>	13,89	5,87	EAAI	15,25	7,34	-1,36	1,000
<i>Baseline</i>	13,89	5,87	EABI	17,85	6,92	-3,96	1,000
<i>Baseline</i>	13,89	5,87	EFAI	16,73	4,67	-2,84	1,000
<i>Baseline</i>	13,89	5,87	TC	17,07	6,41	-3,18	1,000
EAAI	15,25	7,34	EABI	17,85	6,92	-2,60	1,000
EAAI	15,25	7,34	EFAI	16,73	4,67	-1,47	1,000
EAAI	15,25	7,34	TC	17,07	6,41	-1,82	1,000
EABI	17,85	6,92	EFAI	16,73	4,67	1,13	1,000
EABI	17,85	6,92	TC	17,07	6,41	0,78	1,000
EFAI	16,73	4,67	TC	17,07	6,41	-0,35	1,000

Legenda: dp: desvio padrão; Δ: diferença entre os momentos; EABI: exercício aeróbico de baixa intensidade; EAAI: exercício aeróbico de alta intensidade; EFAI: exercício de força de alta intensidade; TC: treinamento concorrente; VLDL: fração VLDL-colesterol (mg/dL); #: Diferença significativa ($p < 0,05$) intragrupos; *: Diferença significativa ($p < 0,05$) intergrupos.

Não foram observadas alterações com significância estatística nos níveis de TG tanto após análise intra grupos quanto após a análise intergrupos.

4.1.4 - Resultados referentes ao objetivo específico 3

No presente estudo, o objetivo específico 3 foi comparar os efeitos de distintas modalidades e intensidades de exercício físico sobre as enzimas hepáticas relacionadas à saúde cardiometabólica dos participantes.

Para tal, foi realizada a análise intra grupos entre o momento *baseline* e o momento imediatamente após (Pós) de cada sessão que compôs a intervenção, bem como a análise intergrupos entre os momentos Pós de cada sessão da intervenção. Os valores são apresentados em média e desvio padrão nas tabelas 13 (GGT), 14 (ALT), e 15 (AST) a seguir.

Tabela 13. Análise inferencial da enzima hepática GGT.

Momento	Média	dp	Momento	Média	dp	Δ	p-valor
<i>Baseline</i>	18,00	8,01	EAAI	17,09	7,09	0,91	1,000
<i>Baseline</i>	18,00	8,01	EABI	18,27	8,51	-0,27	1,000
<i>Baseline</i>	18,00	8,01	EFAI	23,09	10,74	-5,09	1,000
<i>Baseline</i>	18,00	8,01	TC	24,73	9,80	-6,73	0,832
EAAI	17,09	7,09	EABI	18,27	8,51	-1,18	1,000
EAAI	17,09	7,09	EFAI	23,09	10,74	-6,00	1,000
EAAI	17,09	7,09	TC	24,73	9,80	-7,64	0,502
EABI	18,27	8,51	EFAI	23,09	10,74	-4,82	1,000
EABI	18,27	8,51	TC	24,73	9,80	-6,46	0,961
EFAI	23,09	10,74	TC	24,73	9,80	-1,64	1,000

Legenda: dp: desvio padrão; Δ: diferença entre os momentos; EABI: exercício aeróbico de baixa intensidade; EAAI: exercício aeróbico de alta intensidade; EFAI: exercício de força de alta intensidade; TC: treinamento concorrente; GGT: Gama-Glutamiltransferase (U/L); #: Diferença significativa (p<0,05) intragrupos; *: Diferença significativa (p<0,05) intergrupos.

Tanto após análise intragrupos quanto após a análise intergrupos, não foram observadas alterações com significância estatística nos níveis da enzima hepática GGT.

Tabela 14. Análise inferencial da enzima hepática ALT.

Momento	Média	dp	Momento	Média	dp	Δ	p-valor
<i>Baseline</i>	17,64	11,06	EAAI	16,64	8,70	1,00	1,000
<i>Baseline</i>	17,64	11,06	EABI	19,09	10,28	-1,46	1,000
<i>Baseline</i>	17,64	11,06	EFAI	21,27	9,65	-3,64	1,000
<i>Baseline</i>	17,64	11,06	TC	19,36	12,70	-1,73	1,000
EAAI	16,64	8,70	EABI	19,09	10,28	-2,46	1,000
EAAI	16,64	8,70	EFAI	21,27	9,65	-4,64	1,000
EAAI	16,64	8,70	TC	19,36	12,70	-2,73	1,000
EABI	19,09	10,28	EFAI	21,27	9,65	-2,18	1,000
EABI	19,09	10,28	TC	19,36	12,70	-0,27	1,000
EFAI	21,27	9,65	TC	19,36	12,70	1,91	1,000

Legenda: dp: desvio padrão; Δ: diferença entre os momentos; EABI: exercício aeróbico de baixa intensidade; EAAI: exercício aeróbico de alta intensidade; EFAI: exercício de força de alta intensidade; TC: treinamento concorrente; ALT: Alanina aminotransferase (U/L); #: Diferença significativa (p<0,05) intragrupos; *: Diferença significativa (p<0,05) intergrupos.

Não foram observadas alterações com significância estatística nos níveis da enzima ALT tanto após análise intragrupos quanto após a análise intergrupos.

Tabela 15. Análise inferencial da enzima hepática AST.

Momento	Média	dp	Momento	Média	dp	Δ	p-valor
<i>Baseline</i>	27,64	7,42	EAAI	27,00	9,82	0,64	1,000
<i>Baseline</i>	27,64	7,42	EABI	28,73	9,87	-1,09	1,000
<i>Baseline</i>	27,64	7,42	EFAI	29,00	8,28	-1,36	1,000
<i>Baseline</i>	27,64	7,42	TC	28,36	7,70	-0,73	1,000
EAAI	27,00	9,82	EABI	28,73	9,87	-1,73	1,000
EAAI	27,00	9,82	EFAI	29,00	8,28	-2,00	1,000
EAAI	27,00	9,82	TC	28,36	7,70	-1,36	1,000
EABI	28,73	9,87	EFAI	29,00	8,28	-0,27	1,000
EABI	28,73	9,87	TC	28,36	7,70	0,36	1,000
EFAI	29,00	8,28	TC	28,36	7,70	0,64	1,000

Legenda: dp: desvio padrão; Δ: diferença entre os momentos; EABI: exercício aeróbico de baixa intensidade; EAAI: exercício aeróbico de alta intensidade; EFAI: exercício de força de alta intensidade; TC: treinamento concorrente; AST: Aspartato aminotransferase (U/L); #: Diferença significativa ($p < 0,05$) intragrupos; *: Diferença significativa ($p < 0,05$) intergrupos.

Tanto após análise intragrupos quanto após a análise intergrupos, não foram observadas alterações com significância estatística nos níveis da enzima hepática AST.

4.1.5 - Resultados referentes ao objetivo geral

O objetivo geral do presente estudo foi analisar a associação produzida pelos efeitos das distintas modalidades e intensidades de exercício físico sobre parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas relacionadas à saúde cardiometabólica de adultos praticantes de exercício físico. Os resultados são apresentados nas tabelas 16 (EABI), 17 (EAAI), 18 (EFAI) e 19 (TC) a seguir.

Tabela 16. Correlação entre parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas pós EABI.

		GLI	CT	TG	HDL	LDL	VLDL	AST	ALT
CT	r	-0,074	-	-	-	-	-	-	-
	<i>p</i> -valor	0,829	-	-	-	-	-	-	-
TG	r	-0,128	0,600	-	-	-	-	-	-
	<i>p</i> -valor	0,707	0,051	-	-	-	-	-	-
HDL	r	0,305	0,341	0,106	-	-	-	-	-
	<i>p</i> -valor	0,362	0,305	0,756	-	-	-	-	-
LDL	r	-0,168	0,850	0,246	-0,053	-	-	-	-
	<i>p</i> -valor	0,622	0,001[§]	0,466	0,876	-	-	-	-
VLDL	r	-0,128	0,600	0,950	0,106	0,246	-	-	-
	<i>p</i> -valor	0,707	0,051	0,001[§]	0,756	0,466	-	-	-
AST	r	-0,104	0,090	-0,183	-0,570	0,455	-0,183	-	-
	<i>p</i> -valor	0,761	0,792	0,590	0,067	0,160	0,590	-	-
ALT	r	0,138	-0,125	-0,361	-0,356	0,171	-0,361	0,534	-
	<i>p</i> -valor	0,686	0,714	0,275	0,282	0,615	0,275	0,090	-
GGT	r	0,072	0,390	0,239	0,600	0,124	0,239	-0,391	-0,144
	<i>p</i> -valor	0,833	0,236	0,479	0,051	0,717	0,479	0,235	0,672

Legenda: GLI: glicose; CT: colesterol total; TG: triglicerídeos; HDL: fração HDL-colesterol; LDL: fração LDL-colesterol; VLDL: fração VLDL-colesterol; GGT: Gama Glutamilttransferase; ALT: Alanina aminotransferase; AST: Aspartato aminotransferase; r: índice de correlação de Pearson; §: Correlação significativa.

Após a sessão de EABI, foi observada correlação significativa apenas entre os níveis de CT e LDL, bem como entre os níveis de TG e VLDL.

Tabela 17. Correlação entre parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas pós EAAL.

		GLI	CT	TG	HDL	LDL	VLDL	AST	ALT
CT	r	0,418	-	-	-	-	-	-	-
	<i>p</i> -valor	0,201	-	-	-	-	-	-	-
TG	r	0,349	0,622	-	-	-	-	-	-
	<i>p</i> -valor	0,293	0,041[§]	-	-	-	-	-	-
HDL	r	0,253	0,534	0,497	-	-	-	-	-
	<i>p</i> -valor	0,453	0,091	0,120	-	-	-	-	-
LDL	r	0,263	0,777	0,104	-0,016	-	-	-	-
	<i>p</i> -valor	0,434	0,005[§]	0,761	0,963	-	-	-	-
VLDL	r	0,349	0,622	0,980	0,497	0,104	-	-	-
	<i>p</i> -valor	0,293	0,041[§]	0,001[§]	0,120	0,761	-	-	-
AST	r	0,685	0,453	0,349	-0,011	0,436	0,349	-	-
	<i>p</i> -valor	0,020[§]	0,161	0,293	0,974	0,180	0,293	-	-
ALT	r	0,177	0,012	0,145	-0,410	0,145	0,145	0,663	-
	<i>p</i> -valor	0,603	0,972	0,670	0,211	0,672	0,670	0,026[§]	-
GGT	r	0,013	0,586	0,495	0,770	0,169	0,495	-0,141	-0,361
	<i>p</i> -valor	0,969	0,058	0,122	0,006[§]	0,618	0,122	0,680	0,275

Legenda: GLI: glicose; CT: colesterol total; TG: triglicerídeos; HDL: fração HDL-colesterol; LDL: fração LDL-colesterol; VLDL: fração VLDL-colesterol; GGT: Gama Glutamilttransferase; ALT: Alanina aminotransferase; AST: Aspartato aminotransferase; r: índice de correlação de Pearson; §: Correlação significativa.

Após a sessão de EAAI, houve correlação significativa entre as concentrações de GLI e AST, entre CT e TG, LDL e VLDL, entre TG e VLDL, entre HDL e GGT, e entre AST e ALT. Não foi observada correlação entre os demais parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas após EAAI.

Tabela 18. Correlação entre parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas pós EFAI.

		GLI	CT	TG	HDL	LDL	VLDL	AST	ALT
CT	r	0,136	-	-	-	-	-	-	-
	<i>p</i> -valor	0,690	-	-	-	-	-	-	-
TG	r	0,288	0,431	-	-	-	-	-	-
	<i>p</i> -valor	0,391	0,186	-	-	-	-	-	-
HDL	r	0,261	0,082	0,236	-	-	-	-	-
	<i>p</i> -valor	0,438	0,812	0,485	-	-	-	-	-
LDL	r	-0,045	0,865	0,094	-0,383	-	-	-	-
	<i>p</i> -valor	0,896	0,001[§]	0,783	0,245	-	-	-	-
VLDL	r	0,312	0,422	0,998	0,249	0,079	-	-	-
	<i>p</i> -valor	0,350	0,196	0,001[§]	0,459	0,817	-	-	-
AST	r	-0,400	0,059	0,153	-0,175	0,096	0,140	-	-
	<i>p</i> -valor	0,222	0,862	0,654	0,607	0,778	0,682	-	-
ALT	r	-0,506	-0,160	-0,236	-0,643	0,166	0,0271	0,389	-
	<i>p</i> -valor	0,112	0,639	0,485	0,033[§]	0,626	0,420	0,237	-
GGT	r	0,546	0,087	0,168	0,481	-0,150	0,176	-0,256	-0,333
	<i>p</i> -valor	0,083	0,800	0,622	0,135	0,659	0,605	0,447	0,317

Legenda: GLI: glicose; CT: colesterol total; TG: triglicerídeos; HDL: fração HDL-colesterol; LDL: fração LDL-colesterol; VLDL: fração VLDL-colesterol; GGT: Gama Glutamiltransferase; ALT: Alanina aminotransferase; AST: Aspartato aminotransferase; r: índice de correlação de Pearson; §: Correlação significativa.

A sessão EFAI produziu associação entre os níveis de CT e TG, entre TG e VLDL, bem como entre HDL e ALT, sem associações para qualquer um dos demais parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas.

Tabela 19. Correlação entre parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas pós TC.

