

Instituição Educacional Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Educação Física
Curso de Educação Física - Bacharelado

Gabriel Alves Fonseca

**RESPOSTAS SUBAGUDAS DO EXERCÍCIO FÍSICO EM DIFERENTES
INTENSIDADES SOBRE A LIPEMIA PÓS-PRANDIAL EM JOVENS FISICAMENTE
ATIVOS**

Porto Alegre,
2015

Gabriel Alves Fonseca

**RESPOSTAS SUBAGUDAS DO EXERCÍCIO FÍSICO EM DIFERENTES
INTENSIDADES SOBRE A LIPEMIA PÓS-PRANDIAL EM JOVENS FISICAMENTE
ATIVOS**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado como requisito
parcial para obtenção do título
de bacharel em Educação
Física.

Orientador: Prof. Álvaro Reischak de Oliveira

Porto Alegre, 2015

Gabriel Alves Fonseca

**RESPOSTAS SUBAGUDAS DO EXERCÍCIO FÍSICO EM DIFERENTES
INTENSIDADES SOBRE A LIPEMIA PÓS-PRANDIAL EM JOVENS FISICAMENTE
ATIVOS**

Conceito final:

Aprovado em.....de.....de.....

BANCA EXAMINADORA:

Prof. - UFRGS

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E UNIDADES.....	6
RESUMO	7
1 INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 LIPEMIA PÓS-PRANDIAL E REFEIÇÃO HIPERLIPÍDICA:	9
2.2 EXERCÍCIO AERÓBICO:.....	11
2.3 INTENSIDADE DO EXERCÍCIO AERÓBICO E LPP:	12
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	13
3.1 PROBLEMA DE PESQUISA	13
3.2 OBJETIVOS	13
3.2.1 Objetivo geral	13
3.2.2 Objetivos Específicos	13
3.3 HIPÓTESES	13
3.4 POPULAÇÃO E AMOSTRA	14
3.4.1 Cálculo do tamanho da amostra	14
3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	14
3.6 PROTOCOLOS DE EXERCÍCIO	15
4 INSTRUMENTOS DE MEDIDAS E PROCEDIMENTOS DE COLETAS.....	17
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	17
4.1.1 Anamnese.....	17
4.1.2 Avaliação da composição corporal.....	17
4.1.3 Ergoespirometria.....	17
4.1.4 Taxa Metabólica Basal (TMB).....	18
4.2 CONTROLE DIETÉTICO	19
4.2.1 Refeição Padrão	19
4.2.2 Refeição Hiperlipídica.....	19
4.3 AVALIAÇÃO SANGUÍNEA	20
4.3.1 Amostras sanguíneas.....	20
4.3.2 Preparação das amostras	20
4.3.3 Análise das Amostras	20
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	20

5	RESULTADOS:	22
5.1	EXERCÍCIO.....	22
5.2	TRIGLICERÍDEOS	23
5.3	COLESTEROL TOTAL, LDL e HDL.....	26
6	DISCUSSÃO:	28
7	CONCLUSÃO:	30
8	APLICAÇÕES PRÁTICAS:	31
	REFERÊNCIAS.....	32
	APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	35
	APÊNDICE 2 – ANAMNESE.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E UNIDADES

AUC – Área abaixo da curva
DCV - Doenças cardiovasculares
FC – Frequência cardíaca
GC – Gasto calórico
H₂O - Água
HDL – lipoproteínas de alta densidade
LDL - Lipoproteínas de baixa densidade
LLP – Lipase lipoproteica
LV1 – Primeiro limiar ventilatório
LV2 – Segundo limiar ventilatório
LPP – Lipemia pós-prandial
METs - Equivalentes metabólicos
NO – Óxido nítrico
O₂ - Oxigênio
TG – Triglicerídeos
TMB – Taxa metabólica basal
VCO₂ – Consumo de dióxido de carbono
VE – Ventilação
VLDL - Lipoproteínas de muito baixa densidade
VO₂ – Consumo de oxigênio
VO_{2max} – Consumo máximo de oxigênio

RESUMO

As doenças cardiovasculares (DCV) são as maiores causadoras de óbito no mundo. Como forma de prevenir o desencadeamento de DCVs provenientes do aumento da lipemia pós-prandial (LPP), o exercício aeróbio tem sido apontado como uma importante intervenção cardioprotetora, uma vez que parece ser efetivo para diminuir tanto as concentrações pós-prandiais de triglicerídeos (TG) quanto seu tempo de exposição na circulação. O objetivo do estudo foi verificar o efeito de duas sessões subagudas com intensidades diferentes de exercício físico sobre a lipemia pós-prandial em sujeitos submetidos à refeição hiperlipídica. Onze sujeitos do sexo masculino, fisicamente ativos (IMC $23,43 \pm 2,43$) com idade média de 23 ± 3 anos realizaram dois protocolos de exercício isocalóricos (15% da Taxa metabólica basal) randomizados em diferentes intensidades (LV1 e 10% abaixo do LV2) e o protocolo repouso. O protocolo de média intensidade (MI) parece atenuar por mais tempo o aumento da curva de TG em relação ao repouso (Rep) do que o protocolo de baixa intensidade (BI) em relação ao Rep. Quando comparados os valores de área abaixo da curva (AUC), o MI foi 7,9% mais efetivo que o BI em relação ao Rep. Conclui-se que o exercício aeróbio de média intensidade realizado 12h prévias à refeição rica em gordura apresenta maior atenuação da curva lipêmica do que o exercício aeróbio de baixa intensidade.

Palavras Chave:

Doenças cardiovasculares; Lipemia pós-prandial; Exercício físico.

ABSTRACT

Cardiovascular diseases (CVDs) are known as the greater cause of death in the world. As a way to prevent the development of CVDs in consequence of the increase of postprandial lipemia (PPL), aerobic exercise has been shown as an important protective intervention, once it can reduce postprandial concentrations of triglycerides (TG) and accelerate TG clearance rate. The aim of this study was to verify the effect of two different intensities of prior exercise on PPL after the consumption of a high fat meal. Eleven male subjects, physically actives (BMI $23,43 \pm 2,43$ kg/m²) with an average of 23 ± 3 years old performed three randomized protocols: Low-intensity (LI) exercise at the ventilatory threshold 1; Moderate-intensity (MI) exercise at 10% under the ventilatory threshold 2; or a control protocol (Rest). The sessions of prior exercises were isoenergetic (15% of basal metabolic rate). MI exercise seems to attenuate for longer than the LI the curve of TG comparing to Rest. MI was more effective to reduce the area under curve (AUC) of triglycerides (7,9%) than BI in relation to Rep. In conclusion, MI aerobic exercise performed prior to the consumption of a high fat meal shows a greater attenuation of triglycerides than LI aerobic exercise.

Keywords:

Cardiovascular disease; Postprandial lipaemia; Physical exercise.

1 INTRODUÇÃO

A lipemia pós-prandial (LPP) refere-se às mudanças nas concentrações sanguíneas de lipídeos e lipoproteínas que ocorrem após o consumo de uma refeição rica em gordura, ou hiperlipídica [1]. O pico da LPP normalmente ocorre cerca de quatro horas após o consumo de uma refeição hiperlipídica, quando as concentrações de lipídeos e lipoproteínas estão mais elevadas [2]. Quanto maior a concentração de lipídeos ingeridos na refeição, maiores serão os valores da curva lipêmica da LPP e, provavelmente, o tempo de exposição do endotélio vascular a estas moléculas.

Diante disso, o consumo habitual de refeições ricas em gordura, ou hiperlipídicas, aumenta a propensão da formação da placa aterosclerótica. Uma vez que o endotélio está exposto por longos períodos a altas concentrações de lipoproteínas, mais especificamente às Lipoproteínas de baixa densidade (LDL), essas moléculas podem se infiltrar no espaço subendotelial, a partir de uma modificação oxidativa, e causar disfunção no endotélio vascular em vários níveis[3]. Um endotélio com perda de função resulta em menor reatividade vascular (resposta à diferença da pressão arterial), o que tem como consequência uma menor capacidade de vasodilatação [3].

Por estas razões, o estudo do efeito da dieta hiperlipídica sobre o endotélio vascular tem se tornado muito frequente nos últimos anos, uma vez que as doenças cardiovasculares (DCVs), dentre elas a aterosclerose, tem sido motivo de grande preocupação para a saúde pública [4]. Sabe-se que as DCVs são as maiores causadoras de óbito no mundo [5] e também no Brasil[6]. A literatura sugere que, mesmo em jovens saudáveis, o consumo de uma dieta hiperlipídica pode apresentar grande risco para o desenvolvimento de doenças ateroscleróticas [7].

Como forma de prevenir o aparecimento de DCVs associadas ao aumento da LPP, estudos sugerem que o exercício aeróbico atenua de forma expressiva a concentração de triglicerídeos (TG) plasmáticos após a ingestão de uma refeição hiperlipídica. Da mesma forma, o exercício reduz o tempo de exposição do endotélio vascular a essas moléculas e isso pode representar um menor risco de desenvolvimento de DCVs, como a aterosclerose e a disfunção endotelial [3]. É possível que este mecanismo esteja ligado ao gasto energético causado pelo exercício, fazendo com que os TG sejam removidos mais rapidamente para repor os

estoques energéticos. A enzima lipase lipoproteica (LLP) parece ser a enzima chave para a hidrólise de TG, assim, o aumento da sua atividade parece ser o principal responsável por este processo [8, 9].

Sabe-se que o exercício possui capacidade de atenuar os valores plasmáticos de TG após uma refeição hiperlipídica, atuando na prevenção do aparecimento de DCVs. No entanto, por diferenças metodológicas relacionadas à intensidade do exercício como à análise da resposta aguda e subaguda, não está claro qual intensidade de exercício e qual momento de sua realização podem otimizar a resposta de redução da LPP. Sendo assim, o presente estudo visa verificar o efeito de duas sessões de exercício aeróbio com intensidades diferentes sobre os marcadores de risco cardiovasculares e a relação entre estas variáveis em sujeitos submetidos à refeição hiperlipídica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 LIPEMIA PÓS-PRANDIAL E REFEIÇÃO HIPERLIPÍDICA:

O consumo de uma refeição hiperlipídica faz com que haja um aumento nas concentrações de lipídeos e lipoproteínas circulantes no momento pós-prandial. Uma refeição é considerada hiperlipídica, ou rica em gorduras, quando, para adultos, a quantidade de lipídeos ultrapassa 35% do total da refeição [10]. Com o advento da industrialização, consumimos refeições mais ricas em gordura [11]. Aliando este aumento do consumo de lipídeos ao fato de que passamos grande parte do dia em um estado alimentado, pois consumimos refeições regularmente ao longo do dia, os valores de TG e lipoproteínas, principalmente LDL, plasmáticos se mantêm constantemente elevados [12].

Após absorção intestinal, os TG da refeição, são transportados pelos quilomícrons (QM) pela via linfática. Os QM são hidrolisados pela enzima lipase lipoproteica (LLP) promovendo a liberação de ácidos graxos livres que vão ser estocados nos adipócitos ou oxidados, como fonte energética, nos músculos [1, 13]. Como resultado, os QM remanescentes são direcionados para o fígado, fornecendo os ácidos graxos da dieta. Os principais lipídios da corrente sanguínea são o colesterol e TG. O colesterol permite a melhor fluidez da membrana, participa da formação de ácidos biliares e hormônios esteroides. Já os TG fornecem, à maioria dos tecidos, energia e promove isolamento térmico, quando estocado nos adipócitos [14]. Tanto colesterol como TG precisam de lipoproteínas para transporte em meio aquoso.

As lipoproteínas são subdivididas em classes de acordo com seu tamanho e densidade. As lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) são sintetizadas praticamente apenas no fígado e transportam TG para os tecidos. Lipoproteínas de baixa densidade (LDL) transportam colesterol e TG do fígado para outros tecidos. A lipoproteína de alta densidade (HDL) que se origina no fígado e intestino carrega, principalmente, colesterol [14, 15]. Quanto maior o tempo de exposição do endotélio vascular a grandes concentrações de LDL no momento pós-prandial, maiores as chances dessas pequenas e pouco densas partículas se infiltrarem no endotélio, sob modificação oxidativa, e desencadear o processo aterosclerótico.

Sabe-se que a refeição rica em gordura gera um desequilíbrio no metabolismo pós-prandial, aumentando a susceptibilidade do organismo ao dano

oxidativo, ocasionando o aumento da produção de espécies reativas de oxigênio (EROs). Quando o LDL sofre modificação oxidativa causada por EROs, o LDL oxidado migra para o espaço subendotelial sob quimiotaxia, levando à formação de células espumosas na camada íntima, iniciando um processo inflamatório crônico. O LDL oxidado estimula a atração de monócitos pró-inflamatórios que são convertidos a macrófagos [16]. Conforme os macrófagos começam a fagocitar os lipídios, vão se formando placas compostas especialmente de lipídios e tecido fibroso que formam os ateromas. A formação de ateromas pode obstruir o lúmen arterial e diminuir o seu potencial elástico.

Além disso, o endotélio vascular pode reduzir sua capacidade vasodilatadora pela diminuição da biodisponibilidade de óxido nítrico (NO). O acúmulo de EROs provenientes do desequilíbrio oxidativo gerado pela refeição hiperlipídica pode reagir com o NO, um potente vasodilatador, oxidando-o ou reduzindo a atividade da enzima óxido nítrico sintase [17, 18]. Assim, a menor biodisponibilidade de NO, à longo prazo, pode afetar o tônus vascular e levar à disfunção endotelial [14].

Com base nessas informações, torna-se de suma importância avaliar a LPP, uma vez que altas concentrações de TG e lipoproteínas no momento pós-prandial podem representar um maior risco de desenvolvimento de doenças ateroscleróticas. A análise da LPP se dá a partir da avaliação das concentrações plasmáticas de TG e colesterol total, assim como as frações HDL e LDL. Sabe-se que o LDL, por ser o maior transportador de colesterol plasmático, está mais fortemente ligado ao processo de aterosclerose. Por outro lado, o HDL possui a função de remover o colesterol depositado na camada íntima vascular, diminuindo o risco de formação da aterosclerose [19]. Sendo assim, a avaliação destes dois marcadores é essencial, pois a relação LDL/HDL é um dos indicadores de saúde cardiovascular.

2.2 EXERCÍCIO AERÓBICO:

A prática regular de exercício aeróbico melhora o condicionamento cardiorrespiratório e essa melhora possui relação inversamente proporcional ao risco de DCVs e suas complicações. Estudos mostram que quanto melhor a capacidade cardiorrespiratória e engajamento em exercícios aeróbicos, menor é o risco de mortalidade [20, 21]. O exercício aeróbico é uma das maneiras mais eficazes de reduzir a LPP e suas complicações.

Quando praticado com regularidade, o exercício reduz os níveis de triglicerídeos circulantes, mesmo após o consumo de uma refeição rica em gordura [19, 22, 23]. O efeito do exercício físico sobre a LPP pode ser verificado tanto de forma aguda, ou seja, quando o exercício é realizado no mesmo dia do consumo da refeição rica em gordura, quanto de forma subaguda, aquele realizado no dia anterior [24-26]. Estudos que realizam o exercício aeróbico subagudo apresentam as maiores reduções de triglicerídeos plasmáticos resultantes de LPP e área abaixo da curva (AUC) quando comparados com estudos que realizam o mesmo tipo de exercício no mesmo dia da refeição [19, 27].

O principal mecanismo que explica a redução da LPP dá-se pela maior ativação da enzima lipase lipoproteica (LLP) tanto nos músculos como no tecido adiposo aumentando a remoção de triglicerídeos, VLDL e QM plasmáticos basais [28, 29]. O mecanismo que está por trás disso provavelmente esteja ligado ao fato de que a enzima LLP realiza o transporte de ácidos graxos para o interior da célula muscular e/ou adiposa para oxidação ou armazenagem, quebrando o TG em AGL e glicerol e diminuindo as concentrações plasmáticas de TG pós-prandiais [30]. Outra explicação refere-se à diminuição da secreção de VLDL hepático que é capaz de reduzir aproximadamente 50% LPP quando estimulada pelo exercício aeróbico [19].

Visto que o exercício pode atuar como um importante fator de prevenção do aparecimento de DCVs, se faz importante entender qual é a intensidade de exercício mais adequada para causar maior redução da curva lipêmica após o consumo de uma refeição hiperlipídica. A determinação dos limiares ventilatórios de consumo de oxigênio indicam as intensidades limite entre zona sub-aeróbia, zona aeróbia e zona anaeróbia. Desta forma, a prescrição da intensidade do exercício de acordo com os limiares ventilatórios permite que a fonte metabólica predominante seja a mesma, independentemente do nível de treinamento do indivíduo. Comparando a prescrição

de uma sessão de exercício a partir de porcentagens do $VO_{2m\acute{a}x}$, a prescrição a partir dos limiares ventilatórios parece ser mais precisa no que tange a intensidade metabólica para mesma intensidade relativa [31, 32].

2.3 INTENSIDADE DO EXERCÍCIO AERÓBICO E LPP:

Embora seja evidente que o exercício aeróbico possui um papel muito importante na prevenção das complicações relacionadas à LPP, ainda não há um consenso sobre qual intensidade de exercício pode proporcionar as maiores reduções de LPP após uma refeição rica em gordura. Trombold e colaboradores (2013) compararam o efeito da realização de uma sessão aguda de exercício aeróbico intervalado de alta intensidade (alternando 2min 25% e 2min 90% VO_{2pico}) e contínuo de intensidade moderada (50% VO_{2pico} por 60min). Os autores concluíram que o exercício intervalado de alta intensidade foi mais efetivo na redução da LPP [33]. Corroborando com este resultado, o estudo de Gabriel et al. (2012), em que foram realizados dois protocolos de exercício aeróbico um intervalado de alta intensidade e outro contínuo de média intensidade, mostrou que exercícios intervalados de alta intensidade atenuam os valores de área sob a curva dos triglicerídeos plasmáticos após uma refeição rica em gordura [23]. Do mesmo modo, Jenkins et al (2011) relataram que o exercício aeróbico de média intensidade (75% $VO_{2m\acute{a}x}$), realizado 12 horas antes da ingestão de uma refeição rica em gordura, é capaz de reduzir os valores de área sob a curva de triglicerídeos plasmáticos durante as 4 horas após a ingestão [27].