		GLI	CT	TG	HDL	LDL	VLDL	AST	ALT
CT	r	-0,034	-	-	-	-	-	-	-
	<i>p</i> -valor	0,922	-	-	-	-	-	-	-
TG	r	0,035	0,185	-	-	-	-	-	-
	<i>p</i> -valor	0,920	0,585	-	-	-	-	-	-
HDL	r	-0,030	0,477	0,363	-	-	-	-	-
	<i>p</i> -valor	0,931	0,138	0,272	-	-	-	-	-
LDL	r	-0,039	0,780	-0,296	-0,117	-	-	-	-
	<i>p</i> -valor	0,909	0,005[§]	0,376	0,732	-	-	-	-
VLDL	r	0,035	0,185	0,970	0,363	-0,296	-	-	-
	<i>p</i> -valor	0,920	0,585	0,001[§]	0,272	0,376	-	-	-
AST	r	-0,086	-0,010	0,449	-0,521	0,125	0,449	-	-
	<i>p</i> -valor	0,801	0,977	0,166	0,101	0,714	0,166	-	-
ALT	r	0,113	-0,068	-0,437	-0,732	0,444	-0,437	0,325	-
	<i>p</i> -valor	0,742	0,842	0,179	0,010[§]	0,171	0,179	0,330	-
GGT	r	-0,176	0,512	-0,044	0,523	0,297	-0,044	-0,468	-0,162
	<i>p</i> -valor	0,605	0,108	0,899	0,099	0,376	0,899	0,147	0,634

Legenda: GLI: glicose; CT: colesterol total; TG: triglicerídeos; HDL: fração HDL-colesterol; LDL: fração LDL-colesterol; VLDL: fração VLDL-colesterol; GGT: Gama Glutamilttransferase; ALT: Alanina aminotransferase; AST: Aspartato aminotransferase; r: índice de correlação de Pearson; §: Correlação significativa.

Após a sessão de TC, foi observada correlação entre as concentrações de CT e LDL, entre TG e VLDL, bem como entre HDL e ALT. Não houve correlação entre os demais parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas após TC.

4.2 – Discussão

O índice de massa corporal (IMC) é utilizado como indicador do estado nutricional dos indivíduos, principalmente pela facilidade de mensuração. Além disso, vários pesquisadores e entidades profissionais sugerem a utilização do IMC como indicador de excesso de peso por sua relação com o risco de mortalidade e morbidade das doenças crônicas (ANJOS, 1992; W.H.O., 2014).

Os voluntários da presente investigação apresentaram índice de massa corporal na faixa que permitiu sua classificação como peso normal, indicando assim baixo risco de desenvolvimento de doenças cardiometabólicas.

Entretanto, pelo fato de não fornecer informações específicas a respeito da adiposidade corporal, tampouco da distribuição da gordura corporal (CHANG et al., 2012), a utilização do IMC como indicador exclusivo não é recomendada. É importante que sejam observadas outras

medidas independentes de composição corporal, quais sejam, a massa de gordura corporal (MGC) ou o percentual de gordural corporal (% G) (ANJOS, 1992).

O percentual de gordura corporal (%G) é uma importante medida da avaliação antropométrica, visto que tal variável provê informações sobre o estado de saúde do indivíduo. O excesso de gordura corporal (%G e MGC) pode levar ao sobrepeso e à obesidade e estes, por sua vez, relacionam-se com sérias enfermidades, como câncer, doenças cardiovasculares e diabetes (SHAO, 2014).

Pelos motivos mencionados, um %G elevado não é desejável. Contudo, os lipídios desempenham importantes funções no funcionamento do organismo, incluindo a de substrato energético para diferentes processos metabólicos, formação de membranas celulares (GUYTON ;HALL, 2011) e atividade cerebral (SHAO, 2014). Assim, tanto um %G, como uma MGC excessivamente baixos, não é recomendável.

Os resultados demonstram que os participantes apresentaram baixa MGC e %G classificado como “Excelente” para seus respectivos sexo e faixa etária (POLLOCK;WILMORE ;ROCHA, 2009). Dessa forma, é possível inferir que os mesmos apresentam baixo risco cardiometabólico relacionado à composição corporal.

O consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) é aceito como a medida normativa do condicionamento cardiorrespiratório (ACSM, 2013). Os voluntários do presente estudo apresentaram VO_{2max} classificado como “Bem acima da média”, demonstrando, assim, boas condições de saúde e baixo risco de desenvolvimento de doenças cardiometabólicas (ACSM, 2011).

Além da composição corporal e do condicionamento cardiorrespiratório, alterações nos níveis de alguns parâmetros bioquímicos como a glicemia de jejum e o perfil lipídico, bem como de algumas enzimas hepáticas, podem estar relacionadas com o risco para o desenvolvimento de doenças (FRAJACOMO et al., 2012; NIEMELÄ ;ALATALO, 2013; KUNUTSOR, S.;APEKEY, T. ;KHAN, H., 2014).

Dessa forma, o objetivo específico 1 do presente estudo foi identificar o perfil dos parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas relacionadas à saúde cardiometabólica dos participantes, e analisar a correlação entre estas variáveis e sua composição corporal e condicionamento cardiorrespiratório.

Níveis elevados de glicose na corrente sanguínea relacionam-se com maior incidência de risco cardiometabólico (GRUNDY et al., 2004; WEISS;BREMER ;LUSTIG, 2013). A

manutenção da glicemia em níveis normais é importante, pois o Diabetes é uma doença caracterizada pelo excesso permanente de glicose no sangue, podendo evoluir com complicações oculares, renais, vasculares, neurológicas, dentre outras. (LIMA;NÓBREGA ;VENCIO, 2004).

Considerada pela *American Diabetes Association (ADA)* como método de escolha para o diagnóstico de diabetes, a glicemia de jejum é uma medida atrativa por ser reprodutível, de baixo custo e praticamente isenta de efeitos colaterais (LAURIA et al., 2011). Assim, níveis de glicose considerados normais, são aqueles que em jejum não ultrapassam os 100 mg/dL (LIMA;NÓBREGA ;VENCIO, 2004; SANG-HOON;IL-YOUNG ;JACOBS, 2007; ACSM, 2013).

Álvarez et al. (ÁLVAREZ et al., 2014) apontam que dentre os benefícios relacionados à prática regular de exercícios estão o aumento da sensibilidade á insulina e a melhora do controle glicêmico. De acordo com Pauli et al. (PAULI et al., 2009), a prática do exercício físico é considerada uma das pedras angulares tanto da prevenção como do tratamento do diabetes do tipo II, visto que o aumento da captação de glicose pelo músculo exerce papel primordial no metabolismo da glicose.

As primeiras evidências do efeito favorável do processo de contração muscular na captação de glicose surgiram em 1887, quando Chauveau e Kaufmann (CHAUVEAU ;KAUFMANN, 1887) reportaram redução da quantidade de glicose proveniente da musculatura do masseter de cavalos enquanto eles mastigavam o feno (PAULI et al., 2009).

Após isso, a importância do exercício físico no aprimoramento do controle glicêmico tem sido observada desde a década de 1970 com as publicações de Bjorntorp et al. demonstrando melhora da tolerância à glicose e níveis de insulina menores em homens (BJORNTORP et al., 1972) e mulheres (BJORNTORP et al., 1970) praticantes de exercícios físicos em relação aos controles.

Os participantes do presente estudo, provavelmente pelo fato de serem praticantes regulares de exercício físico há no mínimo seis meses, demonstraram níveis de glicose sanguínea dentro dos níveis considerados normais, aparentando apresentar bom controle glicêmico e, conseqüentemente, baixo risco de desenvolvimento de diabetes do tipo II.

Em relação ao perfil lipídico, a importância de seu monitoramento e controle se dá pelo fato de que níveis sanguíneos anormais de CT, TG, HDL, LDL e VLDL, denominados dislipidemias, estão diretamente associados ao risco cardiometabólico (PRADO ;DANTAS,

2002; REN et al., 2010; MANN;BEEDIE ;JIMENEZ, 2014), favorecendo o desenvolvimento de placas de ateroma e aterosclerose (FRAJACOMO et al., 2012), além de doença arterial coronariana e disfunção endotelial (LEE et al., 2013).

O exercício físico melhora o perfil lipídico e exerce efeito positivo sobre as células endoteliais e vasos sanguíneos, atuando na redução ou na prevenção do progresso da aterosclerose (HYO-CHEOL ;TAG, 2014), reduzindo o risco cardiometabólico (PAOLI et al., 2013).

Os valores de referência para diagnóstico de dislipidemia em indivíduos com faixa etária compatível à dos participantes deste estudo são: CT \leq 200 mg/dL, TG \leq 150 mg/dL, HDL $>$ 40 mg/dL, LDL \leq 130, e VLDL \leq 30 mg/dL (EXPERT PANEL ON DETECTION, 2001; SBC, 2013). Portanto, todas as variáveis relacionadas ao perfil lipídico encontram-se dentro da faixa de normalidade, exceto o HDL com valores limítrofes aos considerados normais.

Entretanto, para Vijayaraghavan (VIJAYARAGHAVAN, 2010) e Tonkin et al. (TONKIN ;BYRNES, 2014), níveis elevados de LDL representam o maior fator de risco, relacionado ao perfil lipídico, para o desenvolvimento de enfermidades cardiometabólicas, sendo sua redução o maior foco no tratamento da dislipidemia. Dessa forma, pode-se inferir que os indivíduos participantes desta investigação apresentam baixo risco cardiometabólico relacionado à dislipidemias, aterosclerose e doença endotelial.

Quanto às enzimas hepáticas GGT, ALT e AST, os participantes do estudo apresentaram valores dentro da faixa de referência para o sexo masculino de 0-60 U/L, 0-40 U/L e 0-45 U/L respectivamente para as enzimas mencionadas. Tal fato pode ser considerado como positivo visto que níveis elevados das enzimas hepáticas relacionam-se risco elevado para o desenvolvimento de enfermidades e mortalidade por todas as causas (RUHL ;EVERHART, 2009), dentre as quais destacam-se as doenças cardiometabólicas como as dislipidemias e o diabetes do tipo II (NIEMELÄ ;ALATALO, 2013; KUNUTSOR, S.;APEKEY, T. ;KHAN, H., 2014; UEMURA et al., 2014).

Além da identificação do perfil dos parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas, o objetivo específico 1 do presente estudo também consistiu em analisar a correlação entre estas variáveis e a composição corporal e o condicionamento cardiorrespiratório, visto o papel desempenhado por tais fatores na saúde cardiometabólica dos indivíduos.

Foi possível observar que, apesar da relação descrita pela literatura entre as variáveis analisadas, não houve correlação de qualquer parâmetro relacionado à composição corporal e condicionamento cardiorrespiratório com os parâmetros bioquímicos GLI, CT, HDL e LDL, bem como com as enzimas hepáticas GGT e AST. Observou-se apenas correlação positiva entre IMC e ALT, e correlação inversa entre %G, TG e VLDL, como também entre MGC, TG e VLDL. Contudo, tais achados são de difícil interpretação.

Na presente investigação o objetivo específico 2 foi caracterizado pela comparação entre os efeitos de distintas modalidades e intensidades de exercício físico sobre parâmetros bioquímicos relacionados à saúde cardiometabólica de adultos praticantes de exercício físico.

Quanto à GLI, observa-se elevação significativa dos níveis desta variável entre o momento *Baseline* e o momento Pós das sessões EAAI, EABI e TC. Além disso, é possível observar que o TC proporcionou elevação de maior magnitude na glicemia. Apesar de apresentar tendência à elevação, o EFAI demonstrou não provocar alteração estatisticamente significativa sobre os níveis glicêmicos.

Além disso, a análise intergrupos não demonstrou diferença significativa em relação à resposta da glicemia para as distintas modalidades e intensidades de exercícios as quais os voluntários foram submetidos.

Álvarez et al. (ÁLVAREZ et al., 2014) observaram em seus resultados que o treinamento concorrente foi capaz de provocar redução na glicemia de jejum de seus voluntários, demonstrando assim que o exercício físico é capaz de exercer efeitos positivos sobre o controle da glicemia. Entretanto, tais resultados foram observados apenas em indivíduos hiperglicêmicos, sem alterações significativas naqueles normoglicêmicos.

Os achados da presente investigação demonstram que os voluntários, também normoglicêmicos, apresentaram elevação da glicemia imediatamente após o exercício. A divergência entre os resultados pode se dar pelo fato de que o estudo supramencionado (ÁLVAREZ et al., 2014) teve duração de oito semanas, em contraste à análise de efeito agudo realizada no presente estudo.

Yardley et al. (YARDLEY et al., 2013), compararam os efeitos agudos entre o exercício aeróbico e o exercício de força sobre a glicemia dos voluntários. Em seus resultados, os autores observaram que independentemente da modalidade executada, os níveis glicêmicos apresentaram-se reduzidos após a sessão de exercícios em comparação com o

momento *baseline*. Entretanto, foi observada queda de maior magnitude em resposta ao exercício aeróbico.

E contraste com tais achados, o presente estudo demonstrou que houve elevação da glicemia dos voluntários após as sessões EABI, EAAI e TC, com aumento mais expressivo após o TC, seguido do EAAI e EABI respectivamente. Apesar de características similares de volume e intensidade utilizados nas modalidades em relação ao presente estudo, os participantes do estudo supramencionado foram diagnosticados como diabéticos do tipo I, enquanto que os voluntários desta investigação não apresentaram alterações na glicemia de jejum, sendo, dessa forma, considerados normoglicêmicos.

Os voluntários do estudo conduzido por Mahdirejei et al. (MAHDIREJEI et al., 2014) apresentaram características de glicemia de jejum elevada, sendo considerados diabéticos do tipo 2. Tais características são distintas em relação aos participantes do presente estudo, considerados normoglicêmicos. Entretanto, após oito semanas de exercício de força com intensidades similares às do EFAI do presente estudo, foi observada redução significativa da glicemia dos voluntários, sem alterações no grupo controle.