Um fator que deve ser levado em conta é a diferença no gasto calórico entre as diferentes sessões de exercício, já que é possível que este mecanismo de redução da curva lipêmica esteja ligado ao grande gasto energético causado pelo exercício. Desta forma, alguns estudos compararam protocolos isocalóricos de exercício aeróbico de média intensidade realizado continuamente ou dividido durante o dia, os resultados foram semelhantes na redução da LPP da refeição hiperlipídica do dia seguinte [34, 35]. Para o exercício aeróbico de baixa intensidade as reduções de LPP são menos efetivas que o exercício de média intensidade [36], às vezes não apresentando reduções significativas dos TG plasmáticos, após a ingestão de uma refeição hiperlipídica, em relação ao repouso [37].

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Qual o efeito subagudo de duas sessões de exercício aeróbio em diferentes intensidades sobre a lipemia pós-prandial em sujeitos jovens saudáveis submetidos à refeição hiperlipídica?

3.2 OBJETIVOS

3.2.1 Objetivo geral

Verificar o efeito subagudo de duas sessões de exercício aeróbio com intensidades diferentes sobre a lipemia pós-prandial em sujeitos submetidos à refeição hiperlipídica.

3.2.2 Objetivos Específicos

Verificar o efeito subagudo de duas sessões subagudas de exercício aeróbio com intensidades diferentes na resposta pós-prandial dos seguintes marcadores:

- Triglicerídeos (TG);
- Colesterol Total (CT);
- Lipoproteínas de baixa densidade (LDL);
- Lipoproteínas de alta densidade (HDL);

3.3 HIPÓTESES

H1 - A curva lipêmica estará atenuada, após a refeição hiperlipídica, nos protocolos de exercício físico quando comparados ao dia de repouso.

H2 - O exercício com maior intensidade (10% abaixo do Limiar Ventilatório 2) atenuará de forma mais acentuada a curva lipêmica após a refeição hiperlipídica do que o menos intenso (realizado no Limiar Ventilatório 1).

3.4 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Foi utilizada uma amostra não probabilística voluntária dos estudantes da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A amostra foi composta por onze (11) homens fisicamente ativos, com idade entre 18 e 30 anos, sem diagnóstico de doenças crônicas, não fumantes e que sem nenhuma lesão ortopédica. Os sujeitos deveriam praticar atividades físicas de forma regular, deveriam ter IMC entre 18,5 e 25 kg/m² e consumo máximo de oxigênio (VO_{2máx}) na faixa de 35 à 55 ml.kg⁻¹.min⁻¹. As características gerais dos participantes encontram-se na Tabela 1.

3.4.1 Cálculo do tamanho da amostra

Para o cálculo de tamanho da amostra foi usado o nomograma de Altman (1982), onde a potência foi de 0,8, o valor de α foi de 0,5 e a diferença padronizada foi de 1,07, gerando um “n” de 11 pessoas incluindo 10% para futuras perdas. Como referência foi utilizado o estudo de Gabriel e colaboradores (2012) e a variável considerada para o cálculo da diferença padronizada foi a área sob a curva Área abaixo da curva (AUC) de triglicerídeos [23].

3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Na primeira visita, os sujeitos selecionados para o estudo foram ao Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAPEX) da UFRGS, onde receberam explicações sobre o projeto e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) – Apêndice 1. Aqueles que aceitaram participar do estudo, neste dia, passaram pelas seguintes avaliações: anamnese (Apêndice 2), avaliação antropométrica, taxa metabólica basal (TMB) e consumo máximo de oxigênio (VO_{2máx}). O estudo seguiu as recomendações da declaração de Helsinki.

Os sujeitos que se encaixaram nos critérios de inclusão foram agendados para voltar ao laboratório onde realizaram três protocolos, dois de exercício e um em repouso (Figura 1). Os protocolos foram realizados de forma randomizada, havendo intervalo de uma semana entre estes, e constituíram dois dias de coletas.

No dia 1, ao final do dia, os sujeitos chegaram ao laboratório para realizar um dos três protocolos, dependendo do sorteio: BI – exercício de intensidade baixa (no Limiar Ventilatório 1); MI – intensidade moderada (10% abaixo do Limiar Ventilatório 2); ou Rep – repouso. Logo após, os sujeitos recebiam, no laboratório, uma refeição padrão e foram instruídos a realizar novamente 12h de jejum.

No dia 2, os sujeitos chegavam ao laboratório no primeiro horário da manhã para a realização de uma coleta sanguínea basal. Logo após, recebiam uma refeição hiperlipídica, na qual eles tinham 10 minutos para consumir. Foram feitas coletas sanguíneas de 1 à 5h após o consumo da refeição para análise de TG, CT, LDL e HDL.

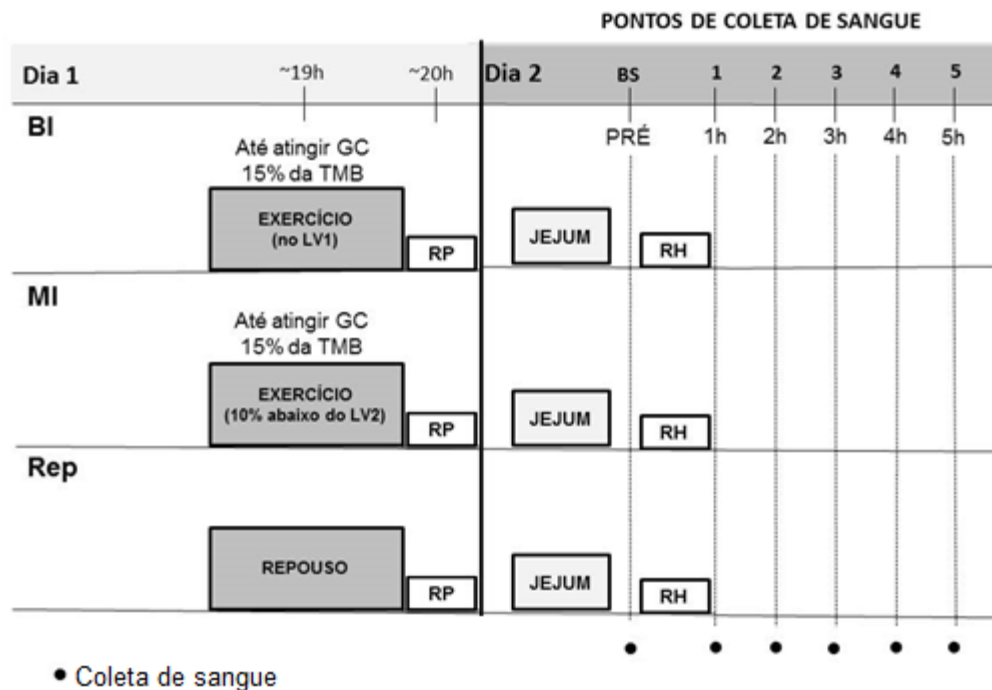


Figura 2. Desenho Experimental. BI: protocolo de baixa intensidade (no Limiar Ventilatório 1); MI: protocolo de moderada intensidade (10% abaixo do Limiar Ventilatório 2); Rep: repouso; RP: refeição padrão; GC: gasto calórico; TMB: taxa metabólica basal; RH: refeição hiperlipídica.

3.6 PROTOCOLOS DE EXERCÍCIO

Para o controle das intensidades de exercício físico durante os protocolos foi mensurado o consumo de oxigênio (VO_2) por um sistema de análise de gases

através de um ergoespirômetro (COSMED, modelo Quark CPET). O teste de consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) permitiu a obtenção dos valores de VO_2 referentes às intensidades do Limiar Ventilatório 1 (LV1) no BI e 10% abaixo do Limiar Ventilatório 2 (LV2) no MI.

Para determinar a velocidade referente ao VO_2 desejado, utilizou-se a tabela de requerimento energético aproximado de acordo com as diretrizes do ACSM [38]. A partir dessa tabela, pode-se estimar a velocidade condizente ao consumo em METs, através do simples divisão do VO_2 alvo por 3,5 (valor do consumo de oxigênio correspondente à 1 MET). Com a obtenção do valor em METs pode-se estimar a velocidade em $Km.h^{-1}$ através da tabela de requerimento energético aproximado. O aquecimento durou 6 minutos que foram divididos em 3 minutos de uma velocidade correspondente a 33% da velocidade de teste e mais 3 minutos para uma velocidade que correspondesse a 66% da velocidade de teste. E somente após os 6 minutos de aquecimento é que a velocidade era elevada até 100% da correspondente à intensidade desejada. Para que o sujeito mantivesse o VO_2 alvo, pequenos ajustes de velocidade foram realizados durante os protocolos, quando necessário.

A duração dos protocolos foi controlada a partir do gasto calórico (GC) da sessão que deveria ser de 15% da TMB. O cálculo do GC ocorreu ao final de cada minuto onde o VO_2 alvo era convertido ao valor de METs correspondente e esse valor multiplicado por 1 que representa o número de kcal equivalente a 1 MET [39]. O somatório do GC a cada minuto foi realizado e indicou quando os sujeitos deveriam encerrar a sessão. Após o GC estabelecido, o teste era imediatamente encerrado e dois minutos de recuperação ativa em baixa intensidade era realizado. Durante o Protocolo repouso (Rep) os sujeitos permaneciam em repouso por 30 minutos sem prática de nenhuma atividade física.

4 INSTRUMENTOS DE MEDIDAS E PROCEDIMENTOS DE COLETAS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

4.1.1 Anamnese

Para controle dos dados, foi utilizada uma ficha de anamnese incluindo: nome do sujeito data de nascimento, ocupação, telefone, e-mail, histórico do sujeito (em relação às doenças), uso de medicamentos, tabagismo, frequência e nível de atividade física (Apêndice 2).

4.1.2 Avaliação da composição corporal

As marcações dos locais e a técnica de tomada das dobras cutâneas seguiram os padrões da Sociedade Internacional para o Avanço da Cineantropometria (ISAK). Os cálculos da composição corporal foram realizados usando a metodologia de cinco componentes [40]. As dobras cutâneas foram mensuradas utilizando-se um plicômetro (Harpenden Científico, Cescorf, Porto Alegre, Brasil), diâmetros ósseos por paquímetro e antropômetro (Cescorf, Porto Alegre, Brasil), perímetros medidos usando fita métrica, massa e estatura medidas por meio de balança e estadiômetro (OS-180, Urano, RS/Brasil).

4.1.3 Ergoespirometria

O consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) foi determinado usando um sistema de análise de gases expirados (COSMED, modelo Quark CPET), calibrado diariamente. Os testes de carga progressiva foram realizados em uma esteira ergométrica (Quinton Instruments - Seattle – USA), seguindo protocolo em rampa. Velocidade inicial de 7km/h, com aumento de 1km/h a cada minuto. Uma faixa telemétrica foi posicionada para monitorar continuamente a Frequência Cardíaca (FC) dos participantes (monitor de frequência cardíaca COSMED integrado ao sistema). O teste teve duração de 8-12 minutos de acordo com as recomendações do *American College of Sports Medicine* [41] e encerrou sempre que os participantes

atingiram um dos seguintes critérios: (a) Platô no consumo de oxigênio; (b) Frequência cardíaca \geq predita para idade; (c) Valor de taxa de troca respiratória $> 1,15$; (d) percepção subjetiva de esforço > 18 ou quando o participante voluntariamente interromper o teste.

A determinação dos limiares ventilatórios e do VO_{2max} obedeceu os seguintes critérios [42, 43]:

LV1 - a mínima velocidade em que VE/VO_2 apresenta um aumento sistemático sem um aumento concomitante de VE/VCO_2 .

LV2 - a mínima velocidade em que VE/VO_2 apresenta um aumento concomitante com VE/VCO_2 .

Caso nenhum dos critérios acima possa estabelecer o LV2, um aumento não linear da RER será utilizado.

O VO_{2max} - a intensidade mínima em que os valores de VO_2 atinjam um platô. Um platô foi considerado como uma variação inferior a $1,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ mesmo com incrementos subsequentes da intensidade do exercício. Quando um platô não foi alcançado, utilizou-se o valor de VO_2 pico.

Os limiares ventilatórios foram determinados por inspeção visual dos gráficos por dois avaliadores experientes.

4.1.4 Taxa Metabólica Basal (TMB)

No dia do teste de TMB os sujeitos foram instruídos a não realizar atividades físicas de intensidade moderada a alta 24 horas antes do teste, uma noite de sono de no mínimo 8 horas, jejum por 12 horas, bem como, não consumir álcool, cafeína ou qualquer tipo de medicação neste período sem comunicação prévia à equipe pesquisadora, sendo permitindo o consumo de água pura ad libitum. Todos os testes de TMB ocorreram entre 07h30min e 08h30min em sala climatizada entre 20 e 25°C, com ruído e luminosidade baixos. O protocolo consiste de 10 minutos de repouso em maca na posição de decúbito dorsal, seguidos de 30 minutos de captação de gases expirados. Para determinação dos valores de VO_2 e VCO_2 utilizou-se um analisador de gases computadorizado (CORTEX – modelo Metalyzer 3B). Para análise dos dados foram descartados os primeiros 10 minutos de captação de gases, sendo usados para o cálculo da TMB os valores de VO_2 e VCO_2 (l/min) dos

20 minutos finais de cada coleta fazendo-se a média dos valores do período. Para a obtenção dos valores de kcal/dia utilizamos a equação proposta por Weir, 1949: $[(3,9 \times \text{VO}_2) + (1,1 \times \text{VCO}_2)] \times 1440$ [44].

4.2 CONTROLE DIETÉTICO

Todos os participantes foram instruídos a não consumir bebidas alcoólicas e/ou que contenham cafeína por no mínimo 48 horas anteriores aos dias de avaliação. Além disso, para evitar influência das refeições anteriores nos resultados, os sujeitos receberam a tarefa de observar todas as refeições do dia prévio ao primeiro protocolo. Dessa forma, eles deveriam repetir a alimentação no dia anterior à cada protocolo.

4.2.1 Refeição Padrão

A refeição padrão foi composta por 60% de carboidratos, 20% de lipídeos e 20% de proteínas. O conteúdo energético foi calculado individualmente a partir de 50% da TMB de um dia, isto é, o GC basal de 12 horas. A refeição utilizada foi uma pizza mozzarella e maltodextrina diluída em água. Os indivíduos tiveram 20 minutos para consumir a refeição.

4.2.2 Refeição Hiperlipídica

A refeição hiperlipídica foi composta por 35% Carboidratos, 50% Lipídeos e 15% Proteínas. O conteúdo energético foi formulado a partir do valor das 12 horas de jejum a partir de 50% da TMB. Foi fornecido uma refeição mista de pão francês, margarina, queijo mozzarella, leite integral e achocolatado. Os indivíduos tiveram 10 minutos para consumir a refeição.

4.3 AVALIAÇÃO SANGUÍNEA

4.3.1 Amostras sanguíneas

As coletas de sangue foram realizadas em região antecubital, por um profissional capacitado utilizando um cateter para realização das coletas.

4.3.2 Preparação das amostras

Para preparação das amostras de perfil lipídico (TG, CT e HDL) utilizou-se o tubo do tipo vacutainer contendo EDTA. O sangue foi centrifugado a 3500rpm por 10min e o plasma armazenado em -80°C para análise [45, 46].

4.3.3 Análise das Amostras

As análises de perfil lipídico (TG, CT e HDL) foram realizadas por método enzimático colorimétrico utilizando um analisador bioquímico (Cobas C111 – Roche). O colesterol LDL foi calculado utilizando a Equação Friedewald [47].

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os valores foram apresentados como média \pm DP. A normalidade dos dados foi testada pelo teste Shapiro-Willk. Foi realizado o teste *t* de *Student* para verificar diferença significativa dos dados paramétricos de caracterização da amostra.

Foi realizada uma ANOVA de modelo misto seguida de um post hoc de Bonferroni para verificar o efeito dos protocolos e dos momentos sobre as variáveis sanguíneas. Existindo um efeito do protocolo foi realizado uma ANOVA de um fator com post hoc de Bonferroni para identificar a diferença. Existindo um efeito do momento realizou-se uma ANOVA de medidas repetidas com post hoc de Bonferroni para comparação dos valores de LDL e HDL e dos valores de TG. Realizou-se o teste de esfericidade de Mauchly, quando os dados não apresentaram esfericidade assumida foi utilizado o fator de correção Épsilon de Greenhouse-Geisser.

Foi realizado um cálculo de Área abaixo da curva (AUC) utilizando o método

trapezoidal. A diferença entre os protocolos da AUC foi verificada utilizando uma anova de um fator com post hoc de Bonferroni.

Os valores de $p \leq 0,05$ foram considerados estatisticamente significativos. Foi utilizado o software SPSS versão 20.

5 RESULTADOS:

Os dados de características gerais dos sujeitos encontram-se expostos na tabela abaixo.

Tabela 1. Características gerais dos participantes.

	Média ± DP
Idade (anos)	23,18 ±2,99
Massa Corporal (kg)	73,69 ± 9,83
Estatura (cm)	1,77 ± 0,058
IMC (kg/m ²)	23,43 ± 2,43
TMB (kcal/dia)	1882,72 ± 157,65
VO _{2Máx} (ml/kg/min ⁻¹)	47,79 ± 6,10
Massa Muscular (kg)	34,50 ± 6,10
Massa Adiposa (kg)	18,78 ± 3,31
Somatório de dobras cutâneas (mm)	70,13 ±18,53

IMC: índice de massa corporal; TMB: taxa metabólica basal; VO_{2max}: consumo máximo de oxigênio. O somatório de dobras cutâneas foi realizado com as seguintes dobras: tricipital, subescapular, supraespinhal, abdominal, coxa e panturrilha.

5.1 EXERCÍCIO

O gasto calórico (GC) foi controlado durante os dois protocolos de exercício. Houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$) entre os protocolos de exercício em relação ao consumo de oxigênio e tempo durante as sessões. O protocolo de MI apresentou maiores valores de consumo de oxigênio em relação ao BI ($36,87 \pm 4,30$ vs. $31,22 \pm 4,44$ ml.kg⁻¹.min⁻¹ $p < 0,001$, respectivamente). Já o tempo de duração da sessão MI foi menor em relação ao BI ($32,54 \pm 3,93$ vs. $37,54 \pm 4,76$ min $p < 0,001$, respectivamente).

Tabela 2. Respostas dos protocolos de exercício

	Média ± DP
Gasto Calórico (kcal)	282,4 ± 23,7
VO ₂ alvo BI (ml/kg/min ⁻¹)	31,22 ± 4,44
Tempo BI (min)	37,54 ± 4,76
VO ₂ alvo MI (ml/kg/min ⁻¹)	36,87 ± 4,30*
Tempo MI (min)	32,54 ± 3,93*

*Diferença entre protocolos de exercício $p < 0,001$. BI: protocolo de baixa intensidade; MI: protocolo de média intensidade; VO₂: consumo de oxigênio alvo durante o protocolo.