Na presente investigação, a sessão de EFAI não proporcionou alterações nos níveis glicêmicos dos participantes. É possível observar que, apesar da mesma modalidade, o contraste em relação aos distintos tempos duração de intervenção, métodos para realização do exercício de força, bem como às características dos voluntários quanto à glicemia de jejum, podem contribuir para a divergência entre os resultados obtidos em detrimento da mesma intensidade utilizada no protocolo de exercícios.

No estudo de Mello et al. (MELLO et al., 2010), os voluntários foram submetidos a um programa de exercícios físicos com características similares de modalidade, volume e intensidade àquelas do EABI da presente investigação, entretanto com duração de 12 semanas. Não houve alteração significativa da glicemia dos voluntários do grupo experimental, elevação naqueles pertencentes ao grupo controle, contudo, sem diferença intergrupos. Na presente investigação a sessão de EABI provocou elevação significativa na glicemia dos participantes verificada imediatamente após uma única sessão de exercício cardiorrespiratório.

O efeito do TC sobre os níveis glicêmicos também foi avaliado pelo estudo de Yardley et al. (YARDLEY et al., 2012). Foram utilizadas duas sequências: exercício aeróbico seguido de exercício de força (AF), e exercício de força seguido de exercício aeróbico (FA). Além da

mesma ordem de execução das modalidades que compõe o TC, a segunda sequência apresenta características de volume e intensidade similares às do presente estudo.

Foi verificado que na primeira sequência (AF), houve redução significativa da glicemia em comparação ao *baseline* após ambas as modalidades, apesar de ocorrer sua elevação durante o exercício de força. Já na segunda sequência (FA), os níveis glicêmicos apresentaram redução significativa em relação ao *baseline*, apenas após o exercício de aeróbico, ou seja, no final da sequência. A análise intergrupos demonstrou resultados mais expressivos do tocante à redução da glicemia para a sessão AF.

A sessão de TC do presente estudo foi composta pela realização de exercício de força e exercício aeróbico respectivamente. Em contraste com os achados do estudo mencionado anteriormente, os resultados desta investigação demonstraram elevação da glicemia. Entretanto, isso ocorreu apenas após o final da sequência, sem diferença significativa após o exercício de força.

É possível observar que as divergências entre os achados da presente investigação e aqueles reportados na literatura provavelmente se devem às características da glicemia dos indivíduos no momento *baseline* de cada estudo (normoglicêmicos/hiperglicêmicos), bem como o tempo de intervenção dos mesmos.

A prática regular de exercícios físicos é capaz de provocar redução dos níveis glicêmicos dos indivíduos (ROSE ;RICHTER, 2005) através da melhora do sistema de controle de regulação das concentrações de glicose no sangue. Entretanto, após as sessões EAAI, EABI e TC do presente estudo, os níveis glicêmicos se apresentaram elevados.

Sim et al. (SIM et al., 2014) também observaram elevação nos níveis glicêmicos de seus voluntários imediatamente após a realização de uma única sessão de exercício aeróbico. Apesar da intensidade ser maior que aquela prescrita no presente estudo, bem como da divergência entre os métodos de treinamento (intervalado vs. contínuo), os resultados em relação aos níveis glicêmicos são similares.

De acordo com Sang-Hoon et al. (SANG-HOON;IL-YOUNG ;JACOBS, 2007), durante o exercício, os níveis de glicose sanguínea podem ser mantidos ou apresentar elevação através do aumento da liberação de glicose dos rins e do fígado na circulação. Isso ocorre visto que os mecanismos centrais ligados ao grau de atividade do centro motor são responsáveis por um aumento na disponibilização de glicose suficiente para exceder sua

captação periférica, resultando em elevação de seus níveis no sangue, tanto durante, como imediatamente após o exercício, explicando o fato observado na presente investigação.

Com base nesses dados, é possível inferir que a redução da glicemia decorrente da prática regular do exercício físico é proveniente de um efeito crônico de aprimoramento na ação dos distintos componentes do sistema de controle glicêmico.

Quanto aos níveis de colesterol total, a prática regular de exercícios é considerada como um importante componente da intervenção não medicamentosa contra a hipercolesterolemia (PRADO ;DANTAS, 2002; SBC, 2013; LEE ;HEO, 2014), visto que níveis elevados de CT podem sinalizar aumento do risco de doença arterial coronariana e, conseqüentemente, do risco cardiometabólico (GUYTON ;HALL, 2011).

Entretanto, os achados do presente estudo demonstram elevação dos níveis sanguíneos dessa variável imediatamente após as sessões de EFAI e TC em comparação ao baseline, sem diferença significativa para as sessões EAAI e EABI.

No estudo conduzido por Koozehchian et al. (KOOZEHCHEAN et al., 2014), os níveis de CT dos voluntários não apresentaram alterações significativas após quatro, oito e 12 semanas de intervenção, independentemente da modalidade praticada (natação ou futebol). Dentre as limitações que poderiam interferir nos resultados obtidos, os autores listam a ausência de uniformização e acompanhamento da ingesta energética diária, e o tempo de intervenção, que pode não ter sido longo o suficiente para promover as alterações positivas previamente descritas pela literatura.

Na presente investigação, houve alteração nos níveis de CT apenas após as sessões EFAI e TC. Dessa forma, a duração da intervenção talvez não seja o único fator influenciador das concentrações sanguíneas desta variável, mas também a modalidade de exercício elegida para a prática.

Paoli et al. (PAOLI et al., 2013) compararam os efeitos de distintas modalidades e intensidades de exercício (circuito de alta intensidade, circuito de baixa intensidade, e exercício aeróbico contínuo de baixa intensidade) sobre alguns fatores de risco cardiovascular, dentre eles, o CT. Após 12 semanas de intervenção, os participantes dos três distintos grupos de exercícios apresentaram redução dos níveis de CT. Entretanto, aqueles pertencentes ao grupo que realizou o exercício em circuito de alta intensidade, demonstraram redução de maior magnitude.

Hyo-Cheol et al. (HYO-CHEOL ;TAG, 2014) também se propuseram investigar os efeitos do exercício físico sobre o perfil lipídico de suas voluntárias. Com esse objetivo, 24 mulheres foram igualmente divididas em um grupo que realizou exercício aeróbico de baixa intensidade durante 10 semanas, e um grupo controle que não praticou nenhum tipo de exercício. Após a intervenção, houve redução significativa nos níveis de CT das participantes do grupo que se exercitou.

Tais achados divergem daqueles obtidos no presente estudo, no qual, houve aumento nas concentrações de CT dos voluntários após EFAI e TC, sem diferença após as sessões EAAI e também EABI, que por sua vez, possuiu características de modalidade e intensidade similares às do estudo mencionado anteriormente.

O estudo conduzido por Álvarez et al. (ÁLVAREZ et al., 2014) teve como objetivo verificar os efeitos do treinamento concorrente sobre os marcadores metabólicos de indivíduos hiperglicêmicos e dislipidêmicos. Após oito semanas, os autores observaram que o protocolo de exercícios composto por aeróbico de alta intensidade combinado com exercício de força provocou redução significativa nos níveis de CT, entretanto, tais resultados foram observados apenas nos indivíduos hipercolesterolêmicos, sem diferença para os hiperglicêmicos ou saudáveis.

No presente estudo, as sessões de EFAI e TC resultaram em elevação dos níveis de CT dos voluntários, sendo esta de maior magnitude após a sessão TC. Os possíveis fatores que poderiam explicar a diferença entre os resultados seriam a duração da intervenção, as características dos protocolos de TC, e os níveis de CT dos sujeitos no momento Baseline de ambos os estudos.

Mahdirejei et al. (MAHDIREJEI et al., 2014) conduziram uma investigação cujo objetivo foi verificar os efeitos do exercício físico sobre parâmetros metabólicos de diabéticos do tipo II. Após oito semanas de treinamento de força composto por 10 exercícios, com intensidade entre 50% e 80%, repetições variando entre 8 e 15, e realizado durante três vezes por semana, os autores não observaram alterações significativas para os níveis de CT dos voluntários tanto pertencentes ao grupo experimental quanto nos do grupo controle. Após as sessões EFAI e TC do presente estudo foi observada elevação nos níveis de CT dos voluntários, divergindo assim dos achados supramencionados.

Com objetivo de investigar os efeitos do exercício de força de alta intensidade sobre o perfil lipídico, Frajacomó et al. (FRAJACOMO et al., 2012) dividiram sua amostra de

hamsters com hipercolesterolêmicos em grupos: sedentários + dieta padrão (SS), sedentários + dieta enriquecida de colesterol (SC), exercício + dieta padrão (ES), e exercício + dieta enriquecida de colesterol (EC).

Após cinco semanas de exercício caracterizado por sessões de 10 saltos na água com sobrecarga fixada ao peito, com intervalo de 30 segundos entre os mesmos, durante cinco dias por semana, os autores observaram aumento nos níveis de CT nos *hamsters* de todos os grupos, entretanto, naqueles pertencentes ao grupo EC em relação ao grupo ES, observou-se diferença significativa.

O presente estudo demonstrou que após as sessões EFAI e TC houve elevação significativa nos níveis de CT. Após a análise intergrupos, houve diferença entre as sessões TC e EAAI, com maior elevação após a sessão TC. Além de haver sido realizado com animais, do fato de haver diferença entre os níveis de CT no momento *baseline* dos estudos, e das características e da duração do exercício, e da intervenção nutricional, os resultados da presente investigação convergem com aqueles obtidos no estudo mencionado anteriormente, no qual os níveis de CT também se elevaram após a intervenção.

Quanto aos triglicerídeos plasmáticos, estes também compõe o perfil lipídico, sendo derivados de dietas inadequadas ricas em gorduras, e seu excesso é positivamente associado à doença cardiovascular (MANN;BEEDIE ;JIMENEZ, 2014). O exercício físico regular pode provocar redução dos triglicerídeos, apresentando, assim, efeitos positivos sobre a prevenção e o tratamento da aterosclerose (PRADO ;DANTAS, 2002; LEE ;HEO, 2014).

Entretanto, na presente investigação, não houve alterações estatisticamente significativas entre o momento *baseline* e o momento pós de todas as sessões de exercício para os níveis de TG. Além disso, também não foram observadas mudanças significativas após a análise intergrupos.

Hansen et al. (HANSEN et al., 2011) compararam os efeitos de distintas estratégias de exercício, aeróbico e treinamento concorrente, sobre alguns parâmetros, dentre estes os níveis sanguíneos de TG. Os indivíduos alocados no grupo de exercício aeróbico realizaram sessões de 40 minutos, com intensidade de 65% do VO₂máx, três vezes por semana, durante 6 semanas. Já os participantes do grupo TC, realizaram os mesmos procedimentos do grupo descrito anteriormente, além de exercícios de força para membros inferiores, com intensidade de 65% de 1RM, duas séries, trinta segundos de intervalo entre as séries, e repetições variando entre 12 e 20 (12 nas semanas 1 e 2, 15 nas semanas 3 e 4, e 20 nas semanas 5 e 6).

Os autores não observaram qualquer alteração nos níveis de TG após as seis semanas de intervenção. Isso pôde ser observado tanto para análise intragrupo como para a análise intergrupo. Tais achados estão de acordo com aqueles obtidos no presente estudo, apesar da divergência em relação à duração da intervenção e a intensidade utilizada nas sessões de TC. Contudo, houve similaridade em relação à intensidade utilizada para a sessão EABI.

A investigação conduzida por Paoli et al. (PAOLI et al., 2013) resultou em redução significativa dos níveis de TG após análise intra e intergrupos em indivíduos que realizaram exercício aeróbico de baixa intensidade através do método contínuo, exercício em circuito de alta intensidade e exercício em circuito de baixa intensidade durante 12 semanas, em sessões de 50 minutos realizadas três vezes por semana.

Diferentemente dos resultados supramencionados, no presente estudo não foram observadas alterações significativas nos níveis de TG entre o momento *baseline* e o momento pós de cada uma das sessões de exercício, bem como após análise entre cada uma das sessões. As características das modalidades prescritas e a duração da intervenção poderiam explicar a divergência em relação aos resultados referentes aos níveis de TG.

Hyo-Cheol et al. (HYO-CHEOL ;TAG, 2014) conduziram um estudo cujo objetivo foi verificar o efeito de 10 semanas de exercício aeróbico de baixa intensidade sobre o perfil lipídico de mulheres. Para tal, elas foram igual e randomicamente divididas em grupo experimental e grupo controle. Após o período de intervenção, foi possível observar redução significativa nos níveis de TG apenas no grupo experimental (de $157,3 \pm 6,9$ mg/dL para $135,9 \pm 9,2$ mg/dL). O grupo controle, que não praticou nenhum tipo de exercício físico, não demonstrou alteração significativa nos níveis de TG (pré = $154,9 \pm 8,2$ mg/dL; pós = $158,7 \pm 9,1$ mg/dL).

Em contraste com os resultados referentes ao grupo experimental do estudo acima referido, não foi possível observar alterações significativas sobre as concentrações sanguíneas de TG dos voluntários após nenhuma das sessões de exercício que compuseram o presente estudo. Tal fato pode ser observado tanto após a análise intragrupos quanto após a análise intergrupos.

Koozehchian et al. (KOOZEHCHIAN et al., 2014) não observaram alterações nos níveis de TG de adolescentes submetidos a distintos programas de treinamento com duração de três meses. Tais resultados puderam ser observados nos participantes dos dois grupos experimentais: natação (pré = $85,14 \pm 23,86$ mg/dL vs. pós = $82,21 \pm 20,99$ mg/dL) e futebol

(pré = $73,85 \pm 25,15$ mg/dL vs. Pós = $66,38 \pm 19,15$ mg/dL); bem como naqueles pertencentes ao grupo controle: sem prática de exercícios (pré = $66,93 \pm 15,07$ mg/dL vs. Pós = $69,00 \pm 15,08$ mg/dL).

Apesar das diferenças entre a faixa etária dos voluntários, a duração do período de intervenção, bem como das modalidades utilizadas, os níveis de TG apresentaram respostas semelhantes na presente investigação, na qual não foi observada diferença significativa para as concentrações da variável após nenhuma das sessões de exercício físico que compuseram o estudo.

Com objetivo de investigar os efeitos do exercício de força de alta intensidade sobre o perfil lipídico, Frajacomó et al. (FRAJACOMO et al., 2012) dividiu sua amostra de *hamsters* com hipercolesterolêmicos em grupos: sedentários + dieta padrão (SS), sedentários + dieta enriquecida de colesterol (SC), exercício + dieta padrão (ES), e exercício + dieta enriquecida de colesterol (EC).

As sessões de exercício foram compostas por 10 saltos na água com sobrecarga fixada ao peito, com intervalo de 30 segundos entre os mesmos, durante cinco dias por semana, realizadas durante cinco semanas. Foi observado que no grupo ES os valores referentes aos níveis de TG se mostraram reduzidos (sem significância estatística) em relação ao grupo SS. Além disso, apesar da realização do exercício, houve elevação significativa nos níveis de TG no grupo EC.

No presente estudo, apesar de não ter sido observada significância estatística, foi possível observar tendência à elevação das concentrações de TG imediatamente após cada sessão de exercício, sendo esta de maior expressão após a sessão EABI.

Durante o exercício de menor intensidade, os lipídios podem contribuir com aproximadamente 80% da energia necessária. Isso ocorre porque uma pequena redução na glicemia, com subsequente redução da produção de insulina e aumento na produção de glucagon, provoca redução no metabolismo da glicose e estimula a liberação e oxidação lipídica (POWERS ;HOWLEY, 2009).

Em condições normais os TG sanguíneos fornecem apenas uma pequena proporção de ácidos graxos livres para serem utilizados como substrato energético durante o exercício. No entanto, para que as reservas oxidadas durante o exercício sejam reabastecidas, os TG são particularmente importantes (MAUGHAN;GLEESON ;GREENHAFF, 2000).

Por esse ponto, a pequena elevação nos níveis de TG imediatamente após a sessão de EABI pode ser observada como normal, principalmente sob a ótica das características de volume e intensidade da referida sessão.

As lipoproteínas permitem a solubilização e o transporte dos lipídios, que são substâncias geralmente hidrofóbicas, no meio aquoso plasmático. Existem quatro grandes classes de lipoproteínas separadas em dois grupos: (1) as ricas em TG, maiores e menos densas, representadas pelos quilomícrons, de origem intestinal, e pelas lipoproteínas de densidade muito baixa ou *very low density lipoprotein* (VLDL), de origem hepática; e (2) as ricas em colesterol, incluindo as de densidade baixa ou *low density lipoprotein* (LDL) e as de densidade alta ou *high density lipoprotein* (HDL)(SBC, 2013).

Após as sessões de exercício realizadas no presente estudo, observou-se elevação dos níveis de HDL em resposta ao TC, sem diferença significativa para as demais sessões. Além disso, houve aumento dos níveis de LDL apenas em resposta à sessão EFAI. Já os níveis de VLDL não sofreram alterações significativas após nenhuma das sessões de exercício.

Paoli et al. (PAOLI et al., 2013), ao compararem os efeitos de exercício em circuito de alta intensidade, circuito de baixa intensidade, e exercício aeróbico contínuo de baixa intensidade sobre alguns parâmetros, dentre eles, os níveis das lipoproteínas, observaram que o exercício em circuito de alta intensidade proporcionou elevação significativa nos níveis de HDL e redução nos níveis de LDL após 12 semanas de intervenção. Os níveis de VLDL não foram mensurados.

Na presente investigação, os níveis de HDL demonstraram aumento após a sessão TC, apesar de apenas uma única sessão, sem diferença para as demais sessões. Além disso, os níveis de LDL apresentaram aumento após a sessão EFAI. Tal fato faz surgir a hipótese de que os efeitos positivos do exercício físico sobre os níveis das lipoproteínas são dependentes de fatores como o tempo de intervenção, a modalidade e a intensidade do exercício.

Sheikholeslami et al. (SHEIKHOLESAMI et al., 2011) examinaram os efeitos de distintas intensidades de exercício de força sobre o perfil lipídico de indivíduos do sexo masculino. Após seis semanas de treinamento, realizado três vezes por semana, com intensidades moderada (45% - 55% de 1RM) e alta (80% - 90% de 1RM), observou-se redução significativa dos níveis de LDL em ambos os grupos. Entretanto, o grupo que realizou o exercício com intensidade alta, os resultados foram mais expressivos.

Quanto aos níveis de HDL, apenas o grupo que treinou em intensidade alta, apresentou aumento significativo após o período de intervenção. No presente estudo, apesar de apresentar curta duração, os níveis de HDL apresentaram aumento significativo após a sessão de TC. Não houve alterações significativas em relação aos níveis de HDL para nenhuma das outras sessões de exercício. Contudo, os níveis de LDL se mostraram elevados após a sessão EFAI.

O estudo de Pattyn et al. (PATTYN et al., 2013) comparou distintos métodos de exercício aeróbico sobre fatores de risco cardiovascular. Os indivíduos foram divididos em um grupo que realizou 150 minutos de exercício aeróbico contínuo por semana, com intensidade de 65% do VO_2 máx, durante 12 semanas. O segundo grupo realizou 40 minutos de exercício aeróbico intervalado por semana, com intensidade acima de 95% da frequência cardíaca, durante as mesmas 12 semanas.

Não foram observadas diferenças significativas tanto para os níveis de HDL quanto para as concentrações de LDL em ambos os grupos que compuseram o experimento. No presente estudo, após a análise intragrupos, foi possível observar aumento significativo das variáveis HDL e LDL apenas em resposta às sessões de TC e EFAI respectivamente, sem qualquer alteração intra ou intergrupos para as demais sessões de exercício.

Banz et al. (BANZ et al., 2003) compararam os efeitos de exercício aeróbico de força realizados durante 10 semanas sobre fatores de risco cardiovasculares, dentre os quais encontram-se as concentrações de HDL e LDL. Após realizarem os distintos programas de exercício, os voluntários de ambos os grupos não demonstraram alterações nos níveis de LDL. Quanto às concentrações de HDL, houve aumento de 13% apenas nos indivíduos alocados no grupo de exercício aeróbico. No presente estudo, os níveis de LDL apresentaram elevação após uma única sessão de EFAI, sem alteração para as demais sessões. Em relação aos níveis de HDL, uma única sessão de TC proporcionou aumento significativo nos valores da variável.

A investigação realizada por Fett et al. (FETT;FETT ;MARCHINI, 2009) teve como objetivo comparar os efeitos do exercício de força com aqueles proporcionados pelo exercício aeróbico, conhecido como *jogging* sobre fatores de risco metabólicos em mulheres com sobrepeso e obesidade.

O grupo de exercício de força foi composto por 14 mulheres, e o grupo de *jogging* por 12 mulheres. Ambos os protocolos de exercício foram executados durante oito semanas da seguinte forma: cada sessão de *jogging* teve duração de 45 minutos com intensidade entre 70% e 80% da FC de reserva, e frequência semanal de três dias no primeiro mês e quatro dias

no segundo; já o exercício de força, contou com as mesmas características de frequência semanal, 15 estações de exercício com pesos em forma de circuito, com aproximadamente 10 a 20 repetições por exercício.

Após a intervenção, houve redução nos níveis de HDL em ambos os grupos, contudo, sem significância estatística. Os níveis de LDL apresentaram redução significativa no grupo exercício de força comparado ao grupo *Jogging*. No presente estudo, houve aumento significativo nos níveis de HDL apenas após a sessão TC, e aumento nos níveis de LDL após a sessão EFAI. Nenhuma das sessões de exercício aeróbico (EABI e EAAI) proporcionou qualquer alteração nos níveis das lipoproteínas analisadas.

As alterações benéficas nos níveis séricos das lipoproteínas ocasionadas pela prática de exercícios físicos podem ser explicadas pelo melhor funcionamento dos processos enzimáticos envolvidos no metabolismo lipídico, formando assim menos partículas aterogênicas (LDL) e elevando a produção de HDL (DANTAS, 2005). Entretanto, a duração do programa e as características de volume, intensidade e da modalidade realizada, parecem exercer influência direta nos resultados.

O objetivo específico 3 da presente investigação foi comparar os efeitos de distintas modalidades e intensidades de exercício físico sobre os níveis das enzimas hepáticas GGT, ALT e AST de adultos praticantes de exercício físico.

Tais enzimas são usualmente observadas como marcadores de disfunção hepática, mas que apresentam associação positiva com o desenvolvimento de aterosclerose e risco cardiometabólico (EMDIN; POMPELLA ; PAOLICCHI, 2005), independentemente dos fatores de risco tradicionais (UEMURA et al., 2014). A elevação dos níveis das enzimas hepáticas GGT, ALT e AST relaciona-se ao aumento do risco principalmente pelas consequências da doença gordurosa hepática não alcoólica.

Os resultados demonstram que as distintas modalidades e intensidades utilizadas no protocolo experimental do presente estudo, não foram suficientes para proporcionar alterações significativas das enzimas investigadas. Tal fato pode ser observado tanto após análise intragrupos quanto para análise intergrupos.

Al-Jiffri et al. (AL-JIFFRI et al., 2013) observaram redução significativa nas enzimas GGT, ALT e AST de seus voluntários após 36 sessões de exercício cardiorrespiratório realizado durante três meses em esteira rolante com duração de 40 minutos e intensidade entre 65% e 75% da frequência cardíaca máxima. Além do exercício, os participantes foram

submetidos à dieta hipocalórica. Os autores atribuem seus resultados à redução de 15% no IMC dos indivíduos, que melhorou o perfil das enzimas hepáticas e outros fatores de risco cardiometabólico.

Pelo fato de não ser uma das variáveis dependentes do presente estudo, o IMC não foi mensurado após cada sessão de exercícios. Entretanto, possivelmente por ser uma intervenção de curta duração, não houve alteração desse parâmetro. Além disso, os voluntários apresentaram classificação de “peso normal”. Tais informações fazer surgir a hipótese de que alterações nas enzimas hepáticas e também no IMC são dependentes de intervenções de maior duração, característica não apresentada pelo presente estudo.

O estudo de Carrilo et al. (CARRILLO et al., 2012) buscou examinar os efeitos da suplementação de vitamina D e do exercício de força realizado três vezes por semana, durante 12 semanas, com volume de oito exercícios, intensidade entre 70% e 80% de 1RM com 8 repetições executadas na primeira das três séries e repetições executadas até a exaustão nas demais séries sobre alguns biomarcadores, dentre estes a ALT. Um de seus grupos recebeu placebo e realizou apenas as sessões de exercício.

Após a intervenção, não foram observadas diferenças intra ou intergrupos para os níveis de ALT. Apesar da diferença no tempo da intervenção, o presente estudo observou resultados semelhantes em relação aos níveis de ALT tanto para a sessão EFAI, quanto para as demais sessões de exercício.

Slentz et al. (SLENTZ et al., 2011), em intervenção com características semelhantes as do presente estudo em relação as modalidades utilizadas na intervenção, buscaram examinar os efeitos das distintas modalidades de exercício sobre a gordura visceral e hepática, resistência à insulina e as concentrações das enzimas hepáticas ALT e AST.

Os indivíduos foram divididos em três grupos: exercício aeróbico, exercício de força e treinamento concorrente. Após oito meses de intervenção, não foram observadas diferenças intra ou intergrupos para os níveis de AST, com redução significativa nos níveis de ALT apenas nos grupos exercício aeróbico e treinamento concorrente.

Após a intervenção do presente estudo, apesar de características semelhantes em relação às modalidades utilizadas, contudo de curta duração, os resultados foram semelhantes para os níveis de AST, mas divergentes quanto às concentrações de ALT.

A investigação conduzida por Wang et al. (WANG et al., 2008) objetivou verificar se alterações no estilo de vida poderiam melhorar o quadro de doença gordurosa não alcoólica de

adolescentes chineses. Dentre as variáveis analisadas antes e após a intervenção encontram-se as enzimas hepáticas ALT e AST.

Os adolescentes alocados no grupo de modificação no estilo de vida participaram de um acampamento de verão, sem a presença dos pais, durante um mês, no qual realizaram três horas por dia de exercício aeróbico dividido em dois turnos iguais e dieta hipocalórica. Os voluntários, além das sessões de exercício aeróbico, eram livres para jogar basquete, tênis de mesa e praticar natação. Os resultados demonstraram redução significativa para as enzimas hepáticas analisadas.

No presente estudo, independentemente da modalidade ou intensidade da sessão de exercício físico, não houve alterações significativas nos níveis das enzimas hepáticas, sugerindo que a duração da intervenção pode exercer um papel importante na modificação das concentrações enzimáticas.

Larson-Mayer et al. (LARSON-MAYER et al., 2008) conduziram uma investigação com objetivo de verificar os efeitos da restrição calórica, do exercício físico associado à restrição calórica, e da dieta hipocalórica sobre alguns biomarcadores hepáticos, dentre eles os níveis de ALT. Aos indivíduos alocados no grupo exercício físico associado à restrição calórica, foi solicitado um aumento no dispêndio energético de aproximadamente 12,5% através da participação em exercício estruturado (caminhada, corrida ou bicicleta ergométrica) durante cinco vezes por semana, das quais três eram supervisionadas. Os autores não mencionam a intensidade na qual as sessões de exercício foram realizadas.