5.2 TRIGLICERÍDEOS

A análise dos triglicerídeos (TG) plasmáticos ao longo do tempo entre os grupos apresentou diferença dos protocolos de exercício em relação ao repouso ($p < 0,05$). O protocolo MI apresentou valores menores que o Rep nos respectivos momentos 3h ($86,57 \pm 33,91$ vs. $160,01 \pm 44,25$ mg.dl⁻¹ $p < 0,05$), 4h ($109,02 \pm 34,88$ vs. $152,17 \pm 42,94$ mg.dl⁻¹ $p < 0,05$) e 5h ($91,98 \pm 13,23$ vs. $124,34 \pm 39,13$ mg.dl⁻¹ $p < 0,05$). O protocolo de BI apresentou menor concentração plasmática de TG, em comparação ou Rep, apenas no momento 4h ($112,20 \pm 25,08$ vs. $152,17 \pm 42,94$ mg.dl⁻¹ $p < 0,05$). Entre os protocolos de exercício não houve diferença significativa em nenhum dos momentos ($p > 0,05$).

Quando analisadas, separadamente, as concentrações plasmáticas de TG entre os momentos de cada protocolo, o BI não apresentou diferença significativa em relação aos momentos. Durante o protocolo MI, as concentrações de TG foram maiores que o momento BS nos respectivos pontos 2h ($70,15 \pm 17,55$ vs. $115,01 \pm 42,33$ mg.dl⁻¹ $p < 0,01$), 4h ($70,15 \pm 17,55$ vs. $109,02 \pm 34,88$ mg.dl⁻¹ $p < 0,01$) e 5h ($70,15 \pm 17,55$ vs. $91,98 \pm 13,23$ mg.dl⁻¹ $p < 0,01$). Ainda no MI, os incrementos de TG foram maiores que a 1h no momento 2h ($89,45 \pm 29,14$ vs. $115,01 \pm 42,33$ mg.dl⁻¹ $p < 0,01$), respectivamente. No protocolo Rep as concentrações plasmáticas de TG foram maiores que o BS nos momentos 3h ($p < 0,01$) e 4h ($p < 0,05$). O momento 5h foi menor que o momento 3h ($p < 0,05$), no Rep.

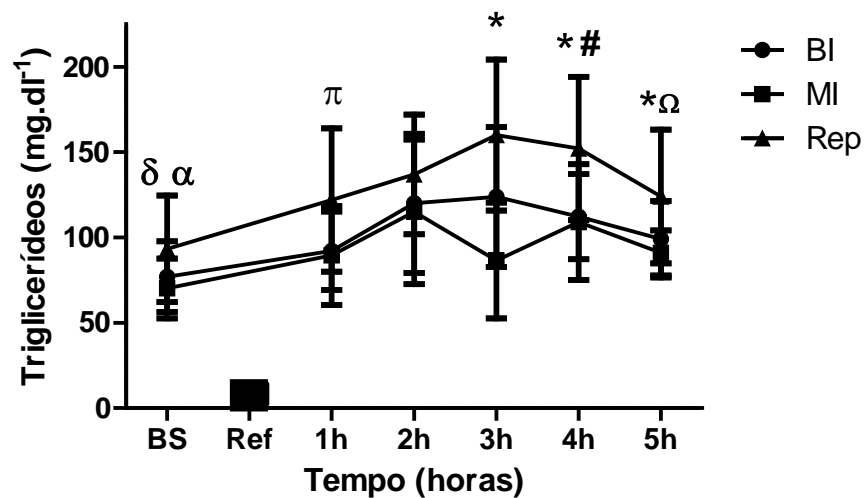


Figura 3. Concentrações plasmáticas de Triglicerídeos durante os protocolos de exercício e repouso.*Protocolo MI significativamente menor que Rep ($p<0,05$). # Protocolo BI significativamente menor que Rep ($p<0,05$). δ Diferença significativa, no protocolo MI, do momento BS em relação aos momentos 2h, 4h ($p<0,05$) e 5h ($p<0,01$). π Diferença significativa, no protocolo MI, do momento 1h em relação ao momento 2h ($p<0,01$). α Diferença significativa, no protocolo Rep, do momento BS para 3h ($p<0,01$) e 4h ($p<0,05$). Ω Diferença significativa, no protocolo Rep, do momento 5h em relação ao 3h. Protocolo de baixa intensidade (BI); Protocolo de média intensidade (MI); Protocolo repouso (Rep); Momento basal (BS); Horário da refeição (Ref).

O valor total de AUC apresentou diferença significativa dos protocolos de exercício em relação ao repouso. O BI foi significativamente menor que o Rep ($579,09 \pm 130,39$ vs. $734,15 \pm 168,95$ $\text{mg.dl}^{-1} \cdot 5,5\text{h}^{-1}$ $p<0,05$), assim como o MI foi menor que o Rep ($521,06 \pm 127,39$ vs. $734,15 \pm 168,95$ $\text{mg.dl}^{-1} \cdot 5,5\text{h}^{-1}$ $p<0,05$). Não houve diferença entre os protocolos de exercício ($p>0,05$). O protocolo MI apresentou uma redução de 29,03% em relação ao Rep, o BI apresentou uma redução de 21,13% em relação ao Rep. Quando comparados os dois protocolos de exercício, o MI apresentou uma redução, embora não significativa, de 7,9% que o BI.

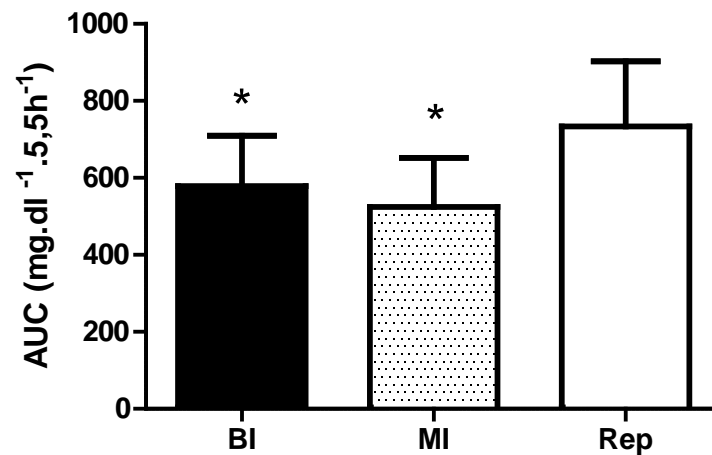


Figura 4. Área abaixo da curva total (AUC) de Triglicerídeos durante os protocolos de exercício e repouso. *Diferença do protocolo em relação ao REP ($p < 0,05$). Protocolo de baixa intensidade (BI); Protocolo de média intensidade (MI); Protocolo repouso (Rep).

Para verificar o efeito dos protocolos de exercício em cada sujeito, calculou-se a variação dos valores de AUC do protocolo Rep em relação ao BI e Rep em relação ao MI, conforme os gráficos 6 e 7, respectivamente. Dessa forma obteve-se a resposta de cada sujeito sobre a AUC de TG. Quando analisada a resposta da intensidade na AUC de cada sujeito, percebe-se que no protocolo BI, dois sujeitos não responderam ao exercício de baixa intensidade. Quando avaliado em percentual, 81,81% dos sujeitos responderam à intensidade do protocolo BI. No protocolo MI, apenas um sujeito não respondeu à intensidade moderada na AUC correspondente. Nesse protocolo, 90,90% dos sujeitos responderam à MI.

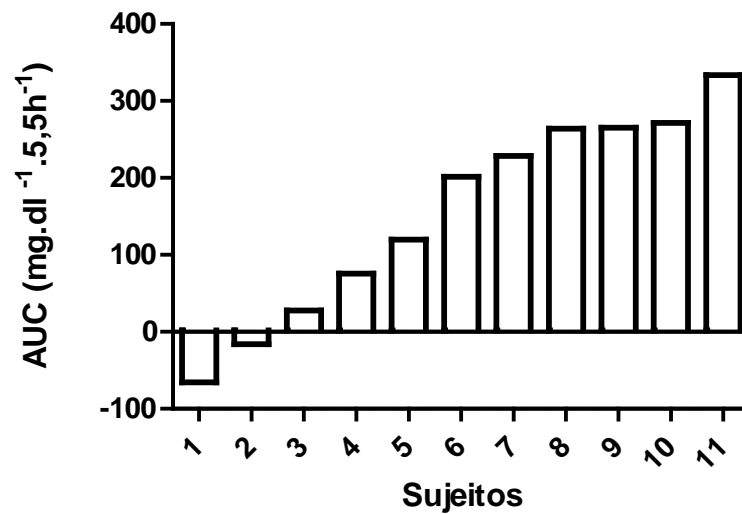


Figura 5. Representa a resposta individual referente à área abaixo da curva (AUC) total de triglicerídeos no protocolo de BL.

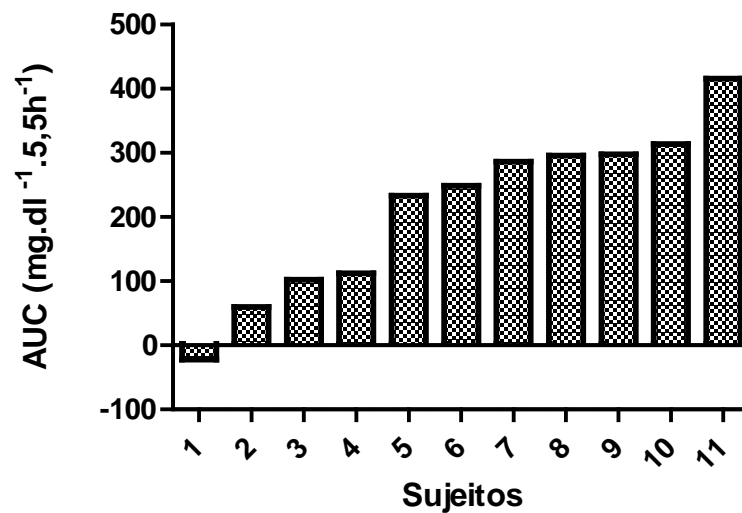


Figura 6. Representa a resposta individual referente à área abaixo da curva (AUC) total de triglicerídeos no protocolo de MI.

5.3 COLESTEROL TOTAL, LDL e HDL

Os valores de colesterol total não diferiram entre os protocolos ou entre os momentos.

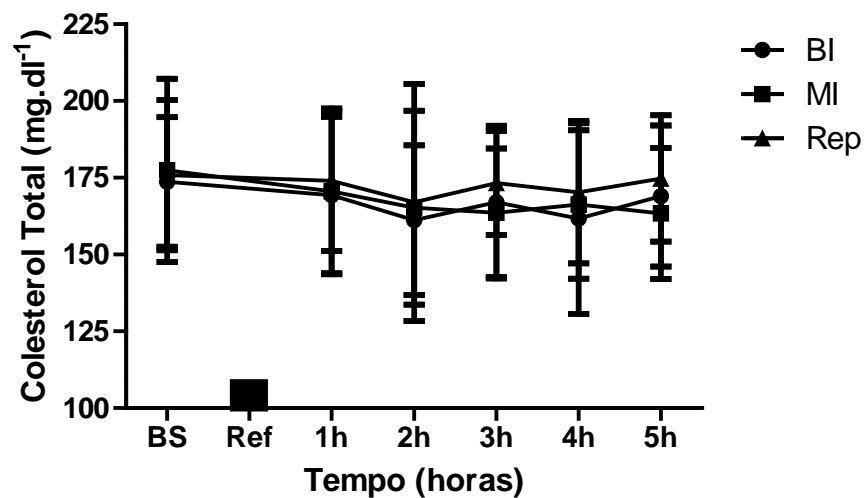


Figura 7. Concentrações plasmáticas de Colesterol Total durante os protocolos de exercício e repouso.

Não apresenta diferença significativa entre protocolos. Protocolo de baixa intensidade (BI); Protocolo de média intensidade (MI); Protocolo repouso (Rep).

As concentrações de LDL apresentaram diferenças em relação ao basal (BS) nos momentos 2h e 3h no BI ($p < 0,05$) e, quando comparado ao momento 1h, as 2h apresentaram menor concentração no BI ($p < 0,05$). As concentrações de LDL foram menores, apenas, no momento 2h em relação ao basal no protocolo MI ($p < 0,05$). Os valores de HDL diferiram no momento 1h quando comparado ao momento 2h no protocolo BI ($p < 0,05$). No protocolo MI, o momento 4h foi menor que o 1h ($p < 0,05$).

Tabela 3. Concentrações plasmáticas de LDL e HDL durante os protocolos de exercício e repouso.

Tempo (horas)	LDL (mg.dl ⁻¹)			HDL (mg.dl ⁻¹)		
	Rep	BI	MI	Rep	BI	MI
BS	115,73 ± 21,73	116,4 ± 21,11	120,25 ± 27,94	41,54 ± 6,16	41,88 ± 5,02	43,13 ± 6,93
1h	108,69 ± 21,45	109,86 ± 22,8	110,67 ± 29,49	40,90 ± 6,46	41,05 ± 7,22	41,98 ± 5,32
2h	101,20 ± 34,69	98,52 ± 24,36*#	101,34 ± 28,60*	37,76 ± 6,81	38,69 ± 5,77#	40,93 ± 7,62
3h	100,72 ± 20,93	103,25 ± 24,15*	107,13 ± 26,91	39,22 ± 5,34	39,05 ± 5,87	39,15 ± 5,37
4h	103,38 ± 21,11	101,38 ± 25,73	106,05 ± 21,80	37,38 ± 3,74	37,89 ± 6,75	38,48 ± 4,91#
5h	111,43 ± 21,35	109,27 ± 22,19	105,06 ± 20,52	38,12 ± 6,17	39,80 ± 5,59	39,97 ± 5,18

*Diferença significativa entre o ponto basal ($p < 0,05$). #Diferença significativa entre a 1h ($p < 0,05$). Protocolo de baixa intensidade (BI); Protocolo de média intensidade (MI); Protocolo repouso (Rep).

6 DISCUSSÃO:

O maior achado do presente estudo foi que o exercício de MI atenuou, por mais tempo (3h, 4h e 5h), os valores de TG plasmático em relação ao protocolo de BI. Dessa forma, o exercício de maior intensidade foi o atenuador mais expressivo da curva lipêmica após a refeição hiperlipídica em comparação com o menos intenso. Isso pode ocorrer em função da maior atividade da enzima LLP e da acelerada remoção dos TG no sangue, graças a uma acentuada oxidação lipídica na intensidade mais elevada do exercício aeróbico [28, 29]. Já o protocolo de BI apresentou atenuação do aumento da LPP apenas no momento 4h, em relação ao Rep. Assim, o protocolo MI parece mais efetivo para reduzir a LPP e as complicações da maior exposição do endotélio vascular a elevados valores de TG, do que o protocolo BI. Esse achado corrobora com o estudo de Trombold, et al. (2014), o qual comparou o efeito subagudo de exercício aeróbico de intensidade moderada e baixa intensidade. Nesse estudo, os autores concluíram que o exercício aeróbico de intensidade moderada é mais eficaz na atenuação dos aumentos de TG plasmáticos após a ingestão de uma refeição hiperlipídica [36].

Quando avaliada as diferenças entre momentos de cada protocolo, o BI apresentou um comportamento da curva semelhante ao protocolo Rep, com seu pico no momento 3h. Esse achado, embora menos comum, já foi encontrado anteriormente na literatura [48]. O aumento de TG plasmáticos, durante os momentos, no BI não foi significativamente maior em relação a nenhum momento e isso pode ter relação com o exercício, mas também com o valor basal mais elevado que partiu o BI. Já no MI o pico da curva não ocorreu, mostrando dessa forma, uma maior atenuação do aumento da curva lipêmica em relação aos outros protocolos.

Outro achado importante foi que o exercício aeróbico foi capaz de reduzir os valores de AUC de triglicérides, que vai ao encontro da primeira hipótese do trabalho que esperava encontrar a curva lipêmica atenuada, após a refeição hiperlipídica, nos protocolos de exercício físico quando comparados ao dia de repouso. Não houve diferença entre os protocolos de exercício. Porém, quando analisados os valores de AUC da LPP em percentual, observa-se que o protocolo MI apresentou uma diferença não significativa de 7,9% menor do que o protocolo BI em relação ao Rep (29,03% vs. 21,13%, respectivamente). Dessa forma, o exercício pode ter como característica a aceleração da remoção de TG no sangue e assim

refletir na menor concentração plasmática de TG. Quando analisada a resposta da AUC de cada sujeito para as intensidades correspondentes, percebe-se que o MI foi 10,10% (1 sujeito) mais responsivo que o BI. Assim, o MI possui a capacidade de atenuar de forma mais expressiva a curva de TG em um valor geral para os sujeitos e, dessa forma, expor menos o sistema cardiovascular a complicações associadas à hipertrigliceridemia.

Conforme esperado, os valores de colesterol total não diferiram entre protocolos ou entre momentos de cada protocolo. Esses achados corroboram o estudo de Clegg, et al. (2007), no qual avaliou-se a LPP após a execução de uma sessão de exercício aeróbio seguido da ingestão de uma refeição hiperlipídica. Os níveis de CT não mudaram significativamente em nenhum dos momentos analisados pelos autores [49]. As reduções de HDL e LDL apresentadas tanto no protocolo BI como MI, embora sejam relativamente curiosas, não apresentam relevância clínica.

Sendo assim, a capacidade cardiometabólica do exercício aeróbio parece ser potencializada em intensidades maiores, atenuando por mais tempo o aumento dos valores de TG plasmático. Isso pode ser devido à maior atividade da enzima LLP aumentando a remoção de triglicerídeos plasmáticos. O efeito subagudo do exercício aeróbio apresenta as maiores reduções dos valores de LPP [27] quando comparado com análise do exercício aeróbio de maneira aguda [37, 48].

De acordo com nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo sobre respostas lipêmicas ao exercício que baseou a intensidade do exercício nos limiares ventilatórios, o que torna mais difícil a comparação direta com outros estudos. No entanto, o uso de limiares ventilatórios no lugar de percentuais do consumo de oxigênio permite que as intensidades metabólicas sejam as mesmas entre os sujeitos. E, dessa forma, é possível equiparar os sujeitos pela mesma rota metabólica para uma mesma intensidade relativa de exercício.