Seus resultados demonstram que houve redução significativa dos níveis de ALT na análise intragrupos, sem qualquer diferença para análise intergrupos, inclusive em comparação ao grupo controle. Tais achados divergem dos resultados do presente estudo, visto que neste não houve diferença significativa nos níveis de ALT ou dos outros biomarcadores hepáticos após as sessões de exercício físico, independentemente da modalidade ou da intensidade.

O estudo de Fealy et al. (FEALY et al., 2012) examinou os efeitos de um programa de curta duração de exercícios físicos sobre as concentrações de biomarcadores hepáticos, dentre os quais encontravam-se as enzimas ALT e AST. O programa de exercícios consistiu em caminhada em esteira durante 60 minutos, com intensidade de aproximadamente 80% - 85% da frequência cardíaca máxima, por sete dias consecutivos.

Apesar de não haver ocorrido qualquer alteração na composição corporal, houve redução significativa nos níveis de ALT após a intervenção, sem qualquer alteração para os níveis de AST. Tais achados são similares àqueles obtidos na presente investigação quando se trata dos níveis de AST e da composição corporal, as quais não apresentaram diferenças no momento pós intervenção do presente estudo. Entretanto, divergem em relação aos níveis de ALT que não apresentaram alterações para análise intra ou intergrupos.

El-Kader et al. (EL-KADER;AL-JIFFRI ;AL-SHREEF, 2014b) investigaram o comportamento dos níveis de biomarcadores hepáticos antes e após três meses de exercício aeróbico e de força realizados três vezes por semana. Dentre as variáveis dependentes, os níveis de ALT e AST foram analisados.

O grupo exercício aeróbico realizou caminhada em esteira com volume total de 40 minutos e intensidade entre 60% e 70% da frequência cardíaca máxima nas duas primeiras semanas, e 70% a 80% da terceira até a décima segunda semana. O grupo treinamento de força realizou oito exercícios com 3 séries de 8-12 repetições, com um minuto de intervalo entre as séries, e intensidade entre 60% e 80% de 1RM.

Tanto o grupo exercício aeróbico como o grupo exercício de força apresentaram redução significativa nos níveis das enzimas ALT e AST após a intervenção. Entretanto, após a análise intergrupos, foi observada diferença com os resultados do exercício aeróbico sendo mais expressivos.

Na presente investigação, apesar da similaridade entre as modalidades e intensidades das sessões EABI e EFAI, não foram observadas alterações significativas entre os níveis de ALT e AST tanto após a análise intragrupos como após a análise intergrupos.

O objetivo geral do presente estudo foi caracterizado por analisar a associação produzida pelos efeitos das distintas modalidades e intensidades de exercício físico sobre parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas relacionadas à saúde cardiometabólica de adultos praticantes de exercício físico.

Observou-se correlação significativa entre as variáveis CT e LDL após todas as sessões que compuseram o estudo. A literatura relata a relação entre estas variáveis.

As LDLs fazem parte das vias metabólicas das lipoproteínas ricas em colesterol. Elas permanecem por mais tempo no compartimento vascular e são responsáveis pela distribuição do colesterol para os tecidos extra-hepáticos (CURI et al., 2002). Além disso, a captação das

LDLs regula a concentração plasmática e intracelular de colesterol (BROWN ;GOLDSTEIN, 1986).

A partícula de LDL representa dois terços do conteúdo de colesterol no plasma, sendo a principal fonte de colesterol para os tecidos extra-hepáticos. Por sua vez, a entrada de colesterol nas células ocorre essencialmente pela internalização das LDLs circulantes após sua ligação com receptores específicos de membrana. Concentrações elevadas de colesterol plasmático aumentam o tempo da LDL na circulação, aumentando também a probabilidade de que seus conteúdos lipídicos venham a ser oxidados (CURI et al., 2002).

Tal mecanismo de controle é observado como importante sob o ponto de vista de que indivíduos com deficiência nos receptores de LDL apresentam aumento significativo da concentração plasmática de colesterol, elevando assim o risco cardiometabólico (GOLDSTEIN;HOBBS ;BROWN, 1995).

Também foi observada correlação significativa entre as variáveis TG e VLDL após todas as sessões que compuseram a intervenção do presente estudo. De acordo com Mann et al. (MANN;BEEDIE ;JIMENEZ, 2014) e Tonkin et al. (TONKIN ;BYRNES, 2014), as lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), apresentam correlação positiva com os triglicerídeos (TG) e com risco cardiovascular. Isso pode ser observado no presente estudo, no qual estas variáveis apresentaram correlação significativa após todas as sessões de exercício.

As VLDL são essencialmente formadas no fígado e exercem papel fundamental no transporte endógeno de ácidos graxos sob a forma de TG. Nos tecidos periféricos, os TG das VLDL são hidrolisados por uma enzima denominada lipase lipoproteica (CURI et al., 2002; SBC, 2013). Além do aspecto fisiológico mencionado, outro fator que pode explicar tal correlação é o fato de que a obtenção dos valores referentes aos níveis de VLDL é realizada através da divisão dos valores da concentração de TG por cinco (FRIEDEWALD;LEVY ;FREDRICKSON, 1972).

Cabe abordar a correlação observada entre as variáveis GLI e AST, entre HDL e GGT, e entre AST e ALT observada apenas após EAAI.

O fígado desempenha um importante papel na homeostase dos níveis de glicose sanguínea visto que é o sítio de produção de glicogênio e degradação de insulina. Além disso, produz enzimas relacionadas à função hepática e fatores de risco cardiometabólico, como a diabetes do tipo II (VOZAROVA et al., 2002; QIN et al., 2014; SUN-HYE et al., 2015).

A relação positiva entre os níveis glicêmicos e os níveis de AST foi reportada por Qin et al. (QIN et al., 2014), ao afirmarem que estratégias para manutenção de boa função hepática e bons níveis das enzimas produzidas pelo fígado podem prevenir o desenvolvimento de doenças cardiometabólicas, especialmente o diabetes do tipo II e a doença gordurosa hepática não alcoólica.

Para Sun-Hye et al. (SUN-HYE et al., 2015), a correlação positiva entre os níveis de GLI e AST, como observado no presente estudo, se estabelece a partir do fato de que níveis elevados de enzimas hepáticas como a AST estão associados com disfunção hepática, que implicará em mal funcionamento do órgão, aumentando o risco de diabetes do tipo II.

De acordo com Vozarova et al. (VOZAROVA et al., 2002), a AST é menos específica que outras enzimas hepáticas como a ALT em relação à sua ação como biomarcador de saúde hepática pelo fato de não ser produzida apenas pelo fígado. Entretanto, os autores relatam que, apesar do mencionado, o depósito excessivo de gordura no fígado provoca elevação das concentrações das enzimas por ele produzidas, aumentando o risco de resistência à insulina, e diabetes do tipo II.

Diferentemente do que foi reportado por outros autores, bem como do observado na presente investigação, Guzzaloni et al. (GUZZALONI et al., 2000) não observaram qualquer associação entre os níveis e o metabolismo da glicose e os níveis de AST. O mesmo foi descrito por Sanyal et al. (SANYAL et al., 2015), os quais não encontraram associação entre os níveis de glicose e os de AST, embora tenha sido observada entre a glicose e GGT e ALT.

Após a realização da sessão EAAI do presente estudo, foi possível observar que, apesar do fato da análise intragrupos demonstrar elevação apenas para os níveis de glicose, houve correlação entre os níveis de glicose e da enzima hepática AST. Pelo fato do fígado atuar de forma efetiva no metabolismo dos carboidratos, e na regulação nos níveis glicêmicos, a associação observada entre as variáveis se apresenta como dentro da expectativa, visto que os voluntários aparentemente apresentam boa função hepática e bom controle glicêmico demonstrado pelos níveis normais das variáveis GLI e AST.

Além da associação observada entre os níveis de GLI e AST, também houve correlação entre os níveis de HDL e GGT após a sessão EAAI.

A associação entre os níveis de HDL e GGT pode ser explicada pelo fato de ambos serem produzidos pelo tecido hepático (DÂMASO, 2012; SBC, 2013). Além disso, Yamada et al. (YAMADA et al., 2006) demonstraram em seus resultados que seus voluntários com

níveis elevados de GGT apresentam níveis de HDL mais baixos que aqueles com as concentrações de GGT em níveis normais. No momento *baseline* do presente estudo, os níveis de GGT dos participantes puderam ser considerados normais, enquanto que os níveis de HDL encontraram-se no limite da normalidade.

A investigação de Sanyal et al. (SANYAL et al., 2015) observou, assim como no presente estudo, que existe correlação positiva entre os níveis de HDL e as concentrações de GGT. Contudo, o estudo conduzido por Onat et al. (ONAT et al., 2012) apontou não haver correlação significativa entre as variáveis.

Após a sessão de EAAI, embora sem significância estatística, foi observada tendência à redução nos níveis de GGT e tendência à elevação nos níveis de HDL. De acordo com os resultados, a correlação observada após esta sessão de exercício pode indicar melhora no perfil cardiometabólico e de função hepática dos indivíduos.

Fraser et al. (FRASER et al., 2007) afirmam em seu estudo que os níveis elevados de GGT podem refletir que processos biológicos, estilo de vida ou comportamento sedentário estejam associados com doenças cardiovasculares. Assim, é possível que baixos níveis de HDL, aumentando o risco de desenvolvimento de dislipidemia e aterosclerose, estejam positivamente associados com altos níveis de GGT.

Na mesma linha, Franzini et al. (FRANZINI et al., 2009) apontam a relação entre os níveis de GGT e o risco de aterosclerose, visto que lesões ateroscleróticas contém moléculas de GGT ativas, que podem estimular o surgimento de espécies pré-oxidantes contribuindo para a progressão da doença.

A sessão EAAI do presente estudo proporcionou elevação dos níveis de HDL, e manutenção dos níveis de GGT. A associação observada entre as variáveis após esta sessão de exercício sugere redução do risco cardiometabólico relacionado à dislipidemia e ao surgimento de placas de ateroma.

Além dos efeitos discutidos anteriormente, após a sessão EAAI desta investigação também foi possível observar associação entre as concentrações das enzimas AST e ALT. Cabe ressaltar que, embora não tenha sido observada diferença estatisticamente significativa após análise intragrupos para os níveis de ALT e AST em nenhuma das sessões, houve tendência à elevação nos níveis das variáveis, exceto após EAAI que foi a única sessão de exercício que resultou em tendência à redução dos níveis.

De certo modo, a correlação entre os níveis das enzimas AST e ALT observada após a sessão de EAAI pode ser considerada como dentro das expectativas, visto que além de ambas serem oriundas prioritariamente do tecido hepático, este órgão encontra-se intimamente envolvido nos processos bioquímicos característicos de sessões de exercício com volume e intensidade similares aos da EAAI, como por exemplo, o metabolismo glicolítico.

Para Skoonian et al. (SOOKOIAN ;PIROLA, 2012), a associação entre os níveis de AST e ALT pode ser observada a partir do fato de que, quando as concentrações destas enzimas encontram-se alteradas, o risco para o desenvolvimento de doenças relacionadas à função hepática é aumentado.

Slentz et al. (SLENTZ et al., 2011) não observaram qualquer alteração sobre os níveis de AST após intervenção de dez semanas, independentemente da modalidade praticada (aeróbico, força ou concorrente). O mesmo não foi observado quanto aos níveis de ALT, os quais demonstraram redução significativa após o exercício aeróbico e o treinamento concorrente. A associação entre as variáveis, diferentemente do presente estudo, não foi observada.

Os achados de Porter et al. (PORTER et al., 2013) demonstram que, apesar da correlação entre AST e ALT e similar sítio de produção, os níveis de ALT apresentam maior associação com o risco cardiometabólico do que os de AST. A associação entre AST e ALT, bem como a reduzida associação entre AST e risco cardiometabólico também foi observada por Kunustor et al. (KUNUTSOR, S. K.;APEKEY, T. A. ;KHAN, H., 2014), os quais afirmam que apenas os níveis de ALT são associados a doença coronariana e infarto.

Yamada et al. (YAMADA et al., 2006) apontam que níveis elevados das enzimas hepáticas são biomarcadores de estresse oxidativo e inflamação sistêmica independentemente de ocorrência de síndrome metabólica. Entretanto, a presença de síndrome metabólica em associação com níveis elevados de enzimas hepáticas relaciona-se com pior estado aterogênico.

Os voluntários do presente estudo não se caracterizam como portadores de síndrome metabólica e apresentaram níveis normais das enzimas hepáticas, mesmo com ligeiro aumento após as sessões e correlação entre AST e ALT após EAAI. Tal fato pode refletir que a prática habitual de exercícios físicos relaciona-se com boa saúde e boa função hepática.

Em adição aos dados anteriormente mencionados, também foi possível observar correlação inversa entre as concentrações de HDL e ALT. Tal efeito foi observado apenas

após EFAI e TC. O estudo de Yamada et al. (YAMADA et al., 2006) demonstrou níveis mais altos de HDL em indivíduos com ALT em níveis normais. Já naqueles com níveis elevados de ALT, os níveis de HDL se apresentavam mais baixos.

A investigação realizada por Sanyal et al. (SANYAL et al., 2015) demonstrou que os níveis de ALT apresentaram correlação significativa com as concentrações de HDL. No presente estudo a sessão de TC resultou em elevação das concentrações de HDL, sem significância para os níveis de ALT após a análise intragrupos. Apesar de tal fato, a correlação inversa observada entre as variáveis, principalmente após TC, sugere melhora no perfil de risco cardiometabólico.

V - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 – Conclusões

O presente estudo rejeita a H_0 , visto que houve associação significativa entre as variáveis analisadas após distintas modalidades e intensidades de exercício físico. Com base nos dados obtidos e apresentados, respeitando-se as limitações impostas pelo método e pelas restrições observadas em função do tamanho da amostra utilizado, é possível que as seguintes conclusões sejam tiradas:

- a prática regular de exercícios físicos é capaz de proporcionar boa composição corporal e bom condicionamento cardiorrespiratório, além de perfil bioquímico sanguíneo adequado. Tal fato reflete a importância da manutenção de um estilo de vida fisicamente ativo sobre o controle dos fatores de risco relacionados à saúde cardiometabólica;

- a melhora no perfil de risco cardiometabólico, observada através da redução dos níveis de parâmetros bioquímicos como GLI, CT, TG, LDL e VLDL, e de enzimas hepáticas como GGT, ALT e AST, provavelmente ocorre como resposta ao efeito crônico do exercício físico, visto que houve manutenção ou mesmo elevação de suas concentrações após as sessões de exercício que compuseram o presente estudo. Exceto para HDL, que apresentou aumento após todas as sessões de exercícios independentemente da modalidade, mas com elevação de maior magnitude após a sessão de TC;

- aparentemente, além de maior tempo de intervenção, para que os efeitos benéficos do exercício sobre os parâmetros bioquímicos e as enzimas hepáticas analisadas sejam observados, os valores das referidas variáveis necessitam apresentar-se alterados no início das atividades;

- a associação entre HDL e as enzimas hepáticas demonstra a importância do exercício físico para controle do risco cardiometabólico e da saúde hepática relacionada a tais variáveis.

- o TC parece ser a modalidade mais indicada quando o objetivo do programa de exercícios físicos for a prevenção ou a redução do risco para o desenvolvimento de doenças cardiometabólicas, sendo a modalidade que produziu efeitos sobre o maior número de

variáveis analisadas. Assim, a referida estratégia de treinamento deveria receber a preferência na prescrição dos profissionais de Educação Física.

5.2 – Recomendações

Recomenda-se que futuras investigações sejam realizadas no intuito de esclarecer os efeitos de distintas modalidades e intensidade de exercício físico sobre os fatores de risco relacionados com o desenvolvimento de doenças cardiometabólicas. Entretanto, para que o poder do experimento, bem como a validade externa dos resultados seja maior, sugere-se a utilização de um grupo amostral com maior número de voluntários além de maior tempo de intervenção.

Além do mencionado, a participação de voluntários com diferentes características de condicionamento físico, de composição corporal e perfil bioquímico sanguíneo poderia influenciar nos resultados obtidos, aumentando o conhecimento científico acerca dos efeitos do exercício físico realizado em distintas modalidades e intensidades em diferentes populações.

Ainda, para que melhores estratégias de prevenção e tratamento de doenças cardiometabólicas sejam adotadas, também é sugerido que futuros estudos objetivem identificar possíveis associações entre os parâmetros bioquímicos e enzimas hepáticas aqui analisadas com outras variáveis relacionadas com a saúde cardiometabólica, como fatores bioquímicos e hormonais ligados ao controle glicêmico e à regulação do balanço energético, além dos efeitos do exercício físico sobre tais variáveis.

REFERÊNCIAS

ACSM. Progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 3, p. 687-708, 2009.

_____. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. **Med Sci Sports Exerc**, 2011.

_____. Guidelines For Exercise Testing and Prescription. 9th ed. **Lippincott Williams & Wilkins**, 2013.

ACSM; AHA. Diabetes Mellitus e Exercício: posicionamento oficial conjunto. **Rev Bras Med Esporte**, v. 6, n. 1, p. 16-22, 2000.

AL-JIFFRI, O. et al. Weight reduction improves markers of hepatic function and insulin resistance in type-2 diabetic patients with non-alcoholic fatty liver. **African Health Sciences**, v. 13, n. 3, p. 667-672, 2013.

ÁLVAREZ, C. et al. ¿ Pueden ocho semanas de ejercicio físico combinado normalizar marcadores metabólicos de sujetos hiperglicémicos y dislipidémicos? . **Rev Med Chile**, v. 142, p. 458-466, 2014.

ANJOS, L. A. Índice de massa corporal (massa corporal. estatura-2) como indicador do estado nutricional de adultos: revisão da literatura. **Rev Saúde Públ**, v. 26, n. 6, p. 431-436, 1992.

BAE, J. C. et al. Regular exercise is associated with a reduction in the risk of NAFLD and decreased liver enzymes in individuals with NAFLD independent of obesity in Korean adults. **PLoS ONE**, v. 7, n. 10, p. e46819, 2012.

BAECHLE, T. R.; EARLE, R. W. **Essentials of strength training and conditioning**. Champaign: human kinetics, 2000.

BANZ, W. J. et al. Effects of resistance versus aerobic training on coronary artery disease risk factors. **Exp Biol Med**, v. 228, n. 4, p. 434-440, 2003.

BELL, G. J. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. **Eur J Appl Physiol** v. 81, p. 418-427, 2000.

BJORNTORP, P. et al. The effect of physical training on insulin production in obesity. **Metabolism**, v. 19, n. 8, p. 631-8, 1970.

BJORNTORP, P. et al. Carbohydrate and lipid metabolism in middle-aged, physically well-trained men. **Metabolism**, v. 21, n. 11, p. 1037-44, 1972.

BROWN, M. S.; GOLDSTEIN, J. L. A receptor-mediated pathway for cholesterol homeostasis. **Science**, v. 232, n. 4746, p. 34-47, 1986.

BUENO, J.; GOUVÊA, C. Cortisol e exercício: efeitos, secreção e metabolismo **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 5, n. 29, p. 435-445, 2011.

CARRILLO, A. E. et al. Vitamin D supplementation during exercise training does not alter inflammatory biomarkers in overweight and obese subjects. **Eur J Appl Physiol**, v. 112, n. 8, p. 3045-3052, 2012.

CARSON, V. et al. Light-Intensity Physical Activity and Cardiometabolic Biomarkers in US Adolescents. **PLoS ONE**, v. 8, n. 8, p. 1-7, 2013.

CHANG, S.-H. et al. A systematic review of body fat distribution and mortality in older people. **Maturitas**, v. 72, n. 3, p. 175-191, 2012.

CHAUVEAU, A.; KAUFAMANN, M. Expériences pour la détermination du coefficient de l'activité nutritive et respiratoire des muscles en repos et en travail. **C R Hebd Seances Acad Sci**, v. 104, n. 1, p. 1126-32, 1887.

CHEIK, N. C. et al. Efeitos do exercício físico e da atividade física na depressão e ansiedade em indivíduos idosos. **Rev Bras Ci e Mov**, v. 11, n. 3, p. 45-52, 2003.

CIOLAC, E. G.; GUIMARÃES, G. V. Exercício físico e síndrome metabólica. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 10, p. 319-324, 2004.

COSTA, L. et al. Efeito do exercício aeróbico sobre o desempenho da força de membros inferiores. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 1, n. 2, p. 118-121, 2010.

CURI, R. et al. **Entendendo a gordura: os ácidos graxos**. São Paulo: Manole, 2002.

DÂMASO, A. **Nutrição e exercício na prevenção de doenças**. 2ª. Rio de Janeiro: gen/Guanabara Koogan, 2012. ISBN 8571992509.

DANTAS, E. **Obesidade e Emagrecimento**. Rio de Janeiro: Shape, 2005.

DANTAS, E.; SPOSITO, C. A prática da preparação física. **Editora Roca**, 2014.

EL-KADER, S.; AL-JIFFRI, O.; AL-SHREEF, F. Liver enzymes and psychological well-being response to aerobic exercise training in patients with chronic hepatitis C. **Afr Health Sci**, v. 14, n. 2, p. 414-419, 2014a.

EL-KADER, S.; AL-JIFFRI, O.; AL-SHREEF, F. Markers of liver function and inflammatory cytokines modulation by aerobic versus resisted exercise training for nonalcoholic steatohepatitis patients. **Afr Health Sci**, v. 14, n. 3, p. 551-557, 2014b.

EMDIN, M.; POMPELLA, A.; PAOLICCHI, A. Gamma-glutamyltransferase, atherosclerosis, and cardiovascular disease triggering oxidative stress within the plaque. **Circulation**, v. 112, n. 14, p. 2078-2080, 2005.

EXPERT PANEL ON DETECTION, E. Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on Detection, Evaluation, and Treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). **Jama**, v. 285, n. 19, p. 2486, 2001.

FEALY, C. et al. Short-term exercise reduces markers of hepatocyte apoptosis in nonalcoholic fatty liver disease. **J Appl Physiol**, v. 113, p. 1-6, 2012.

FETT, C. A.; FETT, W. C. R.; MARCHINI, J. S. Circuit weight training vs jogging in metabolic risk factors of overweight/obese women. **Arq Bras Cardiol**, v. 93, n. 5, p. 519-525, 2009.

FRAJACOMO, F. et al. The effects of high-intensity resistance exercise on the blood lipid profile and liver function in hypercholesterolemic hamsters. **Appl. Physiol. Nutr. Metab.**, v. 37, p. 448-454, 2012.

FRANZINI, M. et al. γ -Glutamyltransferase activity in human atherosclerotic plaques—Biochemical similarities with the circulating enzyme. **Atherosclerosis**, v. 202, n. 1, p. 119-127, 2009.

FRASER, A. et al. Gamma-glutamyltransferase is associated with incident vascular events independently of alcohol intake analysis of the British women's heart and health study and meta-analysis. **Arterioscler Thromb Vasc Biol**, v. 27, n. 12, p. 2729-2735, 2007.

FRIEDEWALD, W. T.; LEVY, R. I.; FREDRICKSON, D. S. 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.

GERBER, L.; WEINSTEIN, A.; PAWLOSKI, L. Role of exercise in optimizing the functional status of patients with nonalcoholic fatty liver disease. **Clin Liver Dis**, v. 18, n. 1, p. 113-127, 2014.

GOLDSTEIN, J. L.; HOBBS, H.; BROWN, M. S. Familial hypercholesterolemia. In: (Ed.). **The metabolic and molecular basis of Inherited Disease**. 7th. New York: Mc Graw-Hill, 1995.

GRUNDY, S. M. et al. Definition of metabolic syndrome report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association Conference on scientific issues related to definition. **Circulation**, v. 109, n. 3, p. 433-438, 2004.

GUYTON, A.; HALL, J. **Tratado de Fisiologia Médica**. 12^a. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

GUZZALONI, G. et al. Liver steatosis in juvenile obesity: correlations with lipid profile, hepatic biochemical parameters and glycemic and insulinemic responses to an oral glucose tolerance test. **Int J Obes**, v. 24, p. 772-776, 2000.

HÄKKINEN, K. et al. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. **Eur J Appl Physiol**, v. 89, n. 1, p. 42-52, 2003.

HANSEN, D. et al. Clinical benefits of the addition of lower extremity low-intensity resistance muscle training to early aerobic endurance training intervention in patients with coronary artery disease: a randomized controlled trial. **J Rehabil Med**, v. 43, n. 9, p. 800-807, 2011.

HYO-CHEOL, L.; TAG, H. Effects of Exercise Therapy on Blood Lipids of Obese Women. **J. Phys. Ther. Sci.**, v. 26, p. 1675-1677, 2014.

IOANNOU, G. N. Implications of elevated serum alanine aminotransferase levels: think outside the liver. **Gastroenterology**, v. 135, n. 6, p. 1851-1854, 2008.

JACKSON, A.; POLLOCK, M. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, v. 40, n. 03, p. 497-504, 2007.

JENSEN, T. E.; RICHTER, E. A. Regulation of glucose and glycogen metabolism during and after exercise. **The Journal of physiology**, v. 590, n. 5, p. 1069-1076, 2012.

KELLEY, G. A.; KELLEY, K. S. Impact of progressive resistance training on lipids and lipoproteins in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. **Preventive Medicine**, v. 48, n. 1, p. 9-19, 2009.

KOOZEHCHEAN, M. et al. The role of exercise training on lipoprotein profiles in adolescent males. **Lipids in Health and Disease**, v. 13, n. 95, p. 1-7, 2014.

KUNUTSOR, S.; APEKEY, T.; KHAN, H. Liver enzymes and risk of cardiovascular disease in the general population: A meta-analysis of prospective cohort studies. **Atherosclerosis**, v. 236, p. 7-17, 2014.

KUNUTSOR, S. K.; APEKEY, T. A.; KHAN, H. Liver enzymes and risk of cardiovascular disease in the general population: a meta-analysis of prospective cohort studies. **Atherosclerosis**, v. 236, n. 1, p. 7-17, 2014.

LARSON-MAYER, D. et al. Effect of 6-Month Calorie Restriction and Exercise on Serum and Liver Lipids and Markers of Liver Function. **Obesity**, v. 16, n. 6, p. 1355-1362, 2008.

LAURIA, M. W. et al. Análise de fatores que se associam a alterações no teste de tolerância oral à glicose, independentemente dos valores da glicemia de jejum. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v. 55, p. 708-713, 2011.

LEE, H.-C.; HEO, T. Effects of Exercise Therapy on Blood Lipids of Obese Women. **J Phys Ther Sci**, v. 26, n. 11, p. 1675, 2014.

LEE, S. et al. Effects of acute exercise on postprandial triglyceride response after a high fat meal in overweight black and white adolescents. **Int J Obes**, v. 37, n. 7, p. 966-971, 2013.

LEVERITT, M. Concurrent strength and endurance training: the influence of dependent variable selection. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 3, p. 503-508, 2003.

LIMA, J.; NÓBREGA, L.; VENCIO, S. **Diabetes Mellitus: Classificação e Diagnóstico**. SBEM. Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia. Rio de Janeiro, p.1-7. 2004

LOPRINZI, P.; CARDINAL, B. Interrelationships among physical activity, depression, homocysteine, and metabolic syndrome with special considerations by sex. **Preventive Medicine**, v. 54, p. 388-392, 2012.

MAHDIREJEI, H. A. et al. Effects of An Eight-Week Resistance Training on Plasma Vaspin Concentrations, Metabolic Parameters Levels and Physical Fitness in Patients with Type 2 Diabetes. **Cell Journal (Yakhteh)**, v. 16, n. 3, p. 367, 2014.

MANN, S.; BEEDIE, C.; JIMENEZ, A. Differential Effects of Aerobic Exercise, Resistance Training and Combined Exercise Modalities on Cholesterol and the Lipid Profile: Review, Synthesis and Recommendations. **Sports Med**, v. 44, n. 2, p. 211-221, 2014.

MARFELL-JONES, T.; STEWART, A.; CARTER, L. **International standards for anthropometric assessment**. South Africa: International Society for the Advancement of Kinanthropometry., 2006.

MAUGHAN, R.; GLEESON, M.; GREENHAFF, P. **Bioquímica do Exercício e do Treinamento**. São Paulo: Manole, 2000.

MELLO, D. B. et al. Efeitos de um programa de caminhada sobre parâmetros biofísicos de mulheres com sobrepeso assistidas pelo Programa de Saúde da Família (PSF). **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 15, n. 4, p. 224-228, 2010.

MONAMI, M. et al. Liver enzymes and risk of diabetes and cardiovascular disease: Results of the Firenze Bagno a Ripoli (FIBAR) study. **Metabolism Clinical and Experimental**, v. 57, p. 387-392, 2008.

NIEMELÄ, O.; ALATALO, P. Biomarkers of alcohol consumption and related liver disease. **Scand J Clin Lab Invest**, v. 70, n. 5, p. 305-312, 2013.

ONAT, A. et al. Serum γ -Glutamyltransferase: Independent Predictor of Risk of Diabetes, Hypertension, Metabolic Syndrome, and Coronary Disease. **Obesity**, v. 20, n. 4, p. 842-848, 2012.

PAOLI, A. et al. Effects of high-intensity circuit training, low-intensity circuit training and endurance training on blood pressure and lipoproteins in middle-aged overweight men. **Lipids in Health and Disease**, v. 12, n. 131, p. 1-8, 2013.

PATTYN, N. et al. The effect of exercise on the cardiovascular risk factors constituting the metabolic syndrome. **Sports Med**, v. 43, n. 2, p. 121-133, 2013.

PAULI, J. R. et al. Novos mecanismos pelos quais o exercício físico melhora a resistência à insulina no músculo esquelético. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v. 53, p. 399-408, 2009.

PAULO, A. Efeito do treinamento concorrente no desenvolvimento da força motora e da resistência aeróbia. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v. 4, n. 4, p. 145-154, 2005.

POLLOCK, M. L.; WILMORE, J. H.; ROCHA, M. L. **Exercícios na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação**. Guanabara Koogan, 2009.

PORTER, S. et al. Aminotransferase Levels Are Associated With Cardiometabolic Risk Above and Beyond Visceral Fat and Insulin Resistance: The Framingham Heart Study. **Arterioscler Thromb Vasc Biol**, v. 33, p. 139-146, 2013.

POWERS, S.; HOWLEY, E. **Fisiologia do Exercício: teoria e aplicação condicionamento e ao desempenho**. 6 ed. São Paulo: Manole, 2009.

PRADO, E.; DANTAS, E. Efeitos dos Exercícios Físicos Aeróbio e de Força nas Lipoproteínas HDL, LDL e Lipoproteína(a). **Arq Bras Cardiol**, v. 79, n. 4, p. 429-433, 2002.

QIN, G. et al. A Cross-Sectional Study of the Relationship Between Serum Liver Enzymes Level and the Incidence of Impaired Fasting Glucose in Males and Females. **Med Sci Monit**, v. 20, p. 1319-1325, 2014.

RADDI, L. et al. Treino de Corrida não Interfere no Desempenho de Força de Membros Superiores. **Rev Bras Med Esporte**, v. 14, n. 6, p. 544-547, 2008.

REIS FILHO, A. et al. Efeito de 12 semanas de hidroginástica sobre a glicemia capilar em portadores de diabetes mellitus tipo II. **Rev Bras Ativ Fís Saúde**, v. 17, n. 4, p. 252-257, 2012.

REN, J. et al. Long-term coronary heart disease risk associated with very-low-density lipoprotein cholesterol in Chinese: the results of a 15-Year Chinese Multi-Provincial Cohort Study (CMCS). **Atherosclerosis**, v. 211, n. 1, p. 327-332, 2010.

RICHTER, E.; HARGREAVES, M. Exercise, GLUT4, and Skeletal Muscle Glucose Uptake. **Physiol Rev**, v. 93, p. 993-1017, 2013.

ROBERGS, R.; ROBERTS, S. **Princípios Fundamentais de Fisiologia do Exercício para Aptidão, Desempenho e Saúde**. São Paulo: Phorte, 2002.

ROSA, G. et al. Leptin, Cortisol and Distinct Concurrent Training Sequences. **Int J Sports Med**, v. 33, p. 177-180, 2012.

ROSA, G.; DANTAS, E. H. M.; MELLO, D. B. The response of serum leptin, cortisol and zinc concentrations to concurrent training. **HORMONES**, v. 10, n. 3, p. 216-222, 2011.

ROSE, A. J.; RICHTER, E. A. Skeletal muscle glucose uptake during exercise: how is it regulated? **Physiology**, v. 20, n. 4, p. 260-270, 2005.

RUHL, C. E.; EVERHART, J. E. Elevated serum alanine aminotransferase and γ -glutamyltransferase and mortality in the United States population. **Gastroenterology**, v. 136, n. 2, p. 477-485. e11, 2009.

SANG-HOON, S.; IL-YOUNG, P.; JACOBS, K. Regulation of Blood Glucose Homeostasis during Prolonged Exercise. **Mol Cells**, v. 23, n. 3, p. 272-279, 2007.

SANYAL, D. et al. Profile of liver enzymes in non-alcoholic fatty liver disease in patients with impaired glucose tolerance and newly detected untreated type 2 diabetes. **Indian J Endocrinol Metab**, v. 19, n. 5, p. 597, 2015.

SBC. V Diretrizes Brasileiras Sobre Dislipidemias e Diretriz de Prevenção da Aterosclerose do Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arq Bras Cardiol**, v. 101, n. 4Supl.1, p. 1-22, 2013.

SHAO, Y. E. Body Fat Percentage Prediction Using Intelligent Hybrid Approaches. **The Scientific World Journal**, v. 2014, p. 8, 2014.

SHEIKHOLESLAMI, V. D. et al. Changes in cardiovascular risk factors and inflammatory markers of young, healthy, men after six weeks of moderate or high intensity resistance training. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 51, n. 4, p. 695-700, 2011.

SHINOHARA, A. et al. Effect of the Classic 1-Week Glycogen-Loading Regimen on Fat-Loading in Rats and Humans. **J Nutri Sci Vitaminol**, v. 56, n. 5, p. 299-304, 2010.

SIM, A. et al. High-intensity intermittent exercise attenuates ad-libitum energy intake. **Int J Obes**, v. 38, n. 3, p. 417-422, 2014.

SLENTZ, C. A. et al. Effects of aerobic vs. resistance training on visceral and liver fat stores, liver enzymes, and insulin resistance by HOMA in overweight adults from STRRIDE AT/RT. **Am J Physiol Endocrinol Metab**, v. 301, n. 5, p. E1033-E1039, 2011.

SOOKOIAN, S.; PIROLA, C. J. Alanine and aspartate aminotransferase and glutamine-cycling pathway: their roles in pathogenesis of metabolic syndrome. **World J Gastroenterol**, v. 18, n. 29, p. 3775, 2012.

SUN-HYE, K. et al. Increased liver markers are associated with higher risk of type 2 diabetes. **World J Gastroenterol**, v. 21, n. 24, p. 7478-7487, 2015.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Research methods in physical activity**. Human Kinetics Publishers, 2013.

TOBOREK, M.; KAISER, S. Endothelial cell functions. Relationship to atherogenesis. **Basic Res Cardiol**, v. 94, n. 5, p. 295-314, 1999.

TONKIN, A.; BYRNES, A. Treatment of dyslipidemia. **F1000prime reports**, v. 6, p. 1-10, 2014.

UEMURA, H. et al. Serum Hepatic Enzyme Activity and Alcohol Drinking Status in Relation to the Prevalence of Metabolic Syndrome in the General Japanese Population. **Plos One**, v. 9, n. 4, 2014.

VALLE, V. S. D. et al. Efeito da Dieta e do Ciclismo *Indoor* Sobre a Composição Corporal e Nível Sérico Lipídico **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 2010.

VAN BEEK, J. H. et al. The genetic architecture of liver enzyme levels: GGT, ALT and AST. **Beha Genet**, v. 43, n. 4, p. 329-339, 2013.

VIJAYARAGHAVAN, K. Treatment of dyslipidemia in patients with type 2 diabetes. **Lipids in Health and Disease**, v. 9, p. 144, 2010.

VOZAROVA, B. et al. High Alanine Aminotransferase Is Associated With Decreased Hepatic Insulin Sensitivity and Predicts the Development of Type 2 Diabetes. **Diabetes**, v. 51, p. 1889-1895, 2002.

W.H.O. Facts about overweight and obesity., p. Fact sheet, 2014.

W.M.A. DECLARATION OF HELSINKI. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. **59th WMA General Assembly, Seoul**, 2008.

WANG, C.-L. et al. Effect of lifestyle intervention on non-alcoholic fatty liver disease in Chinese obese children. **World J Gastroenterol**, v. 14, n. 10, p. 1598, 2008.

WEISS, R.; BREMER, A. A.; LUSTIG, R. H. What is metabolic syndrome, and why are children getting it? **Ann. N.Y. Acad. Sci.**, v. 1281, n. 1, p. 123-140, 2013.

WESTCOTT, W. L. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. **Current sports medicine reports**, v. 11, n. 4, p. 209-216, 2012.

WHO. **Noncommunicable Diseases Country Profiles**. 2014

WILLIAMS, M. A. et al. 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. 572-584, 2007.

WILSON, J. et al. Concurrent training: A meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercise. **J Strength Cond Res**, v. 26, n. 8, p. 2293-2307, 2012.

YAMADA, J. et al. Elevated serum levels of alanine aminotransferase and gamma glutamyltransferase are markers of inflammation and oxidative stress independent of the metabolic syndrome. **Atherosclerosis**, v. 189, n. 1, p. 198-205, 2006.

YARDLEY, J. E. et al. Resistance Versus Aerobic Exercise Acute effects on glycemia in type 1 diabetes. **Diabetes Care**, v. 36, n. 3, p. 537-542, 2013.

YARDLEY, J. E. et al. Effects of performing resistance exercise before versus after aerobic exercise on glycemia in type 1 diabetes. **Diabetes Care**, v. 35, n. 4, p. 669-675, 2012.

ANEXO I

QUESTIONÁRIO DE ESTRATIFICAÇÃO DE RISCO AHA/ACSM

Questionário do AHA/ACSM para Estratificação Pré-participação em Programas de Atividades Físicas	
Para avaliar a sua condição de saúde, assinale todas as afirmativas que são verdadeiras:	
<p>Histórico Você tem ou já teve: <input type="checkbox"/> Um ataque cardíaco. <input type="checkbox"/> Uma cirurgia cardíaca. <input type="checkbox"/> Uma cateterização cardíaca. <input type="checkbox"/> Uma angioplastia coronária. <input type="checkbox"/> Um implante de marcapasso. <input type="checkbox"/> Uma desfibrilação ou distúrbio de ritmo cardíaco. <input type="checkbox"/> Uma doença da válvula cardíaca. <input type="checkbox"/> Um colapso cardíaco. <input type="checkbox"/> Um transplante cardíaco. <input type="checkbox"/> Uma doença cardíaca congênita.</p> <p>Sintomas <input type="checkbox"/> Você já experimentou desconforto no peito com o esforço. <input type="checkbox"/> Você já experimentou uma falta de ar súbita. <input type="checkbox"/> Você já experimentou tonturas, desmaios ou perda de sentidos. <input type="checkbox"/> Você usa ou já usou medicações para o coração.</p>	<p>Outras Questões de Saúde <input type="checkbox"/> Você tem diabetes. <input type="checkbox"/> Você possui asma ou outra doença pulmonar. <input type="checkbox"/> Você já sentiu queimação ou câimbras em seus membros inferiores ao caminhar distâncias curtas. <input type="checkbox"/> Você tem algum problema músculo-esquelético que limite sua prática de atividade física. <input type="checkbox"/> Você tem preocupações quanto a segurança de se exercitar. <input type="checkbox"/> Você tem alguma prescrição para medicação(ões). <input type="checkbox"/> Se do sexo feminino, você está grávida. <input type="checkbox"/> Você possui alguma doença da tireóide, dos rins ou do fígado.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: right;">CONCLUSÃO 1</p> <p>Se você marcou qualquer um dos itens nesta seção, consulte o seu médico ou outro profissional de saúde antes de se engajar em um programa de exercícios. Você pode necessitar de uma estrutura que disponha de supervisão médica especializada.</p> </div>
<p>Fatores de Risco Cardiovasculares Se homem: <input type="checkbox"/> Você tem 45 anos ou mais. Se mulher: <input type="checkbox"/> Você tem 55 anos ou mais ou já fez histerectomia ou está em pós-menopausa. Para todos: <input type="checkbox"/> Você fuma ou parou de fumar há menos de 6 meses. <input type="checkbox"/> Sua pressão: - sistólica é maior ou igual a 140 mmHg e/ou diastólica é maior ou igual a 90 mmHg, ou; - é controlada por alguma medicação, ou; - é desconhecida por você. <input type="checkbox"/> Seu colesterol sanguíneo: - total é maior que 200 mg/dL, ou; - LDL é maior do que 130 mg/dL, ou; - HDL é menor do que 40 mg/dL, ou; - é desconhecido por você. <input type="checkbox"/> O seu pai ou irmão (antes dos 55 anos) ou mãe e irmã (antes dos 65 anos), teve/tiveram um ataque</p>	<p>cardíaco ou fez/fizeram uma cirurgia cardíaca. <input type="checkbox"/> Seu açúcar sanguíneo: - apresenta níveis acima de 100 mg/dL, ou; - é desconhecido por você. <input type="checkbox"/> Você faz menos que 120 min por semana de atividades físicas moderadas (que levem a um discreto aumento da respiração). <input type="checkbox"/> Você está mais que 9 kg acima do seu peso.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: right;">CONCLUSÃO 2</p> <p>Se você marcou mais do que um item nesta seção, consulte o seu médico ou outro profissional de saúde antes de se engajar em um programa de exercícios. Você pode se beneficiar pela utilização de uma estrutura de atividades físicas que disponibilize supervisão profissional qualificada para orientar seu programa de exercícios.</p> </div>
<p>Outros <input type="checkbox"/> Nenhuma das afirmativas nos itens Histórico, Sintomas ou Outras Questões de Saúde e no máximo um item em Fatores de Risco Cardiovasculares.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: right;">CONCLUSÃO 3</p> <p>Você está apto a iniciar seu programa de exercícios sem consultar o seu médico ou outro profissional de saúde em um programa auto-orientado ou em quase todos os centros de atividades físicas que atendam às suas necessidades para um programa de exercícios.</p> </div>

ANEXO II

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Guilherme Rosa, grfitness@hotmail.com, Laboratório de Biociências da Motricidade Humana (LABIMH/UNIRIO) – Rua Xavier Singaud, 290, sl. 401. Urca. Rio de Janeiro – RJ. CEP: 22290-180. Tel. +55 (21) 2542-6018 / + 55 (21) 99720-2555.

Prezado Senhor(a):

O doutorando Guilherme Rosa, CREF-14529 G/RJ, aluno do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem e Biociências (PPGEenf-Bio), da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, pretende realizar um estudo com as seguintes características:

TÍTULO: Parâmetros bioquímicos e hormonais relacionados à saúde cardiovascular: efeitos de distintas modalidades e intensidades de exercício físico.

OBJETIVO DO ESTUDO: Analisar os efeitos de distintas modalidades e intensidades de exercício físico sobre parâmetros bioquímicos e hormonais relacionados à saúde cardiovascular.

PROCEDIMENTOS DO ESTUDO: O presente estudo será dividido em três etapas: avaliação diagnóstica, intervenção e avaliação somativa. Na avaliação diagnóstica, os participantes responderão ao questionário de estratificação de riscos pré-participação em exercícios físicos da *American Heart Association – AHA* (Anexo). Para os indivíduos elegíveis após depuração dos critérios de inclusão e exclusão, serão realizados os procedimentos de avaliação da composição corporal através do método de três dobras cutâneas, bem como, verificação da massa corporal, estatura e cálculo do índice de massa corporal. Além dos procedimentos mencionados, o condicionamento cardiorrespiratório (VO₂máx) dos participantes será avaliado através do teste de corrida/caminhada de 12 minutos de Cooper. Nesta mesma etapa será realizado o teste de 1 repetição máxima (1RM) para avaliação da força dos participantes e posterior cálculo da intensidade do exercício. Para a avaliação os parâmetros bioquímicos (glicose, colesterol total, triglicerídeos, fração LDL-colesterol, fração HDL-colesterol, fração VLDL-colesterol, aspartato aminotransferase, alanina aminotransferase, gama-glutamilttransferase) e hormonais (insulina, testosterona e cortisol), serão coletadas amostras sanguíneas, realizadas após jejum de 12 horas e, no mínimo, oito horas de sono. Os participantes serão orientados a não realizar nenhum tipo de exercício físico nas 36 horas que as antecedem. A intervenção será caracterizada por sessões de exercício físico compostas por distintas modalidades e características: exercício aeróbico de baixa intensidade (EABI) com duração de 40 minutos e intensidade entre 60% e 65% do VO₂máx, exercício aeróbico de alta intensidade (EAAI) com duração de 40 minutos e intensidade entre 80% e 85% do VO₂máx, exercício de força de alta intensidade (EFAI) com 6 exercícios e intensidade de 85% de 1RM e treinamento concorrente (TC) caracterizado pela realização de EAAI e EFAI na mesma sessão. As sessões ocorrerão com intervalo mínimo de 48h, permitindo que a recuperação dos participantes seja apropriada. As coletas de amostras sanguíneas ocorrerão imediatamente antes de cada sessão de exercício como parte da avaliação diagnóstica, e também após o término de cada sessão caracterizando a avaliação somativa. Em cada coleta de amostra sanguínea, serão retirados aproximadamente 1 mL de sangue, totalizando ao final do estudo aproximadamente 8 mL de sangue.

DESCRIÇÃO DE POSSÍVEIS RISCOS E DESCONFORTOS: Os riscos podem incluir dor muscular tardia, que será minimizado com os períodos intervalados entre as medidas. Alterações cardiovasculares como: síncope, desconforto, mal estar e também quedas poderão ocorrer durante o estudo. Isto será minimizado por meio da estratificação de riscos pré-participação na pesquisa como critério de inclusão, bem como, pela presença de equipe médica com cardiologista (CRM: 57490-0) no local e unidade de



suporte básico e avançado de vida. A coleta de dados será feita dentro dos padrões exigidos para a manipulação de material humano, respeitando todos os parâmetros e procedimentos preconizados. As amostras sanguíneas serão coletadas no local da intervenção utilizando agulhas para coletas múltiplas (25 X 0,7 mm), tubos com separador em gel com capacidade para 3mL, luvas de procedimento em látex, e transportadas imediatamente após cada etapa de coleta ao laboratório para realização dos procedimentos de análise da concentração dos parâmetros sanguíneos através do método colorimétrico, BT 3000 plus, Wiener Lab®. Possíveis desconfortos durante a coleta das amostras sanguíneas serão minimizados pela ação da equipe envolvida na referida coleta, com experiência prática de mais de 20 anos. Após a finalização de todos os procedimentos de análise das amostras sanguíneas, as sobras de amostras de laboratório contendo sangue serão descartadas de acordo com a Legislação ANVISA – RDC 306 de 7 de dezembro de 2004, que dispõe sobre o regulamento técnico para gerenciamento de resíduo de serviços de saúde. Tais amostras serão acondicionadas em saco vermelho, e estes transportados em recipientes rígidos antes de serem encaminhadas ao destino final. O transporte do resíduo de saúde é realizado por empresa terceirizada, prestadora de serviço para a Escola de Educação Física do Exército, até o aterro sanitário apropriado.

BENEFÍCIOS: Os participantes desse estudo serão beneficiados diretamente com uma avaliação dos resultados individuais. Além disso, espera-se que, através dos resultados da presente investigação, seja possível nortear de maneira correta futuras prescrições de exercício físico, minimizando o risco de lesões e danos a saúde.

GARANTIA DE ACESSO: Em qualquer fase do estudo você terá acesso aos profissionais responsáveis pelo mesmo no local e telefones indicados. Em caso de dúvidas ou perguntas, queira manifestar-se em qualquer momento, para explicações adicionais, dirigindo-se a qualquer um dos pesquisadores.

GARANTIA DE LIBERDADE: Sua participação neste estudo é voluntária. Dentro desta premissa, todos os participantes são livres para, a qualquer momento, negar o seu consentimento ou abandonar o programa se assim o desejar, sem que isto provoque qualquer tipo de penalização. Mediante a sua aceitação, espera-se que compareça nos dias e horários marcados e, acima de tudo, siga as instruções determinadas pelo pesquisador responsável, quanto à segurança durante a realização das avaliações e/ou procedimentos de intervenção.

DIREITO DE CONFIDENCIALIDADE: Os dados colhidos serão utilizados para subsidiar a confecção de artigos científicos, mas os responsáveis garantem a total privacidade e estrito anonimato dos participantes, quer no tocante aos dados, quer no caso de utilização de imagens, ou outras formas de aquisição de informações. Garantindo, desde já a confidencialidade, a privacidade e a proteção da imagem e a não estigmatização, escusando-se de utilizar as informações geradas pelo estudo em prejuízo das pessoas, inclusive em termos de auto-estima, de prestígio ou de quaisquer outras formas de discriminação.

DIREITO DE ACESSIBILIDADE: Os dados colhidos de cada participante (inclusive as amostras sanguíneas como material biológico humano a ser coletado), ficarão total e absolutamente disponíveis para consulta, bem como asseguramos a necessária interpretação e informações cabíveis sobre os mesmos. Os resultados a que se chegar ao término do estudo, lhe serão fornecidos, como uma forma de agradecimento por sua participação.

DESPEAS E COMPENSAÇÕES: As despesas acarretadas serão de responsabilidade da equipe de pesquisas. Entretanto, não há qualquer previsão de compensação financeira.

DÚVIDAS E RECLAMAÇÕES: Esta pesquisa está sendo realizada nas dependências da Escola de Educação Física do Exército - EsEFEx. Possui vínculo com a Universidade Federal do Estado do Rio de



Janeiro – UNIRIO através do Programa de Pós Graduação em Enfermagem e Biociências – PPGEnfBio sendo o aluno Guilherme Rosa de Abreu o pesquisador principal, sob a orientação do Prof. Estélio H. M. Dantas. Os investigadores estão disponíveis para responder a qualquer dúvida que você tenha. Caso seja necessário, contacte Guilherme Rosa no telefone (21) 99720-2555, ou o Comitê de Ética em Pesquisa, CEP-UNIRIO no telefone 2542-7796 ou e-mail cep.unirio09@gmail.com. Você terá uma via deste consentimento para guardar com você. Você fornecerá nome, endereço e telefone de contato apenas para que a equipe do estudo possa lhe contactar em caso de necessidade.

Após a leitura do presente Termo, e estando de posse de minha plenitude mental e legal, declaro expressamente que entendi o propósito do referido estudo e, estando em perfeitas condições de participação, dou meu consentimento para participar livremente do mesmo.

Rio de Janeiro, _____ de _____ de _____.

Nome e assinatura do Participante			
Identidade n°		CPF n°	
Em atendimento à Resolução n° 466, de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde, o presente Termo é confeccionado e assinado em duas vias, uma de posse do avaliado e outra que será arquivada pela equipe de pesquisa.			

ANEXO III

Termo de Anuência da Instituição

TERMO DE ANUÊNCIA

A Escola de Educação Física do Exército - EsEFEx está de acordo com a execução do projeto **“Parâmetros bioquímicos e hormonais relacionados à saúde cardiovascular: efeitos de distintas modalidades e intensidades de exercício físico.”**, coordenado pelo pesquisador Guilherme Rosa de Abreu, aluno do Programa de Pós Graduação em Enfermagem e Biociências da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, e assume o compromisso de apoiar o desenvolvimento da referida pesquisa nesta Instituição durante a realização da mesma. Esta instituição se compromete a assegurar a segurança e bem estar dos participantes em atendimento a Resolução 466 de 2012 do Conselho Nacional de Saúde.

Rio de Janeiro, 13 de fevereiro de 2015.



Danielli Braga de Mello

Coordenadora do Curso de Educação Física
Escola de Educação Física do Exército
CNPJ 10.439.707/0001-52

ANEXO IV

Aprovação CEP UNIRIO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO-
UNIRIO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PARÂMETROS BIOQUÍMICOS E HORMONAIIS RELACIONADOS À SAÚDE CARDIOVASCULAR: EFEITOS DE DISTINTAS MODALIDADES E INTENSIDADES DE EXERCÍCIO FÍSICO.

Pesquisador: Guilherme Rosa

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 40642114.9.0000.5285

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

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 983.976

Data da Relatoria: 10/03/2015

Apresentação do Projeto:

De acordo com pesquisador: Os métodos propostos são de rápida execução e custo inferior aos métodos descritivos sensoriais, sendo estes as vantagens da utilização destes métodos.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

O exercício físico tem um papel fundamental na melhoria de vida do ser humano. Assim, sua prática vem conquistando grande número de adeptos.

Entretanto, é importante ressaltar que para que sua prática seja segura e eficiente, alguns princípios como volume e intensidade devem ser

devidamente observados, pois tais variáveis determinam a qualidade e os benefícios do exercício físico (1).

A prática regular de exercícios físicos

promove melhorias para a saúde, como o aumento da captação de oxigênio, melhora da composição corporal, a redução da pressão arterial sistólica

e diastólica em repouso, aumento da tolerância a glicose, além de proporcionar efeitos positivos sobre muitos fatores de risco para o

Endereço: Av. Pasteur, 296

Bairro: Urca

CEP: 22.290-240

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)2542-7796

E-mail: cep.unirio09@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO-
UNIRIO



Continuação do Parecer: 983.976

lesões e danos a saúde

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa de relevância científica

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequados

Recomendações:

Nenhuma

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Nenhum

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

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

RIO DE JANEIRO, 12 de Março de 2015

Assinado por:
Sônia Regina de Souza
(Coordenador)

Endereço: Av. Pasteur, 296

Bairro: Urca

CEP: 22.290-240

UF: RJ

Município: RIO DE JANEIRO

Telefone: (21)2542-7796

E-mail: cep.unirio09@gmail.com