7 CONCLUSÃO:

O presente estudo mostra que o exercício de maior intensidade (10% abaixo do LV2) realizado 12h antes da ingestão de uma refeição hiperlipídica é capaz de atenuar por maior tempo a curva lipêmica, após o consumo de uma refeição hiperlipídica, quando comparado ao exercício de menor intensidade (LV1).

8 APLICAÇÕES PRÁTICAS:

O trabalho fornece informações pertinentes para o treinamento que precede uma refeição rica em gordura. Quando o objetivo for atenuar o aumento da curva lipêmica causada pela refeição hiperlipídica, recomenda-se a prática de exercício aeróbico de média intensidade, que pode ser mensurado através da frequência cardíaca ou da escala de percepção subjetiva de esforço, com tempo aproximado de 30 minutos, 12h antes da ingestão do alimento rico em gordura.

REFERÊNCIAS

1. Kolovou, G. and T.C. Ooi, *Postprandial lipaemia and vascular disease*. *Curr Opin Cardiol*, 2013. **28**(4): p. 446-51.
2. Tyldum, G.A., et al., *Endothelial dysfunction induced by post-prandial lipemia: complete protection afforded by high-intensity aerobic interval exercise*. *J Am Coll Cardiol*, 2009. **53**(2): p. 200-6.
3. Wallace, J.P., et al., *Postprandial lipaemia, oxidative stress and endothelial function: a review*. *Int J Clin Pract*, 2010. **64**(3): p. 389-403.
4. Katsanos, C.S., *Prescribing aerobic exercise for the regulation of postprandial lipid metabolism : current research and recommendations*. *Sports Med*, 2006. **36**(7): p. 547-60.
5. Organization, W.H., *The top 10 causes of death*, 2011.
6. Beaglehole, R., R. Saracci, and S. Panico, *Cardiovascular diseases: causes, surveillance and prevention*. *Int J Epidemiol*, 2001. **30 Suppl 1**: p. S1-4.
7. Tushuizen, M.E., et al., *Two consecutive high-fat meals affect endothelial-dependent vasodilation, oxidative stress and cellular microparticles in healthy men*. *J Thromb Haemost*, 2006. **4**(5): p. 1003-10.
8. Gill, J.M. and A.E. Hardman, *Postprandial lipemia: effects of exercise and restriction of energy intake compared*. *Am J Clin Nutr*, 2000. **71**(2): p. 465-71.
9. Cox-York, K.A., et al., *The effects of sex, metabolic syndrome and exercise on postprandial lipemia*. *Metabolism*, 2013. **62**(2): p. 244-54.
10. Trumbo, P., et al., *Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids*. *J Am Diet Assoc*, 2002. **102**(11): p. 1621-30.
11. Kopelman, P.G., *Obesity as a medical problem*. *Nature*, 2000. **404**(6778): p. 635-43.
12. Lopez-Miranda, J., C. Williams, and D. Lairon, *Dietary, physiological, genetic and pathological influences on postprandial lipid metabolism*. *Br J Nutr*, 2007. **98**(3): p. 458-73.
13. Zimmermann, R., et al., *Fate of fat: the role of adipose triglyceride lipase in lipolysis*. *Biochim Biophys Acta*, 2009. **1791**(6): p. 494-500.
14. Nordestgaard, B.G. and J.J. Freiberg, *Clinical relevance of non-fasting and postprandial hypertriglyceridemia and remnant cholesterol*. *Curr Vasc Pharmacol*, 2011. **9**(3): p. 281-6.
15. Ginsberg, H.N., *Lipoprotein physiology*. *Endocrinol Metab Clin North Am*, 1998. **27**(3): p. 503-19.
16. Jackson, K.G., S.D. Poppitt, and A.M. Minihane, *Postprandial lipemia and cardiovascular disease risk: Interrelationships between dietary, physiological and genetic determinants*. *Atherosclerosis*, 2012. **220**(1): p. 22-33.
17. Gill, J.M., et al., *Effects of prior moderate exercise on postprandial metabolism and vascular function in lean and centrally obese men*. *J Am Coll Cardiol*, 2004. **44**(12): p. 2375-82.
18. Dias, R.G., C.E. Negrao, and M.H. Krieger, *Nitric oxide and the cardiovascular system: cell activation, vascular reactivity and genetic variant*. *Arq Bras Cardiol*, 2011. **96**(1): p. 68-75.
19. Plaisance, E.P. and G. Fisher, *Exercise and dietary-mediated reductions in postprandial lipemia*. *J Nutr Metab*, 2014. **2014**: p. 902065.
20. Kodama, S., et al., *Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis*. *JAMA*, 2009. **301**(19): p. 2024-35.
21. Paffenbarger, R.S., Jr., et al., *The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men*. *N Engl J Med*, 1993. **328**(8): p. 538-45.
22. Merrill, J.R., et al., *Hyperlipemic response of young trained and untrained men after a high fat meal*. *Arteriosclerosis*, 1989. **9**(2): p. 217-23.
23. Gabriel, B., et al., *High-intensity exercise attenuates postprandial lipaemia and markers of oxidative stress*. *Clin Sci (Lond)*, 2012. **123**(5): p. 313-21.

24. Tsetsonis, N.V., A.E. Hardman, and S.S. Mastana, *Acute effects of exercise on postprandial lipemia: a comparative study in trained and untrained middle-aged women*. *Am J Clin Nutr*, 1997. **65**(2): p. 525-33.
25. Hardman, A.E., J.E. Lawrence, and S.L. Herd, *Postprandial lipemia in endurance-trained people during a short interruption to training*. *J Appl Physiol* (1985), 1998. **84**(6): p. 1895-901.
26. Miyashita, M., S.F. Burns, and D.J. Stensel, *Acute effects of accumulating exercise on postprandial lipemia and C-reactive protein concentrations in young men*. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2009. **19**(6): p. 569-82.
27. Jenkins, N.T., et al., *Prior endurance exercise prevents postprandial lipaemia-induced increases in reactive oxygen species in circulating CD31+ cells*. *J Physiol*, 2011. **589**(Pt 22): p. 5539-53.
28. Gill, J.M. and A.E. Hardman, *Exercise and postprandial lipid metabolism: an update on potential mechanisms and interactions with high-carbohydrate diets (review)*. *J Nutr Biochem*, 2003. **14**(3): p. 122-32.
29. Grandjean, P.W., S.F. Crouse, and J.J. Rohack, *Influence of cholesterol status on blood lipid and lipoprotein enzyme responses to aerobic exercise*. *J Appl Physiol* (1985), 2000. **89**(2): p. 472-80.
30. Hardman, A.E., *The influence of exercise on postprandial triacylglycerol metabolism*. *Atherosclerosis*, 1998. **141 Suppl 1**: p. S93-100.
31. Ekkekakis, P., E.E. Hall, and S.J. Petruzzello, *Practical markers of the transition from aerobic to anaerobic metabolism during exercise: rationale and a case for affect-based exercise prescription*. *Prev Med*, 2004. **38**(2): p. 149-59.
32. Baldwin, J., R.J. Snow, and M.A. Febbraio, *Effect of training status and relative exercise intensity on physiological responses in men*. *Med Sci Sports Exerc*, 2000. **32**(9): p. 1648-54.
33. Trombold, J.R., et al., *Acute high-intensity endurance exercise is more effective than moderate-intensity exercise for attenuation of postprandial triglyceride elevation*. *J Appl Physiol* (1985), 2013. **114**(6): p. 792-800.
34. Gill, J.M., M.H. Murphy, and A.E. Hardman, *Postprandial lipemia: effects of intermittent versus continuous exercise*. *Med Sci Sports Exerc*, 1998. **30**(10): p. 1515-20.
35. Miyashita, M., S.F. Burns, and D.J. Stensel, *Exercise and postprandial lipemia: effect of continuous compared with intermittent activity patterns*. *Am J Clin Nutr*, 2006. **83**(1): p. 24-9.
36. Kim, I.Y., et al., *Effects of moderate- and intermittent low-intensity exercise on postprandial lipemia*. *Med Sci Sports Exerc*, 2014. **46**(10): p. 1882-90.
37. Petridou, A., et al., *Effect of exercise performed immediately before a meal of moderate fat content on postprandial lipaemia*. *Br J Nutr*, 2004. **91**(5): p. 683-7.
38. Thompson, P.D., et al., *ACSM's new preparticipation health screening recommendations from ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, ninth edition*. *Curr Sports Med Rep*, 2013. **12**(4): p. 215-7.
39. Byrne, N.M., et al., *Metabolic equivalent: one size does not fit all*. *J Appl Physiol* (1985), 2005. **99**(3): p. 1112-9.
40. (ISAK), I.S.f.t.A.o.K.S.f.t.A.o.K., *International standards for anthropometric assessment: a manual for teaching materials for accreditation*. 2nd. Ed., 2006.
41. ACSM, A.C.o.S.M., *Guidelines for Exercise Testing and Prescription; Eighth Edition; Wolters Kluwer Health*. Lippincott Williams & Wilkins; Baltimore, 2009.
42. Wasserman, K. and M.B. McIlroy, *Detecting the Threshold of Anaerobic Metabolism in Cardiac Patients during Exercise*. *Am J Cardiol*, 1964. **14**: p. 844-52.
43. Dekerle, J., et al., *Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power*. *Eur J Appl Physiol*, 2003. **89**(3-4): p. 281-8.
44. Weir, J.B., *New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism*. *J Physiol*, 1949. **109**(1-2): p. 1-9.

45. Koenig, W., et al., *C-Reactive protein, a sensitive marker of inflammation, predicts future risk of coronary heart disease in initially healthy middle-aged men: results from the MONICA (Monitoring Trends and Determinants in Cardiovascular Disease) Augsburg Cohort Study, 1984 to 1992*. *Circulation*, 1999. **99**(2): p. 237-42.
46. van den Burg, P.J., et al., *Aging, physical conditioning, and exercise-induced changes in hemostatic factors and reaction products*. *J Appl Physiol*, 2000. **88**(5): p. 1558-64.
47. Friedewald, W.T., R.I. Levy, and D.S. Fredrickson, *Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge*. *Clin Chem*, 1972. **18**(6): p. 499-502.
48. Silvestre, R., et al., *Effects of exercise at different times on postprandial lipemia and endothelial function*. *Med Sci Sports Exerc*, 2008. **40**(2): p. 264-74.
49. Clegg, M., et al., *Exercise and postprandial lipaemia: effects on peripheral vascular function, oxidative stress and gastrointestinal transit*. *Lipids Health Dis*, 2007. **6**: p. 30.

APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar de um estudo que avaliará os efeitos de diferentes intensidades de exercício aeróbico, que será realizado em esteira rolante, e do consumo de uma refeição hiperlipídica (rica em gordura) sobre marcadores de doenças cardiovasculares. Serão avaliados marcadores de inflamação, coagulação sanguínea e quebra do coagulo, estresse oxidativo e a função endotelial.

Para a sua participação será necessário que você compareça ao Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da Escola de Educação Física da UFRGS. Na primeira visita, haverá explicação sobre o projeto e assinatura deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Se você aceitar participar do estudo, neste dia, serão feitas as seguintes avaliações: uma avaliação da composição corporal, um exame de sangue de glicemia de não jejum e um teste em esteira ergométrica para avaliar sua condição aeróbia, ou seja, o seu consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$).

Caso você esteja dentro dos critérios de inclusão, iremos agendar para você vir ao laboratório para a realização das avaliações. Neste momento, será entregue e explicado para você um documento para preenchimento do Registro Alimentar de 24 horas, onde você deverá registrar todas as bebidas e alimentos consumidos nas 24 horas antes da avaliação e que, posteriormente, deverá ser devolvido ao nutricionista para análise. Nas 24 horas antes dos testes, você não deverá realizar atividades físicas de intensidade moderada a alta, não poderá consumir álcool, cafeína ou qualquer tipo de medicação sem comunicação prévia à equipe pesquisadora. Deverá ter uma noite de sono de no mínimo 8 horas e realizar jejum por 12 horas, sendo permitido o consumo de água.

No primeiro dia você chegará ao laboratório com 12h de jejum às 7h30 da manhã e fará a análise da taxa metabólica basal, que é uma avaliação onde verificamos a quantidade calórica ou energética que o corpo necessita durante 24h para se manter em repouso. Após, será feita uma avaliação por meio de ultrassom para verificar a função endotelial. Você poderá realizar suas atividades diárias fora do laboratório e retornará ao final do dia, às 19h, para

realizar uma das seguintes atividades: 1) 45min de exercício de intensidade moderada; 2) 45min de exercício de intensidade alta ou 3) repouso. Você não será avisado previamente se fará exercício ou ficará em repouso, pois será sorteado na

hora, portanto deverá vir preparado com roupa adequada para a realização de exercício físico, trazendo um calção e tênis. Logo após, receberá, no laboratório, uma refeição que será composta por pizza de mozzarella e um suplemento alimentar (maltodextrina) diluído em água e será instruído a realizar novamente 12h de jejum.

No dia seguinte, você chegará ao laboratório às 8h da manhã e fará a coleta sanguínea basal, onde será inserido um cateter em uma das veias perto da dobra do cotovelo, para que não tenha necessidade de perfurar o braço repetidas vezes. A inserção do cateter será realizada por um profissional capacitado e todos os materiais utilizados serão descartáveis. Logo após, será fornecido uma refeição de pão francês, margarina, queijo mozzarella, leite integral e achocolatado. Serão realizadas coletas sanguíneas pelo cateter de 1 à 7h após o consumo da refeição e também serão realizadas mais duas avaliações por ultrassom. Neste período, você ficará em repouso e poderá ler um livro ou trabalhar no seu computador.

Após uma semana, você deverá retornar ao laboratório para realizar novamente os dois dias de avaliação. Você deverá tentar repetir, no dia anterior às avaliações, a mesma alimentação descrita no primeiro Registro Alimentar de 24 horas e anotar novamente o que for ingerido. Isto é muito importante para não haja interferência da sua alimentação nos resultados de seus exames. Nessa semana, seguiremos o mesmo protocolo descrito anteriormente, porém com a realização de outra das atividades acima citadas. Por exemplo, caso você tenha ficado em repouso na semana anterior, fará desta vez 45min de exercício de intensidade moderada ou 45min de exercício de intensidade alta. Sendo assim, será necessário que você venha novamente em uma terceira semana para poder completar as 3 atividades.

Como benefício você terá os resultados de todos os testes sanguíneos que realizar durante o estudo, além dos outros resultados obtidos, como composição corporal, taxa metabólica basal e consumo máximo de oxigênio, que poderão ser utilizados por você, caso deseje no futuro, subsidiar um treinamento físico. Ressaltamos que todos os resultados serão mantidos em sigilo e, quando divulgados, preservarão o anonimato dos participantes.

Talvez você sinta um pequeno incômodo com a picada da agulha utilizada para a inserção do cateter, mas não deve sentir nada enquanto o tubo do cateter estiver sendo inserido na veia e nem durante o uso. Durante a realização do

exercício você poderá sentir algum desconforto devido à intensidade do exercício físico, assim como cansaço posteriormente.

A participação no estudo é voluntária e os participantes terão o direito a acessar seus resultados ao longo do estudo. Você é livre para realizar perguntas antes, durante e após o estudo, estando livre para desistir do mesmo em qualquer momento, sem prejuízo algum.

Os pesquisadores responsáveis comprometem-se a acompanhar os participantes e prestar eventuais informações a qualquer momento do estudo. Qualquer dúvida, dificuldade ou desconforto relacionado ao estudo, entre em contato com os pesquisadores responsáveis: Bruno Costa Teixeira pelo telefone 9925-0957, Renata Lopes Krüger pelo telefone 8189-9618 ou Álvaro Reischak de Oliveira pelo telefone 3308-5862 ou se preferir pode tirar suas dúvidas diretamente no comitê de ética em pesquisa da UFRGS, localizado à Av. Paulo Gama, 110 - 7º andar, Porto Alegre – RS, pelo fone 3308.3629. Este termo de compromisso livre e esclarecido deverá ser preenchido em duas vias, sendo uma mantida com o sujeito da pesquisa (você) e outra mantida arquivada pelo pesquisador.

Data: ___ / ___ / ___

Nome do voluntário:

Assinatura:

Pesquisador responsável:

Este documento foi revisado e aprovado de acordo com o número 878.731 pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS.

APÊNDICE 2 – ANAMNESE**IDENTIFICAÇÃO:**

NOME:

DATA DE NASCIMENTO:

OCUPAÇÃO:

HISTÓRIA PATOLÓGICA PREGRESSA:

DOENÇAS CRÔNICAS: () NÃO; () SIM. QUAIS?

TABAGISMO: ATUAL: () NÃO; () SIM. _____ CIGARROS POR DIA. HÁ _____ ANOS.

PASSADO: () NÃO; () SIM. _____ CIGARROS POR DIA. PERÍODO:

DIABETES: () NÃO; () SIM. DESDE QUANDO?

HIPERTENSÃO ARTERIAL: () NÃO; () SIM. DESDE QUANDO?

DOENÇA RENAL: () NÃO; () SIM. DESDE QUANDO?

DISLIPIDEMIA: () NÃO; () SIM. DESDE QUANDO? CIRURGIA GERAL: () NÃO; () SIM.
QUAL / QUANDO?

CIRURGIA ORTOPÉDICA: () NÃO; () SIM. QUAL / QUANDO?

FRATURA: () NÃO; () SIM. QUAL / QUANDO?

RESTRICÇÕES DE MOVIMENTOS ARTICULARES: () NÃO; () SIM. QUAL ARTICULAÇÃO
E DESDE QUANDO?MEDICAMENTOS DE USO CONTÍNUO: () NÃO; () SIM. QUAIS, DESDE QUANDO E
FREQUÊNCIA (DOSES)?

HISTÓRIA FAMILIAR:

DOENÇAS CARDIOVASCULARES, AVC OU MORTE SÚBITA PRECOCES:

(PARENTES DE 1º GRAU COM IDADE INFERIOR A 50 ANOS): () NÃO; () SIM. QUAIS, QUEM E QUANDO?

ATIVIDADES FÍSICAS REGULARES:

ATUAL: () NÃO; () SIM. ONDE, DESDE QUANDO, QUAIS ATIVIDADES E COM QUE FREQUÊNCIA:

NO PASSADO: () NÃO; () SIM. ONDE, QUANDO, QUAIS ATIVIDADES E COM QUE FREQUÊNCIA:

OBSERVAÇÕES: