



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO –
PPGAN

THAMIRES MENDONÇA DE CARVALHO

RESPOSTA AGUDA DO EXERCÍCIO DE FORÇA SOBRE A
SACIEDADE, APETITE E NÍVEIS PLASMÁTICOS DE
CITOCINAS EM ADULTOS TREINADOS.

Teresina, 2018.

Thamires Mendonça de Carvalho

Resposta aguda do exercício de força sobre a saciedade, apetite e níveis plasmáticos de citocinas em adultos treinados.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição da Universidade Federal do Piauí-UFPI, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Moisés Tolentino Bento da Silva.

Área de concentração do programa: Alimentos e Nutrição.

Teresina, 2018.

THAMIRES MENDONÇA DE CARVALHO

Resposta aguda do exercício de força sobre a saciedade, apetite e níveis plasmáticos de citocinas em adultos treinados.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição da Universidade Federal do Piauí-UFPI, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração do programa: Alimentos e Nutrição.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Moisés Tolentino Bento da Silva (Orientador)

Membro Interno - Programa de Pós-Graduação em Alimento e Nutrição – UFPI

Prof. Dr. Fabrício Eduardo Rossi (1º examinador)

Professor do Departamento de Educação Física - UFPI

Profª Dra. Dilina Nascimento Marreiro (2º examinador)

Membro Interno - Programa de Pós-Graduação em Alimento e Nutrição – UFPI

Prof. Dr. João Paulo Jacob Sabino (Suplente)

Professor do Departamento de Biofísica e Fisiologia - UFPI

FICHA CATALOGRÁFICA

Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco

C331r Carvalho, Thamires Mendonça de.
Resposta aguda do exercício de força sobre a saciedade,
apetite e níveis plasmáticos de citocinas em adultos treinados /
Thamires Mendonça de Carvalho. – 2018.
86 f.

Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) –
Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2018.
“Orientador: Dr. Moisés Tolentino Bento da Silva”.

1. Nutrição. 2. Saciedade. 3. Citocinas. 4. Treinamento de
força. 5. Acomodação gástrica. I. Título.

CDD 613.2

Para os meus pedacinhos: Chico, Penny, Cora, Timothy, Aurora, Tulipa, Theodoro e Belly. Aos meus pedacinhos, agora anjinhos: Luce e Yoda. Aos meus companheiros Kiki e Mu, onde quer que estejam. Ao Fred, Stalone, Chorão, Mimososa e a todos os que estão por vir para alegrar minha vida. A todos os animais que serviram e ainda precisam servir à pesquisa, sempre carregarei na minha voz a atenção às alternativas existentes. A todos os outros, não sei se algum dia vocês serão tratados com o respeito, integridade e amor que merecem. Mas, garanto que sempre existirão criaturas do bem para salvá-los e amá-los. Sempre farei o meu melhor. Com muito amor.

AGRADECIMENTOS

Sou grata a Deus, por ter me guiado por esse caminho tão difícil e desafiador. Por muitas vezes fui amparada por Ele; por tantas o recorri quando as dúvidas me rondaram. E foi Ele e Nossa Senhora que através do meu coração me ajudaram a persistir nesse caminho e prosseguir com a minha missão.

Agradeço a minha mãe, por seu amor, sua luta diária pela minha educação, meu bem estar e formação. Por ter sido minha base e por ter me ajudado a trilhar por essa estrada e ter se sacrificado para me dar tudo que precisei e quis desde o meu nascimento. Ao meu pai, pela força, pelo suporte, pelas conversas via vídeo e por sempre ter me impulsionado pelo caminho do aperfeiçoamento, dos estudos, da leitura, da informação, da comunicação, da vida. Aos meus irmãos, pelo simples fato de existirem.

À minha família, por ser e estar presente e constituir tamanho pilar. Um obrigada especial à minha avó, tia e primos.

Ao meu companheiro, parceiro, amor e melhor amigo, que escolheu compartilhar essa aventura incrível comigo há um bom tempo; obrigada por ser quem você é. Obrigada pelo apoio constante em mais uma etapa da minha vida; por acreditar na minha capacidade quando eu estava exausta e por ter me ajudado em vários momentos com este projeto.

Aos meus amigos que me acompanharam neste trajeto, que torceram por mim, se preocuparam, me ouviram e me deram incentivos constantes para que eu seguisse, muito obrigada.

Aos incríveis garotos que aceitaram participar desta pesquisa; que se comprometeram e vieram até a universidade todas as vezes necessárias. Sem vocês esta pesquisa estaria apenas no papel. Muito obrigada, de coração!

Aos meus colegas, Felipe Giovanni e Mickael, pela ajuda tão essencial. Vocês foram meus olhos, mãos e ouvidos em muitos momentos. Obrigada por tudo!

Ao meu orientador, por oferecer todo o aparato científico e espaço para esta pesquisa ser realizada. Por ser incansável e por ter contribuído com a continuidade deste projeto, sua formação e finalização. Agradeço pela paciência e pelo cuidado nos detalhes deste trabalho.

Ao professor Francisco Leonardo, que abriu as portas do meu caminho para a UFPI. Agradeço pela receptividade, ensinamentos, pela sua postura sempre ética e por ser um educador ímpar; também, pelos vários momentos descontraídos na fisiologia.

Aos meninos do DOMEN, por formarem um grande time, sempre dispostos a ajudar.

Aos professores e doutores Alexandre Havt Bindá e Armênio Aguiar dos Santos, da Universidade Federal do Ceará, pela acolhida e por terem me recebido com braços abertos nos seus laboratórios para a realização de parte do nosso experimento. À Karol, pela recepção, por

ser minha guia dentro e fora da universidade em Fortaleza e pelo grande auxílio. À D. Márcia, técnica do laboratório, pela simpatia e educação.

A todos os meus colegas do Labtripas, pela ajuda, pela preocupação, pela companhia e por deixarem os dias mais leves quando estávamos todos juntos reunidos.

“Não podemos todos ser bem-sucedidos quando metade do mundo é reprimida”.

(Malala Yousafzai)

“O mais corajoso dos atos ainda é pensar com a própria cabeça.”

(Coco Chanel)

RESUMO

Os benefícios adquiridos através do exercício físico já são bem conhecidos. Sua prática regular é primordial para prevenção de doenças como diabetes, osteoporose, hipertensão arterial, além da promoção da qualidade de vida. Este presente estudo objetivou avaliar as respostas de uma sessão de exercício de força sobre a saciedade e apetite de adultos treinados, estabelecendo uma correlação entre o volume gástrico e as enzimas creatina quinase, lactato, citocinas pró e anti-inflamatórias e parâmetros hemodinâmicos. A amostra constou de 15 participantes, entre 18 a 30 anos, que foram submetidos à avaliação antropométrica, composição corporal, avaliação dos parâmetros hemodinâmicos, teste de força máxima 1RM, uma sessão aguda de treinamento de força, teste de saciedade e coletas de sangue. Em relação a séries executadas até a fadiga muscular, observamos que em todos os três exercícios a 2^a, 3^a e 4^a série foram significativamente menores vs as primeiras séries de cada exercício. Também foram identificados melhores desempenhos nas primeiras séries de cada exercício. Em relação às avaliações bioquímicas, observamos que não houve uma correlação significativa entre o aumento dos níveis das enzimas creatina quinase e lactato e o aumento do volume gástrico. No teste de saciedade, observamos um aumento significativo ($p < 0,05$) nos valores do volume total, calorias totais e tempo total após o exercício quando comparados aos valores pré exercício. Na avaliação do volume e calorias dentro dos escores, foram identificados que no nível 0 - não sinto nada - (antes $438,3 \pm 58,5$ vs após $592,0 \pm 94,9^*$) no volume e nos níveis 0 e 2- um pouco cheio – (antes $168,7 \pm 30,0$ vs após $211,7 \pm 37,8^*$) nas calorias, foram obtidos resultados significativos advindos dos efeitos do exercício físico. Em relação às citocinas plasmáticas (IL-1 β , IL-6, IL-10, TNF- α) não identificamos correlação significativa ($p < 0,05$) após exercício com o aumento do volume gástrico. Podemos inferir que a sessão aguda de treinamento de força influenciou no aumento da acomodação gástrica de humanos, porém, neste estudo, não identificamos uma correlação positiva entre este aumento da acomodação (volume gástrico) e os níveis das enzimas e citocinas analisadas. Sugere-se, portanto, mais estudos envolvendo a temática, pois, diferentes intensidades e modalidades de exercício físico geram respostas distintas no trato gastrointestinal, em se tratando do mecanismo da fome/saciedade.

Palavras-chave: Saciedade. Treinamento de força. Citocinas. Acomodação gástrica.

ABSTRACT

The benefits gained through physical exercise are already well known. Its regular practice is paramount for the prevention of diseases such as diabetes, osteoporosis, hypertension, and the promotion of quality of life. This study aimed to evaluate the responses of a strength exercise session on the satiety and appetite of trained adults, establishing a correlation between gastric volume and creatine kinase, lactate, pro and anti-inflammatory cytokines and hemodynamic parameters. The sample consisted of 15 participants, aged between 18 and 30 years, who underwent anthropometric evaluation, body composition, evaluation of hemodynamic parameters, 1RM maximum strength test, an acute strength training session, satiety test and blood collection. In relation to the series performed until muscular fatigue, we observed that in all three exercises the 2nd, 3rd and 4th grades were significantly lower vs the first grades of each exercise. Also, better performances were identified in the first series of each exercise. Regarding biochemical evaluations, we observed that there was no significant correlation between creatine kinase and lactate enzyme levels increase and gastric volume increase. In the satiety test, we observed a significant increase ($p < 0.05$) in the values of total volume, total calories and total time after exercise when compared to pre-exercise values. In the evaluation of the volume and calories within the scores, it was identified that at level 0 - feel nothing (before 438.3 ± 58.5 vs after 592.0 ± 94.9 *) in volume and at levels 0 and 2- (before 168.7 ± 30.0 vs after 211.7 ± 37.8 *) in calories, significant results were obtained from the effects of physical exercise. In relation to plasma cytokines (IL-1 β , IL-6, IL-10, TNF- α) we did not identify significant correlation ($p < 0.05$) after exercise with the increase of the gastric volume. We can infer that the acute strength training session influenced the increase of human gastric accommodation, however, in this study, we did not identify a positive correlation between this increase in accommodation (gastric volume) and the levels of enzymes and cytokines analyzed. It is suggested, therefore, more studies involving the subject, since different intensities and modalities of physical exercise generate different responses in the gastrointestinal tract, when dealing with the mechanism of hunger / satiety.

Key words: Satiety. Strength Training. Cytokines. Gastric Accommodation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Visão geral dos principais fatores hormonais que influenciam o balanço energético e sua possível interação com o exercício.....	05
Figura 2 - Sinalização aferente vagal regula via complexo neural, hormônios e sinais mecânicos.....	07
Figura 3 – Adipômetro Clínico Sanny	20
Figura 4 – InBody S10.....	21
Figura 5 – Esfigmomanômetro modelo aneroide da marca Premium.....	22
Figura 6 – Frequencímetro Polar rs800x.....	23
Figura 7 – Agachamento.....	26
Figura 8 – Supino Reto	26
Figura 9 – Remada Curvada	27
Figura 10 – Leitor de Placa DR – 200 Bs	29
Figura 11 – Analisador Automático LabMax Plenno – Labtest	30
Figura 12 – Kit Bio Plex Pro-Human Cytokine Grp Panel 17 – Plex	31
Figura 13 – Sistema Bio Plex 200. Analisador por ensaio de suspensão	31
Figura 14 – Esquema representando a diluição seriada do Kit Pro Human Cytokines	32
Figura 15 – Processo de transferência de 50 µl de “coupled beads” diluídos para a placa de ensaio de citocinas	33
Figura 16 – Estação de lavagem Bio Plex Pro II, da BIO-RAD	33
Figura 17 – Agitador de placa térmico utilizado durante o procedimento	34
Figura 18 - Número de repetições dos exercícios realizados na sessão aguda do treinamento de força pelos 15 participantes.....	38
Figura 19 - Correlação entre a creatina quinase (CK) e o Volume Gástrico Pré e Pós uma Sessão Aguda de Treinamento de Força até a Falha Muscular.....	41

Figura 20 - Correlação entre o Lactato e o Volume Gástrico Pré e Pós uma Sessão Aguda de Treinamento de Força até a Falha Muscular.....	42
Figura 21 - Correlação entre a citocina IL-1 β e o Volume Gástrico Pré e Pós uma Sessão Aguda de Treinamento de Força até a Falha Muscular.....	43
Figura 22 - Correlação entre a citocina IL-6 e o Volume Gástrico Pré e Pós uma Sessão Aguda de Treinamento de Força até a Falha Muscular.....	44
Figura 23 - Correlação entre a citocina IL-10 e o Volume Gástrico Pré e Pós uma Sessão Aguda de Treinamento de Força até a Falha Muscular.....	45
Figura 24 - Correlação entre a citocina TNF- α e o Volume Gástrico Pré e Pós uma Sessão Aguda de Treinamento de Força até a Falha Muscular.....	46
Figura 25 -Resposta dos parâmetros hemodinâmicos pressão arterial média (A) e duplo produto (B) pré e pós sessão aguda de treinamento de força.....	47
Figura 26 - Resposta dos parâmetros hemodinâmicos pressão arterial sistólica (A), pressão arterial diastólica (B) e frequência cardíaca (C) pré e pós sessão aguda de treinamento de força.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores do IMC x Classificação.....	24
Tabela 2 – Informação nutricional do desjejum.....	28
Tabela 3 – Escala gráfica dos escores do Drink Test.....	28
Tabela 4 – Características gerais da amostra referentes à antropometria, composição corporal e força muscular.....	40
Tabela 5 - Valores das dosagens bioquímicas em média e desvio padrão, pré e pós exercício, escore “Não sinto nada”.....	44
Tabela 6 - Valores das dosagens bioquímicas em média e desvio padrão, pré e pós exercício, escore “Cheio”.....	44
Tabela 7 - Valores das dosagens bioquímicas em média e desvio padrão, pré e pós exercício, escore “Não aguento mais”.....	45
Tabela 8 - Valores médios de volume (ml) e calorias totais ingeridas (Kcal) e tempo total (minutos) durante o drink teste.....	48
Tabela 9 - Valores do volume ingerido (ml) a cada escore durante o drink test em média e desvio padrão, antes e após exercício.....	48
Tabela 10 - Valores das calorias ingeridas (Kcal) a cada escore durante o drink test em média e desvio padrão.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALT – Alanina aminotransferase

AMP – Monofosfato de adenosina

AST – Aspartato aminotransferase

ATP – Trifosfato de adenosina

CCK – Colecistocinina

CK – Creatina Quinase

DP – Duplo produto

FC – Frequência cardíaca

FCM – Frequência cardíaca média

GLP-1 – Peptídeo semelhante a glucagon 1

I-FABP – Proteínas ligadoras de ácidos graxos

IL -10 – Interleucina 10

IL-1ra – Receptor antagonista da IL-1

IL-1 β – Interleucina 1 beta

IL-6 – Interleucina 6

IMC – Índice de massa corporal

INK/AP-1 – c-Jun N-terminal quinase/proteína ativadora

LIF – Fator inibidor de leucemia

MAPK – Proteína quinase ativada por mitógenos

MCP-1 – Proteína quimiotática de monócitos

MIP-1 β – Proteína inflamatória de macrófagos 1 beta

Nf-KB – Fator de transcrição nuclear kappa b

NTS – Núcleo do trato solitário

PAS – Pressão arterial sistólica

PAD – Pressão arterial diastólica

POMC – Pró-opiomelacortina

PP – Polipetídeo pancreático

PYY – Peptídeo YY

SNA – Sistema nervoso autônomo

SSE – Sensação subjetiva ao esforço

TF – Teste de força

TGI – Trato gastrointestinal

TNF- α – Fator de necrose tumoral alfa

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	01
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1 Exercício Físico e Parâmetros Antropométricos.....	03
2.2 Exercício Físico e Saciedade.....	04
2.3 Efeitos do Exercício Físico sobre o Trato Gastrointestinal.....	08
2.4 Exercício Físico e Esvaziamento gástrico.....	10
2.5 Exercício Físico e Permeabilidade Intestinal.....	11
2.6 Exercício Físico e Parâmetros Hemodinâmicos.....	13
2.7 Exercício Físico e Citocinas.....	14
3. OBJETIVOS.....	17
3.1 Geral	17
3.2 Específicos	17
4. METODOLOGIA	18
4.1 População do Estudo	18
4.2 Critério de Inclusão.....	18
4.3 Critério de Exclusão	18
4.4 Critérios Éticos	18
4.5 Delineamento Experimental.....	19
4.5.1 Avaliação Antropométrica	19
4.5.2 Avaliação da Composição Corporal.....	20
4.5.3 Avaliação dos Parâmetros Hemodinâmicos.....	21
4.5.4 Avaliação da Saciedade (Drink Teste).....	23

4.5.5 Teste de Força de uma Repetição Máxima.....	24
4.5.6 Protocolo de Exercício.....	25
4.5.7 Protocolo de Coletas de Sangue.....	27
4.5.8 Preparação das Amostras	28
4.5.9 Análise das Amostras.....	28
4.6 Análise Estatística.....	35
5.RESULTADOS.....	36
6.DISSCUSSÃO	49
7.CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
REFERÊNCIAS.....	57
APÊNDICE.....	65
ANEXO.....	69

1. INTRODUÇÃO

A prática regular do exercício físico é um instrumento primordial para prevenção de doenças como diabetes, osteoporose, hipertensão arterial, depressão; além da promoção do bem-estar e qualidade de vida (LUCAS, C. et al, 2018).

Além dos sistemas respiratório, cardiovascular e muscular, o exercício também influencia outros sistemas que não estão diretamente relacionados com a sua execução, como o imunológico e o gastrointestinal; diante disso, o impacto do exercício sobre o trato gastrointestinal é de interesse (LIRA et al, 2008). Para tanto, ele é frequentemente prescrito para pessoas com problemas de motilidade gastrointestinal para o melhoramento dos sintomas e queixas relatados, como inchaço e constipação; contudo, exercícios isométricos, isotônicos e de resistência podem desencadear sintomas como sangramentos, diarreia, vômito e refluxo, especialmente os extenuantes e muito prolongados, que podem envolver estresse térmico (SILVA, M. et al, 2014).

O trato gastrointestinal atua como peça-chave no controle da fome e da saciedade, onde, em resposta ao consumo do alimento, sinais gástricos e intestinais interagem na ordem de aumentar a saciedade e limitar o tamanho do alimento (GERSPACH, 2014). Além do estado de jejum e alimentação que influenciam os hormônios orexígenos (estimuladores do apetite) e anorexígenos (inibidores), o exercício físico agudo também tem papel importante; recentes evidências sugerem que exercícios acima de 75% do $VO_{2máx}$ podem suprimir a fome via regulação destes hormônios, um fenômeno conhecido como “anorexia induzida pelo exercício físico”, o que restringe também a energia ingerida (HAZELL, et al, 2016).

Fisiologicamente, o exercício físico estimula mudanças nos hormônios relacionados à supressão do apetite, como o peptídeo YY (PYY), o polipeptídeo pancreático (PP) e incretinas, além de induzir a redução em hormônios que aumentam a fome, como a grelina, por exemplo, (MULLER, I.A, et al, 2017). A grelina é um hormônio orexígeno conhecido, sendo secretado predominantemente pelo estômago; ela possui duas formas: acilada e não acilada, e, apesar de sua forma acilada existir em número bem menor, acredita-se que ela seja a responsável pela estimulação do apetite; porém, imediatamente após exercício seus níveis diminuem o que gera uma supressão na fome, sendo esta supressão também dependente da intensidade do exercício físico (BROOM et al, 2009). Também importante para a regulação do apetite é o lactato, pois este se liga às células produtoras de grelina e inibe sua função

secretória, além de sua administração periférica e central diminuir a energia ingerida em humanos e animais (ISLAM et al, 2017).

O treinamento de força é uma modalidade de exercício físico que tem tido bastante interesse científico nas últimas décadas e define-se por exercícios onde ocorrem contrações voluntárias da musculatura esquelética de um segmento corporal específico contra alguma resistência externa, sendo que esta força pode ser exercida pela própria massa muscular, pesos livres, elásticos ou aparelhos de musculação (DE CASTRO; OLIVEIRA, 2016). Broom e colaboradores (2009) relatam em seu estudo o efeito do treinamento de força sobre a fome, onde este apresentou efeito supressor durante e – por um período breve – após o término do exercício.

A análise de diferentes parâmetros sanguíneos no exercício físico oferece informações bioquímicas, hematológicas, imunológicas e hormonais do indivíduo, fornecendo uma assimilação da saúde geral, do plano de treinamento e plano alimentar, possibilitando assim um maior entendimento sobre a adaptação do organismo à prática esportiva; no perfil bioquímico sanguíneo, por exemplo, destacam-se marcadores que respondem ao exercício físico agudo, a diferentes intensidades do treinamento e desempenho físico do indivíduo (COWSVIG et al, 2013).

As citocinas constituem uma grande família de proteínas, que possuem um papel integrativo e regulatório como mensageiras intracelulares; ainda, podem atuar juntamente com hormônios e neuropeptídeos, possuindo controle sobre a temperatura corporal, apetite, fadiga e metabolismo (PEAKE et al, 2015). O exercício físico é um potente ativador do sistema imunológico, onde, uma única sessão de exercício de resistência, por exemplo, promove um aumento transitório de citocinas pró inflamatórias, como a IL-6 e IL-1 β (IHALAINEN et al, 2017). Islam e colaboradores (2017) relatam a importância da interleucina 6 sobre o apetite, onde ela atua reduzindo a energia ingerida após exercício físico em humanos, sendo que, seu aumento sistêmico – via infusão ou após exercício físico extremo – estimula a secreção de GLP-1 das células L intestinais, enquanto também a aumenta a expressão do mRNA da PYY nestas células.

Por estes fatores relatados, este estudo visa discutir sobre o efeito de uma sessão de treinamento de força sobre o trato gastrointestinal, focando na acomodação do alimento e na saciedade, ainda, avaliando fatores auxiliares neste mecanismo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Exercício Físico e Parâmetros Antropométricos

A composição corporal é definida pelas porcentagens de gordura adiposa, massas corporais magras, além de água corporal; uma série de fórmulas matemáticas, também conhecidas como indicadores antropométricos (índice de massa corporal, circunferência do quadril, relação cintura-quadril) têm sido utilizadas para identificar obesidade, padrão anormal de gordura e extensão de adiposidade abdominal, sendo os métodos mais comuns de antropometria a avaliação do peso corporal, altura e gordura, utilizando balanças, estadiômetros, fitas métricas e adipômetros (STEFANAKI, C. et al, 2018). Duas propriedades importantes no estudo da composição corporal também são o volume e densidade corporal, sendo as pregas cutâneas os indicadores mais usados a este nível (SOARES, P.E.P, 2011).

Métodos bicompartimentais, como a antropometria, espessura de dobras cutâneas e impedância elétrica continuam sendo extensivamente usados por pesquisadores e profissionais, sobretudo nas áreas de saúde e esporte, por apresentar boa reprodutibilidade, baixo custo operacional, por serem seguros, não invasivos e permitirem ampla aplicação (JAMBASSI FILHO et al, 2010).

A compreensão do processo de avaliação da composição corporal é de suma importância, pois, os valores da massa corporal total dependem de um aglomerado de componentes (líquidos corporais, massa muscular, gordura entre outros tecidos), assim a necessidade do fracionamento da massa corporal se torna evidente; além disso, a composição corporal é um componente essencial para a observação do perfil de saúde, aptidão física e risco de doenças dos indivíduos; (ROCHA; GUEDES JÚNIOR, 2013).

Alterações na composição corporal se relacionam diretamente à característica da atividade realizada, bem como ao dispêndio e consumo de calorias; assim, em se tratando do exercício físico aeróbico, por exemplo, ele se torna indicado no controle ou redução ponderal, por gerar impactos no balanço energético ou por promover oxidação lipídica; em contrapartida, o treinamento de força reduz a gordura corporal através do consumo excessivo de oxigênio após exercício (PEREIRA, P.C, et al, 2012). Indivíduos que praticam exercícios de hipertrofia muscular podem apresentar Índice de Massa Corporal (IMC) elevado devido à elevação de peso resultante do aumento de massa muscular, além da circunferência de braço e circunferência muscular do braço estar acima dos valores recomendados, no entanto, não

possuindo mais nenhum outro parâmetro antropométrico que indique nível de tecido adiposo elevado (SILVA; FONSECA; GAGLIARDO, 2012).

O método de impedância bioelétrica apresenta uma vantagem adicional a outros métodos, pois, avalia parâmetros como água corporal total, e suas frações intra e extracelular, além de a qualidade de suas medidas dependerem muito pouco da habilidade do operador do equipamento, diferente do que ocorre com a antropometria e protocolo de dobras cutâneas (JAMBASSI FILHO et al, 2010).

O teste de 1RM define-se como a carga máxima que pode ser levantada uma vez com a correta técnica de execução, e, devido à sua praticidade, diversos estudos usam essa metodologia (WILHELM NETO, et al, 2011). O valor obtido no teste de 1RM é considerado 100% da força do indivíduo para aquele exercício, portanto, os valores obtidos são quantificados para mensurar a intensidade do treinamento (ALVES, et al, 2012). Este um teste útil para atletas, profissionais de saúde e fitness, e especialistas em reabilitação, pois quantifica o nível de força, desequilíbrios e acompanha programas de desempenho; ainda, exercícios como o supino e o agachamento são mostrados como sendo parâmetros confiáveis para testes 1RM (SEO et al, 2012). Também é considerado um padrão ouro de medição de força muscular em condições não laboratoriais e é a medida mais sensível de resposta ao treinamento físico, devido às condições musculares dinâmicas exigidas (TAN, et al, 2018).

2.2. Exercício Físico e Saciedade

O trato gastrointestinal (TGI) é um sistema fisiológico de grande importância e essencial no controle da fome e da saciedade, onde, em resposta ao consumo do alimento, sinais gástricos e intestinais interagem coordenando esse mecanismo (GERSPACH, 2014).

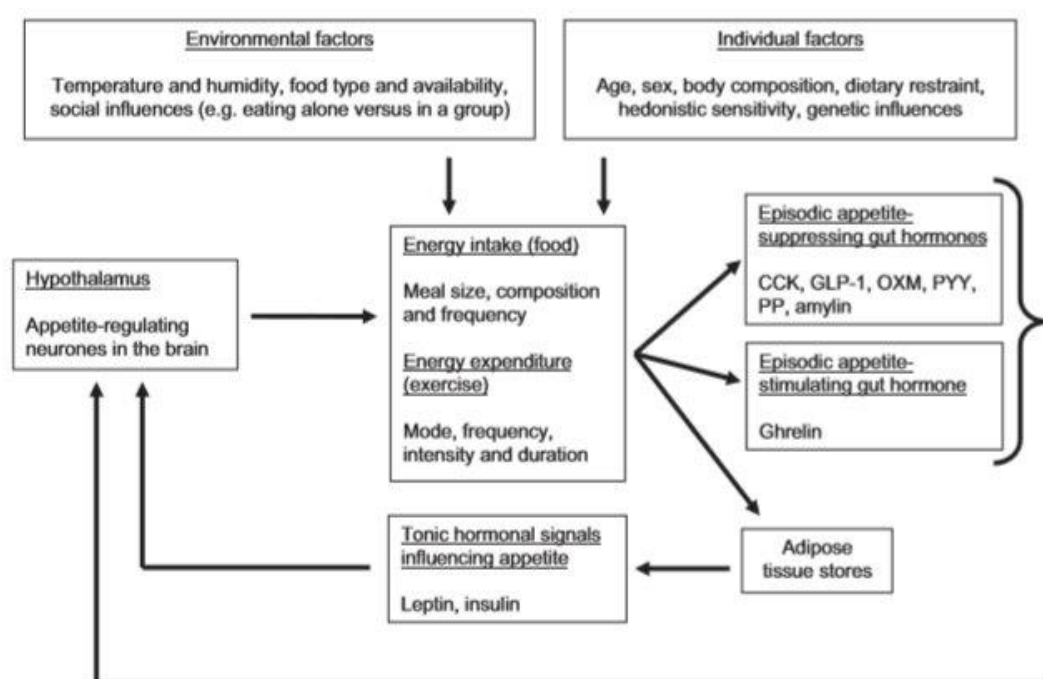
Em humanos, o comportamento alimentar não é determinado apenas pela fome, sensação de saciedade e escassez de energia, mas também por variados fatores complexos, como aspectos sensoriais, emocionais e cognitivos (YOSHIKAWA et al, 2017). O cérebro faz a integração dos sinais de todas as fases que envolvem o controle do apetite, em nível hedônico e homeostático e também no que diz respeito à saciedade no nível sensorial e metabólico (AMIN, T; MERCER J.G. et al 2016).

A saciedade é composta por um período sensorial em que a alimentação é inibida pelo aroma, a visão e o sabor dos alimentos e, após o início da ingestão, as etapas seguintes dependem das mudanças pré-absortivas, como a distensão gástrica, taxa de esvaziamento

gástrico, liberação de hormônios e estimulação do nutriente por meio de receptores do trato gastrointestinal (MACEDO, 2010).

Na figura 1, pode-se observar que, além da regulação via hormonal e neural, fatores ambientais, como temperatura, tipo de comida ingerida e até influência social interferem no mecanismo de apetite; ainda, fatores individuais como sexo, idade, fatores genéticos, sensibilidade hedonista também estão incluídos (STENSEL, D, 2010).

Figura 1. Visão geral dos principais fatores hormonais que influenciam o balanço energético e sua possível interação com o exercício.



Fonte: STENSEL, D. Exercise, appetite, and appetite-regulating hormones: implications for food intake and weight control. *Ann Nutri Meta*. 2010.

A fome é um estado que leva ao início do processo de alimentação, onde os sinais mais comuns se originam no estômago e os sinais elétricos do nervo vago indicam um estado vazio ou de plenitude, que são reforçados pela secreção da grelina e por sinais metabólicos como a diminuição de glicose no sangue (AMIN, T; MERCER J.G. et al 2016). O trato gastrointestinal apresenta quimiorreceptores e mecanorreceptores especializados que fazem o monitoramento da atividade fisiológica e transmitem as informações de “saciedade” ao

cérebro, principalmente através do nervo vago, sendo essa ação parte do controle do apetite pré-absortivo; a fase pós-absortiva se inicia quando os nutrientes sofrem digestão e atravessam a parede do intestino, inserindo-se na circulação (PEREIRA, 2013). Nesta fase também ocorre o controle em longo prazo da saciedade através das concentrações de insulina, glicose e aminoácidos no sangue e oxidação de nutrientes no fígado (AMIN, T; MERCER J.G. et al 2016).

O nervo vago é composto por ambas as fibras – aferentes e eferentes – embora mais de 70% dos troncos subdiafragmáticos sejam compostos por fibras aferentes; o nervo vago aferente é um neurônio bipolar com o corpo celular localizado no gânglio nodoso e se projeta até o núcleo do trato solitário e a vários órgãos periféricos (UENO; NAKAZATO, 2016).

Quando um peptídeo intestinal se liga ao seu receptor, um estímulo aferente vagal é gerado, assim, a informação sobre o peptídeo atuante é convertida em sinais elétricos e atinge o tronco cerebral, mais precisamente o núcleo do trato solitário (NTS), controlando assim a liberação de neurotransmissores e enviando informações para o neurônio superior em direção ao hipotálamo; caso seja a grelina, a informação que sobe via aferente vagal é transmitida aos neurônios noradrenalina no NTS e o aumento do apetite é executado; caso seja, por exemplo, o PYY, este envia sinais de saciedade para o hipotálamo, ativando assim os neurônios POMC que suprimem o apetite e o seu aumento (UENO, H; NAKAZATO, M, 2016).

Em síntese, vários peptídeos são produzidos no trato gastrointestinal, sendo a maioria deles inibidores da fome, como a colecistocinina (CCK), peptídeo semelhante ao glucagon 1 (GLP-1), peptídeo tirosina tirosina (PYY) e a mais recente descoberta, a nesfatina 1, ao passo que apenas a grelina é conhecida por estimular a fome; sendo assim, esses peptídeos afetam centros cerebrais envolvidos no controle central da fome e da saciedade via eixo intestino – cérebro, que envolve o cruzamento da barreira hematoencefálica e do núcleo arqueado do hipotálamo, ou, podem agir através do nervo vago para alcançar o núcleo do trato solitário (PRINZ, P; STENGEL, A, 2017).

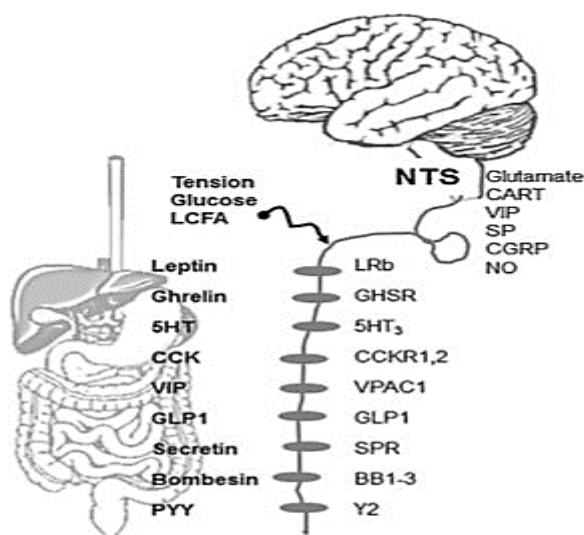
A grelina é um hormônio orexígeno sintetizado predominantemente no estômago por células endócrinas especializadas, sendo uma parte ativada em grelina acilada (totalizam entre 10 a 20% no trato gastrointestinal) pela adição de um grupo octanóico dentro do estômago e intestino delgado; em oposição a ela, existem alguns hormônios gastrointestinais que são anorexígenos, como o PYY – produzido pelas células L distais intestinais - e o GLP-1 – sintetizado pelas células L no intestino delgado e grosso (HAZELL, et al, 2016). O GLP-1 é

secretado por ambos os intestinos sendo uma importante incretina, que tem por finalidade a secreção de insulina (WOODS et al, 2018). A grelina acilada é essencial para a regulação do apetite por que apenas dessa forma ela pode atravessar a barreira hemato-encefálica (BROOM et al, 2009).

Na porção alta do trato gastrointestinal, a colecistocinina (CCK) atua via receptor CCK-A e sinaliza a saciedade via vagal, motivada principalmente pelos lipídios e proteínas; nas porções mais baixas do intestino e do colo, o peptídeo YY (PPY) e o peptídeo semelhante ao glucagon (GLP-1) são secretados pela estimulação direta dos nutrientes na parede do trato gastrointestinal, bem como por reflexos originados da porção mais alta do intestino (DAMIANI D.; DAMIANI D., 2011).

A imagem a seguir (Figura 2) representa a regulação da via aferente vagal, coordenada pelo complexo neural, hormônios e sinais mecânicos. Em suma, os nutrientes ingeridos ativam a liberação dos peptídeos gastrointestinais, que atuam em receptores específicos da via aferente do nervo vago; esta via faz sinapse com os neurônios de segunda ordem no núcleo do trato solitário (NTS) liberando variados neurotransmissores, que vão agir nos centros mais altos para a regulação das funções intestinais (GRABAUSKAS; OWYANG, 2017).

Figura 2. Sinalização aferente vagal regulada via complexo neural, hormônios e sinais mecânicos.



Fonte: GRABAUSKAS; OWYANG. Plasticity of vagal afferent signaling in the gut. *Medicina*, 53, 2017.

Os efeitos do exercício físico na sensação de fome e na ingestão alimentar são bastante controversos, e dependem da intensidade e duração do exercício (VATANSEVER-OZEN et

al, 2010). Além desses fatores, características individuais como nível de treinamento, gênero, e respostas hedônicas também exercem influência nessa resposta (HORNER, et al, 2015).

O exercício físico influencia o balanço energético através da modulação do apetite e ingestão energética, como através de mudanças na regulação de combustíveis metabólicos, como o peptídeo GLP-1, envolvido na secreção de insulina (SHAMLAN G. et al, 2017). O GLP-1 tem importante efeito inibidor do esvaziamento gástrico, reduzindo também os ácidos gástricos e secreções pancreáticas (CALABRESI, M., 2013).

Tem-se relatado que o exercício físico pode gerar uma diminuição da ingestão alimentar, porém, de curta duração, recuperando-se após 15 minutos depois do exercício; sendo assim, o comportamento alimentar é um mecanismo complexo, pois interage com variados processos, como o início e término de uma refeição, tamanho, composição, frequência e a relação entre o requerimento de energia e a regulação do processo alimentar (BILSKI, et al, 2013).

O aumento das catecolaminas é correlacionado de forma inversa com a concentração de grelina acilada, o que sugere que o aumento da intensidade do exercício físico impede os sinais do apetite (HAZELL et al, 2016).

2.3. Efeitos do Exercício Físico sobre o Trato Gastrointestinal

O exercício físico pode promover efeitos positivos no trato gastrointestinal - como redução da incidência de carcinoma de cólon, diverticulite, colelitíase e constipação – porém, também pode gerar sintomas negativos, como náusea, diarreia, vômito e sangramento intestinal, caso sejam extremos e sua intensidade seja alta (SILVA et al, 2014). Estes sintomas negativos são característicos em exercícios de resistência e são ainda mais pronunciados em exercícios de corrida, ou eventos que misturem resistência com elementos de corrida (COSTA et al, 2017). De fato, 45% dos corredores de *endurance* recreativos relatam pelo menos uma queixa gastrointestinal e 11% uma queixa gastrointestinal grave durante eventos de corrida que variam de 10 km até distâncias de maratonas (MIALL, A. et al, 2017).

Sintomas gastrointestinais como gases, arrotos, regurgitação são comumente relatados por indivíduos após exercícios físicos extenuantes ou vigorosos e os sintomas parecem ser exacerbados se forem consumidos alimentos e líquidos durante o exercício; além disso, existem evidências de que o exercício físico prejudica os mecanismos de transporte de

nutrientes do intestino, levando à má absorção (COSTA et al, 2017). Considerando esse fator, sugere-se que os nutrientes mal absorvidos que atingem o íleo, estão sujeitos à degradação bacteriana (monossacarídeos como a frutose) e podem promover sintomas gastrointestinais inferiores por meio do aumento do conteúdo colônico e da pressão, sendo também, que estes podem inibir o esvaziamento gástrico e a motilidade via o mecanismo de feed back “freio ileal”, potencializando sintomas gástricos superiores também (MIALL et al, 2017).

Os efeitos sobre a motilidade no intestino delgado são comuns, mas ficam divergentes e variados quando se trata do trânsito intestinal; o trânsito colônico pode se mostrar acelerado ou inalterado após exercício físico (STRID et al, 2011).

O termo “síndrome gastrointestinal induzida por exercício físico” tem sido introduzido para que se descrevam os fatores complexos de respostas do TGI ao exercício físico que perturbam e comprometem a sua integridade e função; identificando-se dois fatores principais como desencadeadores dos sintomas: uma via circulatória-gastrointestinal que envolve a redistribuição do fluxo sanguíneo para o trabalho da musculatura circular e periférica, o que reduz a perfusão esplâncnica através da influencia positiva no metabolismo e na termorregulação do músculo esquelético; e uma via neuroendócrina-gastrointestinal envolvendo um aumento de ativação da via simpática (COSTA et al, 2017). É plausível que o estresse pelo calor no esforço físico possa contribuir direta ou indiretamente para os sintomas gastrointestinais, para tanto, observou-se uma maior incidência e severidade dos sintomas gastrointestinais em duas horas de corrida, a 60% do VO_{2max} em 35°C, quando comparado à corridas em condições com ambientes de climas temperados (SNIPE et al, 2018).

A redução do fluxo sanguíneo gastrointestinal gerado por exercícios extenuantes torna a mucosa intestinal suscetível a uma lesão isquêmica, além de aumentar a permeabilidade da mucosa, perda de sangue oculto e translocação da microbiota protetora, levando ao aparecimento das endotoxinas; além disso, a isquemia da mucosa leva à morte celular e inflamação da mucosa, através do esgotamento de ATP (OLIVEIRA; BURINI, 2011). A perda da integridade epitelial intestinal está associada ao aumento da permeabilidade gastrointestinal, translocação bacteriana e inflamação do intestino, sendo que, a perda dessa integridade inclui o rompimento das junções comunicantes que interligam as células epiteliais do intestino seja pela alteração do citoesqueleto ou pela perda de proteínas presentes nessas junções (VAN WIJCK et al, 2012). Além da indução das endotoxinas pela mucosa intestinal, o exercício extenuante também desencadeia uma cascata de citocinas pró e anti-inflamatórias,

incluindo o TNF- α , IL-1 β , IL-6, sendo que a ocorrência de stress térmico potencializa essa resposta (VARGAS, N.; MARINO, F, 2016).

O exercício resulta em inúmeras alterações no trato gastrointestinal e a maioria desses efeitos é dependente da intensidade aplicada, onde, não se observam muitas mudanças em exercícios de baixa intensidade (DE OLIVEIRA, et al, 2014). Extremos exercícios e estados de desidratação seriam as causas dos sintomas gastrointestinais reportados por 70% dos atletas e a isquemia do intestino seria a principal causa da náusea, vômitos, dor abdominal e diarreia (OLIVEIRA; BURINI, 2011).

O exercício também pode modular a microbiota do intestino, através da regulação da função imune intestinal e do tônus vagal, porém esse mecanismo ainda não está claro (HAMASAKI, H, 2017). O aumento da diversidade microbiana como resultado do exercício e os resultados positivos de saúde que se seguem podem ser mediados por metabólitos derivados da microbiota, particularmente em relação á saúde do cólon; estes são absorvidos através das mucosas regionais do TGI e têm sido mostrados como moduladores da homeostase energética do hospedeiro através de células enteroendócrinas quimiossensoriais (CAMPBELL, S.C; WISNIEWSKI, P. J, 2017).

2.4 Exercício Físico e Esvaziamento Gástrico

Durante o processo de digestão e de absorção dos nutrientes, o estômago executa diversas atividades, como a retenção do alimento e o posterior esvaziamento em direção ao duodeno para ser absorvido; neste processo – chamado esvaziamento gástrico – o quimo é expulso do estômago a diferentes taxas de esvaziamento que variam de acordo com inúmeros parâmetros (CALABRESI, M., 2013).

O esvaziamento gástrico (EG) possui um papel fundamental na digestão de nutrientes e é um dos principais determinantes na glicemia pós-prandial e dos sintomas gástricos (HORNER et al, 2015). O estômago proximal e distal está relacionado à atividade motora; sendo que a parte proximal possui contrações lentas e tem um papel fundamental na regulação da pressão intragástrica e esvaziamento de líquidos, e a distal com suas contrações peristálticas tem papel na mistura da secreção gástrica com o alimento e no processo de trituração e atua no esvaziamento de sólidos (SILVA, M., 2012).

Os parâmetros de esvaziamento gástrico são dependentes de diversas características dos alimentos ingeridos, incluindo suas propriedades físicas e nutritivas, tais como, sólidos,

líquidos nutritivos ou não (CALABRESI, M., 2013). A taxa de esvaziamento gástrico de líquidos é afetada pelo volume do estômago, conteúdo energético da solução ingerida, e em menor escala pela osmolaridade da solução (EVANS, G.H et al, 2016). Também se relata que o esvaziamento gástrico de um carboidrato pode ser acelerado aumentando a ingestão dietética deste carboidrato (JEUKENDRUP, A.E, 2017).

A regulação do esvaziamento gástrico é um processo complexo que envolve mudanças na pressão intragástrica que promovem os movimentos da comida ou do fluido do estômago para o duodeno (EVANS et al, 2016). Juntamente com a acomodação gástrica, ele desempenha um papel chave na regulação do apetite; e ainda, alterações no esvaziamento gástrico podem contribuir para os sintomas gastrointestinais durante o exercício, sendo que a maior parte das evidências sugere que o durante exercício extenuante ele é diminuído, e durante exercício moderado ou leve ele acelera ou não se altera (HORNER et al, 2014). Relata-se que o esvaziamento gástrico é mais rápido em homens ativos se comparados a homens inativos, sendo ele associado ao gasto energético em atividade (HORNER, K.,M. et al, 2016).

As diferenças nos tipos de exercício físico e da energia gasta também influenciam no esvaziamento gástrico, pois, o exercício físico é conhecido por aumentar a sensibilidade da leptina através da redução de massa de gordura, o que pode interagir com os hormônios intestinais como a colecistocinina e com as fibras aferentes vagais que influenciam na motilidade gástrica (HORNER et al, 2015).

A grelina estimula a ingestão de alimentos em curto prazo, promove o esvaziamento gástrico e regula o peso corporal (WANG, Y et al, 2010); em contraste, o peptídeo YY e o GLP-1 induzem sinais de saciedade e inibem o esvaziamento gástrico e ainda, além dos fatores hormonais, influências mecânicas ou neurais, como a dominância relativa do tônus simpático e parassimpático pode contribuir com variadas respostas do esvaziamento gástrico ao exercício físico (HORNER et al, 2014).

2.5. Exercício Físico e Permeabilidade Intestinal

A motilidade do trato gastrointestinal é coordenada pelos neurônios do plexo mioentérico, que estão presentes ao longo do trato gastrointestinal; esse plexo regula o peristaltismo e modula a contração da parede muscular, assim como sua frequência e intensidade (SILVA, M., 2012).

O epitélio intestinal serve como um canal para a absorção de nutrientes, assim como também serve de barreira para impedir que bactérias e toxinas nocivas entrem na circulação;

ele é composto por uma camada única de células que são mantidas unidas através das junções comunicantes, que separam o conteúdo do lúmen intestinal da lamina própria (VAN HOUTEN et al, 2015).

Sintomas como náusea, cólicas abdominais, vômitos e diarreia após o exercício físico estão diretamente ligados ao aumento da permeabilidade intestinal, levando a endotoxemia, o que resulta também em maior suscetibilidade a doenças infecciosas, devido à absorção de patógenos ou endotoxinas do tecido e da corrente sanguínea (LAMPRECHT; FRAUWALLNER, 2013).

A hipoperfusão intestinal, reperfusão isquêmica, e aumento de temperatura corporal durante ou imediatamente após exercício físico extenuante são os caminhos primários que contribuem para a injúria e mudanças na permeabilidade intestinal (MARCH et al, 2017).

O principal “gatilho” que pode fazer com que a barreira intestinal seja diminuída durante o exercício pode ser a alteração do fluxo sanguíneo, que é desviado das vísceras para o músculo esquelético e coração; quanto maior a intensidade e duração do exercício físico mais distintamente o fluxo sanguíneo alterado corre no intestino, coração e músculo esquelético, assim, um sistema com insuficiência de sangue, oxigênio e nutrientes e remoção prejudicada de metabólitos acaba por sofrer estresse (LAMPRECHT; FRAUWALLNER, 2013).

Uma proteína que tem recebido atenção como um válido marcador de injúria intestinal celular ou dano após exercício físico em humanos é a proteína ligadora de ácidos graxos intestinais (I-FABP); ela está presente nos enterócitos maduros das vilosidades do intestino delgado e é liberada quando a integridade da membrana é comprometida, sendo útil como uma medição sensível e aguda da lesão intestinal após exercício extenuante (MARCH et al, 2017).

A atividade vagal é reduzida a quase zero durante o exercício (principalmente nos exercícios de alta intensidade) e se esse exercício é repetido diariamente, a atividade vagal pode não retornar aos níveis antes do exercício, até que o sujeito fique em repouso significativo; por conseguinte, longos períodos intensos de exercício com atividade vagal reduzida podem resultar em aumento da permeabilidade intestinal, inflamação e doenças crônicas (VAN HOUTEN et al, 2015).

2.6. Exercício físico e Parâmetros Hemodinâmicos

O exercício como terapia não farmacológica é altamente recomendado para prevenção de doenças cardiovasculares, diminuindo e evitando os fatores de risco envolvidos nessa área, incluindo a hipertensão, dislipidemia, resistência à insulina, inflamações e obesidade (RUIVO, J.A; ALCÂNTARA, P., 2012).

A pressão arterial apresenta a força exercida pelo sangue contra as paredes arteriais e divide-se em sistólica – pressão que ocorre durante a contração ventricular quando coração impulsiona de 70 a 100 ml de sangue para dentro da aorta – e diastólica, que é o momento onde os ventrículos se relaxam gerando um recuo nas artérias, declinando a pressão de forma contínua de acordo com que o sangue flui para a periferia, com o coração voltando a se encher de sangue (ALDENUCCI et al, 2010). A pressão arterial depende do rendimento cardíaco e da resistência imposta pelos vasos periféricos, sendo que essa resposta é variada de um indivíduo para outro; ainda, o aumento da pressão sistólica durante esforço é função do débito cardíaco aumentado e da vasodilatação dos músculos em atividade, em contraste com a vasoconstrição da atividade simpática (POMBO, L.R, 2009).

Independentemente da provável redução da pressão arterial de repouso em razão do exercício físico regular, pode haver redução abaixo dos níveis de repouso no momento após a realização de uma sessão de exercício, denominado hipotensão pós exercício (ANUNCIACÃO, P.G; POLITO, M.D., 2010). Os mecanismos neurais que podem explicar a hipotensão após esforço físico podem estar relacionados à inibição da descarga nervosa simpática pela diminuição do neurotransmissor noradrenalina; havendo também a contribuição dos opióides endógenos que reduzem a atividade simpática, promovendo assim a atividade intrínseca e cronotrópica cardíaca; há uma maior síntese e liberação de óxido nítrico pelo endotélio vascular, o que expande os vasos, gerando uma vasodilatação, além da liberação de histamina, ácido láctico, dióxido de carbono, entre outros (PASCHOAL et al, 2012). Exercícios físicos intensos e agudos apresentam uma resposta significativa e rápida na resposta endotelial, embora também estejam relacionados ao aumento no consumo de oxigênio e a consequente formação de radicais livres no músculo cardíaco e esquelético (PINHO et al, 2010).

Durante a realização do treinamento de força, por exemplo, a pressão arterial não aumenta só pela intensidade empregada, mas também devido à duração, atingindo seus picos na última repetição e próximo da falha concêntrica (CORREIA ROCHA et al, 2012).

A frequência cardíaca define-se pelo número de sístoles executadas pelo ventrículo esquerdo em um minuto, sendo, atualmente, a maneira mais eficaz e prática para avaliar e controlar a intensidade do exercício físico ou treinamento (BURGATTI E SILVA, R.; DA SILVA, G.R.; ABAD, C.C.C., 2010). O equilíbrio entre a atividade vagal (parassimpática) e simpática sobre o nodo sinusal cardíaco faz com que os batimentos variem conforme a situação empregada, sendo esta sucessão de variação entre os intervalos de pulso dos batimentos cardíacos denominada variabilidade da frequência cardíaca (SILVA; DA SILVA; ABAD, 2010).

Nos exercícios de resistência, há um aumento e redistribuição do débito cardíaco para manter a perfusão dos músculos ativos, sendo que, esta reposta é ativada por mecanismos neuro-hormonais e hidrostáticos, inicialmente aumentando o volume sistólico e depois os batimentos cardíacos (RUIVO, J.A; ALCÂNTARA, P., 2012).

2.7. Exercício Físico e Citocinas

A produção de citocinas pode ser modulada por uma série de estímulos, tais como o estresse hormonal, estresse oxidativo e exercício extenuante (TERRA et al, 2012).

As citocinas exercem diversas funções no organismo, agindo em diferentes células e possuindo um papel de grande importância na energia metabólica, tal como a produção das proteínas JNK/AP-1 (c-Jun N-terminal quinase) e da MAPK (proteína quinase ativada por mitógenos) através da contração muscular, o que eleva a concentração da citocina IL-6 e do TNF- α (fator de necrose tumoral), sendo que, estas têm sido consideradas capazes de sinalizar em nível hormonal de maneira a mobilizar a glicose extracelular e induzir lipólise pronunciada durante o exercício (LIRA et al, 2017). A principal citocina liberada durante o exercício é a IL-6, onde seus níveis aumentam durante o exercício e voltam a diminuir na fase de recuperação (COMOASSI et al, 2018). Windsor e colaboradores (2018) também relatam sobre o aumento da IL-6 em resposta a uma sessão de exercício físico, onde ela atuaria suprimindo o TNF- α , e regulando positivamente a IL-10, uma citocina anti-inflamatória; seu aumento está intimamente ligado à massa muscular relacionada envolvida na atividade contrátil, como em modalidades de exercício que envolve um grande número de grupos musculares e, ainda, a intensidade do exercício desempenha um papel na magnitude dessa resposta, com exercícios de alta intensidade levando a um maior nível de IL-6 (LIRA et al, 2017). De acordo com Knudsen e colaboradores (2017), a IL-6 estimula a produção e liberação da incretina GLP-1 durante o exercício, o que sugere que níveis aumentados desta

citocina durante o exercício pode ser importante para a regulação do GLP-1 tendo efeitos concomitantes na secreção de insulina após o exercício.

De forma geral, o exercício físico está associado à leucocitose temporária, seguida de supressão parcial da imunidade celular pela diminuição de células como os linfócitos e as *Natural Killer*; havendo possível redução também dos neutrófilos, monócitos e de anticorpos como a IgA (imunoglobulina A) salivar; além de aumentos significativos das concentrações séricas de CK (creatina quinase) e das citocinas pró e anti-inflamatórias, como IL-1 β , IL-6, IL-10, TNF- α , IL-15) no tecido muscular estriado esquelético e no sangue (SILVA; MACEDO, 2011). A MCP-1 é um potente fator quimiotático e ativador de macrófagos, inflamação e regeneração do músculo esquelético e sua resposta tem sido estudada mais em exercícios excêntricos (IHALAINEN et al, 2017).

As citocinas IL-17 e IL-20 possuem efeitos pró-inflamatórios, onde, a IL-17 estimula citocinas e quimiocinas em várias células alvo do corpo, promovendo inflamação e recrutamento neutrofílico e a IL-20 funciona como estimulador inflamatório, quimioatrativo e angiogênico; em contrapartida a IL-10 é a principal molécula responsável por iniciar a resposta anti-inflamatória (NIKSERESHT, 2018).

O aumento das citocinas anti-inflamatórias frente ao exercício físico parece ser um estado compensatório para restringir reações pró inflamatórias em resposta ao dano muscular esquelético causado, assim, ao inibir essas respostas elas também podem inibir patologias induzidas por elas, como diabetes tipo II, doenças cardiovasculares e síndrome metabólica (TERRA et al, 2012).

Os microtraumas que surgem no tecido após estímulo muscular conseguem sinalizar através da sinalização das citocinas para outros tecidos como cérebro, rins, fígado, endotélio, células imunes, sistema endócrino, especialmente o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal e hipotálamo-hipófise-gônadas para promover a ação necessária para o reparo da lesão (SILVA; MACEDO, 2011).

Uma única sessão de exercício de resistência de intensidade moderada a alta é capaz de promover um aumento transitório nas interleucinas IL-6 e IL-1 β (pró-inflamatórias), bem como os níveis circulantes de proteína C reativa (PCR), que esta associada a um aumento posterior dos níveis do antagonista do receptor anti-inflamatorio da IL-1 (IHALAINEN, et al 2017). Exercícios extenuantes tipicamente resultam em uma capacidade reduzida das células T do sangue periférico em produzir IFN- γ imediatamente após o exercício e nas horas que se seguem a ele; no entanto, a produção de citocinas como a IL-4, por exemplo, parece não ser

afetada e a IL-10 varia bastante, podendo aumentar, diminuir ou não se alterar (SHAW, D.M et al, 2017).

A redução das citocinas inflamatórias e quimiotáticas é um dos efeitos gerados pelo exercício físico, mecanismos estes que ainda estão em discussão; sugere-se que a expressão reduzida do Toll like receptor, a liberação da IL-6 do músculo esquelético através da contração ou o aumento da ativação do eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal durante o exercício agudo fornece efeitos anti-inflamatórios sistêmicos (KARSTEN et al, 2017). A produção de IL-6 nas células musculares está aumentada quando o glicogênio está comprometido, o que sugere que ela possui um papel como sensor de energia o músculo em atividade, demonstrando também aumentar a captação de glicose basal e estimular a insulina em células musculares, o que favorece o metabolismo energético (IHALAINEN, et al, 2017).

Se as respostas das citocinas estão relacionadas com a quantidade de massa muscular ativada e respectivas alterações metabólicas, espera-se que as maiores respostas sejam observadas após exercício de resistência hipertrófica (IHALAINEN et al, 2017).

3.OBJETIVOS

3.1 Geral

- ✓ Avaliar as respostas de uma sessão de exercício de força sobre a saciedade, apetite e níveis plasmáticos de citocinas em humanos.

3.2 Específicos

- ✓ Analisar o efeito de uma sessão aguda de treinamento de força sobre as enzimas creatina quinase (CK-NAC) e lactato.
- ✓ Avaliar a resposta das citocinas circulatórias à sessão aguda de treinamento de força;
- ✓ Avaliar a resposta pressórica antes e após a sessão aguda de treinamento resistido;
- ✓ Verificar a resposta da frequência cardíaca antes e após a sessão aguda de treinamento resistido.
- ✓ Comparar os parâmetros correlatados entre o estado em repouso e basal.

4. METODOLOGIA

4.1. População do Estudo

Trata-se de um estudo experimental. A amostra selecionada para o estudo foi composta por 15 praticantes de treinamento de força, do sexo masculino, com idade entre 18 a 30 anos.

4.2 Critérios de Inclusão

- ✓ Praticantes de treinamento de força;
- ✓ Sexo masculino;
- ✓ Serem saudáveis;
- ✓ Estarem na faixa etária pré-estabelecida;
- ✓ Assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido;
- ✓ Indivíduos que tenham ao menos três meses de prática de treinamento.

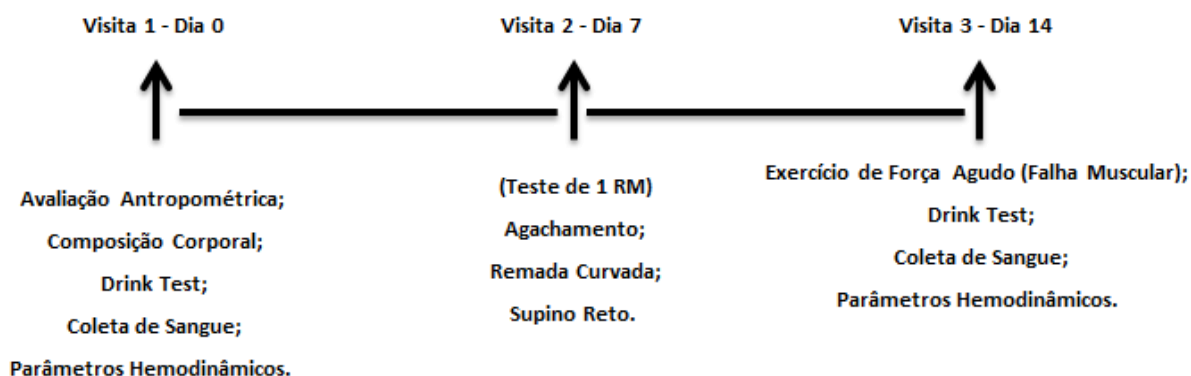
4.3 Critérios de Exclusão

- ✓ Indivíduos com doenças relacionadas ao trato gastrointestinal;
- ✓ Participantes com doenças metabólicas, como diabetes;
- ✓ Participantes com hipertensão arterial (HAS); doenças cardiovasculares;
- ✓ Participantes com doenças osteomusculares;
- ✓ Aqueles que não estiverem na faixa etária pré-definida;
- ✓ Indivíduos que se recusarem a participar voluntariamente da pesquisa.

4.4. Critérios Éticos

Os voluntários foram informados de todos os procedimentos do estudo, riscos e benefícios, assim, assinando um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido previamente. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Piauí (UFPI), com o número do parecer de 1.698.573.

4.5. Delineamento Experimental



4.5.1 Avaliação Antropométrica

Inicialmente, os 15 participantes deste estudo foram submetidos à avaliação antropométrica, que constou da análise dos seguintes parâmetros:

- **Massa Corporal:** A massa corporal é medida com uma balança, que afere o peso corporal do sujeito (kg). Para essa avaliação, o sujeito avaliado deve ficar em pé, braços ao longo do corpo, de costas para a escala de medidas, sem calçado e com o mínimo de roupas possível (ROCHA; GUEDES JÚNIOR; 2013).
- **Estatura:** Para medir a estatura, será utilizado um estadiômetro ou fita métrica fixada à parede. O avaliado deverá estar sem calçados, com os pés juntos, procurando colocar em contato com a escala de medida as superfícies posteriores dos calcânhares, dos glúteos e da região occipital. Além disso, deverá seguir o plano de Frankfurt, ou seja, a cabeça deverá estar alinhada de forma que uma linha imaginária passe abaixo do bordo inferior da órbita e acima do meato auditivo, formando, assim uma linha paralela ao solo. Em seguida, o avaliado deverá realizar uma inspiração máxima e um bloqueio respiratório (ROCHA; GUEDES JÚNIOR; 2013).
- **Índice de Massa Corporal (IMC)**

O índice de massa corporal se disseminou nas comunidades científicas, sendo um método usado até hoje, onde, possui como vantagem a facilidade de aplicação, visto que este

índice é calculado de forma simples: relação entre a massa (kg) dividida pelo quadrado da estatura (m) do indivíduo (BERTOL; DUTRA; NOHAMA, 2013). Uma vez calculado, o IMC pode ser representado pela tabela abaixo, fornecida pelo Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN). Levando-se em consideração indivíduos adultos, tem-se (Tabela 1):

Tabela 1. Valores do IMC x Classificação

Faixa	IMC	Classificação
1	> 18,5	Adulto com baixo peso
2	18,5 > 25,0	Adulto com peso adequado (eutrófico)
3	25,0 > 30,0	Adulto com sobrepeso
4	Maior ou igual a 30,0 > 35,0	Adulto com obesidade grau I
5	Maior ou igual a 35,0 > 40,0	Adulto com obesidade grau II (severa)
6	< 40,0	Adulto com obesidade grau III (mórbida)

Fonte: BERTOL; DUTRA; NOHAMA (2013).

4.5.2 Avaliação da Composição Corporal

A avaliação da composição corporal foi realizada pelo método de bioimpedância elétrica. Contudo, avaliamos também a espessura de dobras cutâneas com o auxílio de um adipômetro científico Sanny® (Figura 3), para posteriores estudos antropométricos. As dobras avaliadas foram: tricipital, abdominal, peitoral, subescapular, suprailíaca, perna e panturrilha.

Figura 3. Adipômetro clínico Sanny®.



Fonte: www.sanny.com.br

Em relação à avaliação da composição corporal pelo método de bioimpedância elétrica, utilizamos o equipamento InBody S10 tetrapolar (Figura 4), o qual analisa os componentes corporais por segmentos multifrequência (DSM-BIA). O Inbody S10 analisa

parâmetros como massa magra, massa livre de gordura, índice de massa corporal (IMC), água corporal total, proteínas, minerais, análise de massa magra segmentar, água extracelular, água intracelular, taxa de água extracelular, taxa metabólica basal, percentual de gordura corporal.

Figura 4. InBody S10.



Fonte: <https://shop.inbodyusa.com/collections/all-products/products/inbodys10>.

Recomendações prévias para avaliação por bioimpedância elétrica:

- Não se faça uso de medicamentos diuréticos nos últimos sete dias;
- Mantenha-se em jejum por pelo menos 4 horas;
- Não ter ingerido bebidas alcoólicas nas últimas 48 h;
- Ter-se absterido da prática de atividades físicas intensas nas últimas 24 horas;
- Urinar pelo menos 30 minutos antes da medida;
- Manter-se pelo menos 5-10 min em repouso absoluto em posição de decúbito dorsal antes da medida.

4.5.3 Avaliação de Parâmetros Hemodinâmicos

➤ Avaliação da Pressão Arterial

A pressão arterial dos 15 participantes foi avaliada através do aparelho esfigmomanômetro, modelo aneróide acompanhado de estetoscópio, da marca Premium®

(Figura 5). Esta foi monitorada antes do início da sessão aguda de treinamento de força, bem como durante o teste e até o final dos estudos gástricos.

Figura 5. Esfigmomanômetro modelo aneróide da marca Premium®.



Fonte: <https://www.medicyn.com.br/aparelhos-de-press-o/kit-academico/conjunto-esfigmomanometro-anoide-com-estetoscopio-premium.html>.

➤ **Avaliação da Frequência Cardíaca**

A frequência cardíaca foi avaliada através do frequencímetro da marca Polar rs800x (Figura 6). O frequencímetro foi colocado no pulso dos participantes e ativado, onde se registrou a frequência cardíaca antes do início da sessão aguda de treinamento de força (tempo 0) e após o término da sessão (25 minutos após o início).

Figura 6. Frequencímetro Polar ® rs800x.

Fonte: <https://www.fitnessboutique.com.br/monitor-cardiaco-polar-rs800cx/>

4.5.4 Avaliação da Saciedade (Drink Test)

Em continuidade às fases do estudo, os 15 participantes foram submetidos à avaliação de saciedade e acomodação gástrica pelo método de drink teste. Após jejum de no máximo 10 horas, os participantes foram orientados a consumir 2 horas antes do teste, uma refeição padronizada: 200ml de suco sabor laranja (108Kcal, carboidratos 26g) e 1 pacote de 26g de biscoito salgado (121Kcal, proteínas 2,2g, carboidratos 17g, gorduras totais 4,8g) (Tabela 2).

Tabela 2. Informação nutricional do desjejum.

	Desjejum		Bebida teste
	Suco (200ml)	Bolacha (26g)	Achocolatado (15ml)
Valor Energético (kcal)	108	120	9,77
Carboidratos (g)	26	17	1,5
Proteínas (g)	0,90	2,1	0,375
Gorduras (g)	0	4,8	0,2625

Legenda: Kcal – quilocalorias; g – gramas; ml – mililitros. Valores referentes a 15ml da bebida teste para o teste de saciedade e desjejum: pacote de bolacha e uma caixa de suco de laranja.

O *Drink Test* trata-se de um protocolo de ingestão lenta de uma refeição calórica. O teste é relatado na literatura como tendo uma boa correlação com a acomodação gástrica pela refeição, pois reproduz sintomas clínicos de plenitude e saciedade (MACEDO, 2010). O teste consistiu em oferecer aos participantes a refeição líquida achocolatada padronizada em um

ritmo constante de 15 ml/min (DE SCHEPPER, H. U. et al, 2004). A saciedade foi marcada pelo intermédio de uma escala gráfica que combina descritores verbais em uma escala graduada de 0-5, conforme tabela 3.

Tabela 3. Escala gráfica dos escores do Drink Teste.

Escala	Descritores
0	Não sinto nada
1	Começando a Encher
2	Um pouco cheio
3	Cheio
4	Muito Cheio
5	Não aguento mais

DE SCHEPPER, H. U. et al, 2004. Assessment of gastric accommodation: overview and evaluation of current methods.

Ressalta-se que esta mesma fase foi feita nos momentos basal e exercício (duas vezes) sempre pela manhã, com um participante por vez. O teste foi realizado no Laboratório de Educação Física, localizado no Setor de Esportes da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

4.5.5 Teste de Força de 1 Repetição Máxima (1RM)

A força muscular dos participantes foi avaliada por meio do Teste de Força Máxima (1RM). Para a realização do teste foram designados três exercícios: *Agachamento*, *Supino Reto e Remada Curvada*. Antes de iniciar o teste, os participantes aqueceram nos próprios aparelhos, executando dez repetições do exercício. Após um intervalo de três minutos, foi dado início ao teste em si. O número total das tentativas feitas para determinar o valor no teste de 1RM não ultrapassou cinco. O intervalo utilizado entre os exercícios foi de cinco minutos. Ao final dos exercícios, pôde-se obter a força máxima de cada participante, que foi utilizada posteriormente no protocolo de exercício.

4.5.6 Protocolo de Exercício

Cada participante foi orientado a realizar uma sessão de treinamento de força, que foi executado na academia de musculação do Setor de Esportes da Universidade Federal do Piauí (UFPI). A intensidade aplicada foi a de 70% de (1RM) de cada participante, parâmetro analisado e calculado previamente. A sessão de treinamento de força consistia em quatro séries de cada exercício até a falha muscular de cada série, com um intervalo de 30 segundos entre as mesmas. O tempo de intervalo entre cada exercício foi de 3 minutos. O protocolo de exercício seguiu as recomendações de (AGOSTINETE, RR et al, 2016) e é mostrado no esquema abaixo.

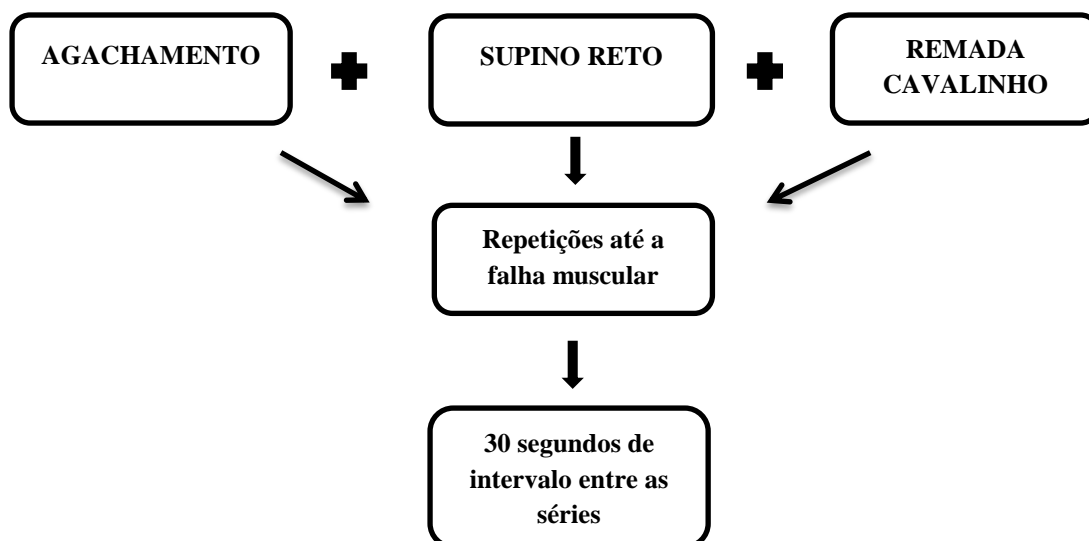


Figura 7. Agachamento



Fonte: Autoria Própria (2018).

Figura 8. Supino Reto



Fonte: Autoria Própria.

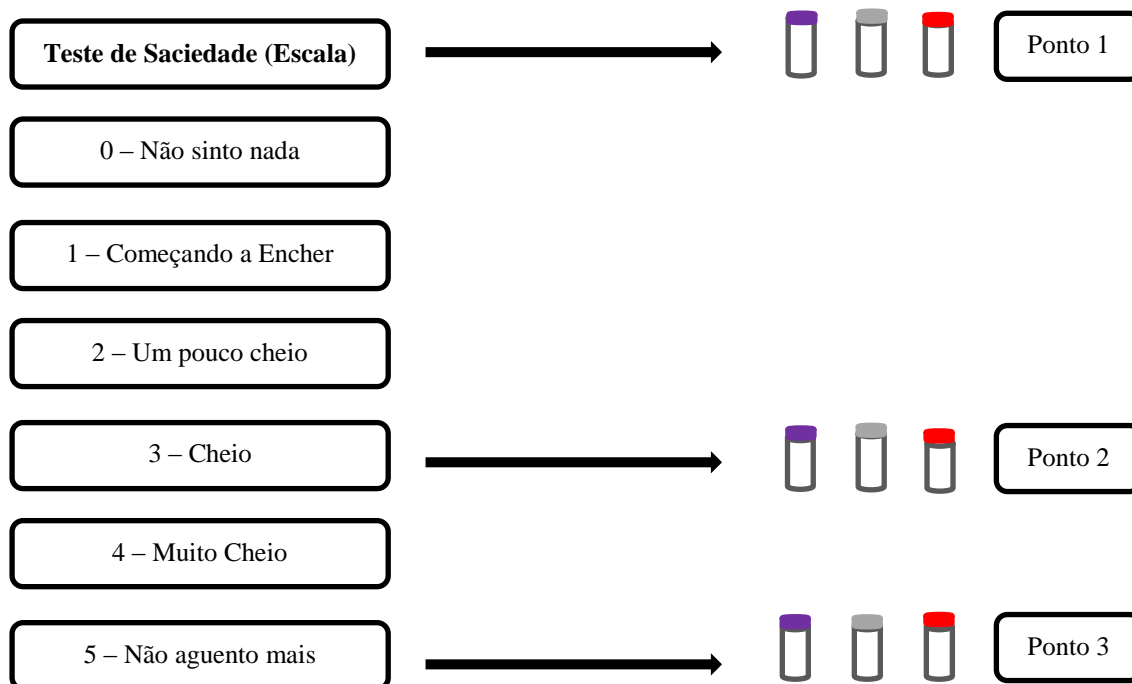
Figura 9. Remada Curvada

Fonte: Autoria Própria (2018).

O tempo total da sessão aguda de treinamento de força até a falha muscular foi de aproximadamente 25 minutos. Foram notificadas a pressão arterial e a frequência cardíaca antes do início do exercício e após o término. Salienta-se que a ordem do treinamento é respectiva à ordem do esquema acima. A sessão de treinamento varia em cargas, de acordo com o 1RM extraído de cada participante. A barra utilizada pesa 10 kg. Após a sessão de treinamento de força, realizou-se uma coleta de sangue, e em seguida deu-se início ao teste de saciedade.

4.5.7 Protocolo de Coletas de Sangue

Durante o drink Test, foram coletadas nove amostras de sangue de cada participante em três pontos distintos, em ambas as fases (basal e após exercício). Totalizando, cada participante possuía 18 amostras de tubos, sendo nove para cada fase. Abaixo, segue a figura que representa o esquema das coletas de sangue durante os testes:



4.5.8 Preparação da Amostra

O sangue foi coletado em três tubos distintos, usados para cada ponto: tubo de tampa roxa - contendo o anticoagulante ácido etilenodiamino tetracético (EDTA) -, tubo de tampa cinza – contendo o anticoagulante fluoreto de sódio e tubo de tampa vermelha - sem anticoagulante. Os dois primeiros tubos continham 4 ml e o último, 6ml. O tubo roxo era destinado à análise de citocinas, o tubo cinza à análise de lactato e o tubo vermelho às enzimas: creatina quinase (CK), TGO (AST), TGP (ALT), e glicose. Após coletados, os tubos foram centrifugados em uma centrífuga refrigerada (foto), a 4°C, 3.500 rotações por minuto (rpm), por 12 minutos. Separou-se o soro e plasma sobrenadantes em microtubos (de 1,5 ml) e acondicionaram-se as amostras no freezer a -80°C.

4.5.9 Análise das Amostras

➤ Avaliação do Lactato

As amostras pertencentes aos tubos de tampa de cor cinza alocadas em microtubos foram retiradas do freezer a -80°C para a análise. O lactato foi feito de forma manual, usando-se o kit da Biotécnica, seguindo-se todo o procedimento operacional padrão recomendado.

Fez-se a leitura dos resultados no leitor de placa DR- 200Bs (Figura 10). As amostras foram analisadas no laboratório de Exercício Físico e Fisiologia Gastrointestinal, localizado na Universidade Federal do Piauí (UFPI).

Figura 10. Leitor de placa DR-200Bs.



Fonte: Autoria Própria, (2018).

➤ **Avaliação de Cretina quinase (CK), TGO (AST), TGP (ALT) e Glicose.**

As análises das enzimas: cretina quinase (CK), TGO (AST), TGP (ALT) e glicose foram feitas no analisador automático Labmax Plenno, da fabricante Labteste (Figura 11) no Núcleo de Pesquisas em Plantas Mediciniais (NPPM), localizado no departamento de Farmacologia da Universidade Federal do Piauí (UFPI). O equipamento automático passou previamente por um processo de auto-limpeza de duração de 30 minutos. Posteriormente, as amostras para leitura bioquímica foram selecionadas no programa e colocadas uma por uma em cada espaço correspondente do analisador automático. Os resultados foram sendo revelados ao final de cada leitura.

Figura 11. Analisador automático LabMax Plenno - Labtest.

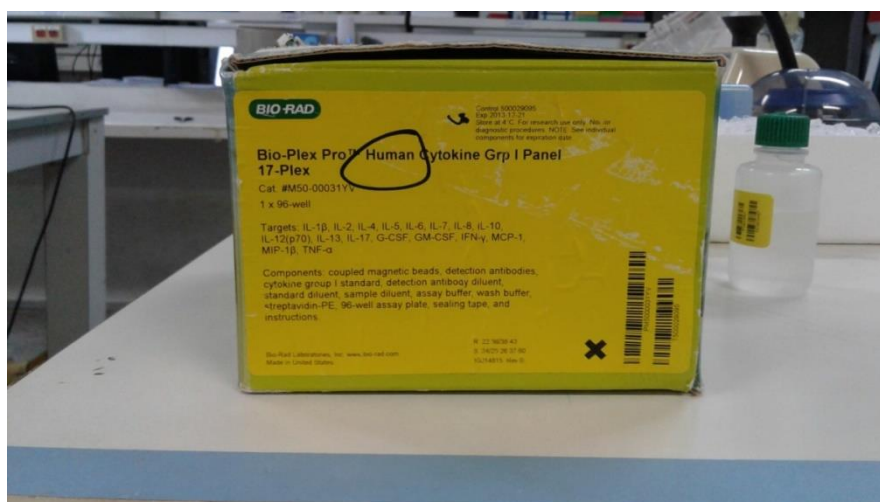


Fonte: Autoria própria, (2018).

➤ **Avaliação Plasmática das Citocinas**

As amostras para citocinas foram analisadas na Universidade Federal do Ceará (UFC), no Laboratório de Toxinologia Molecular, supervisionado pelo professor Dr. Alexandre Havt. Foram levadas 90 amostras dos participantes. Todas pertenciam aos tubos de tampa roxa, contendo o anticoagulante EDTA, e foram alocadas em microtubos devidamente identificados de acordo com o participante, o ponto de coleta e numeração, refrigeradas no freezer a -80°C e transportadas em caixa térmica com quantidade de gelo adequada. Utilizou-se o kit da Bio-Plex Pro Human Cytokine Grp (Figura 12), pertencente à fabricante BIO-RAD. O processamento foi feito no Sistema Bio-Plex 200, um analisador por ensaio de suspensão.

Figura 12. Kit Bio-Plex Pro Human Cytokine Grp I Panel 17- Plex.



Fonte: Autoria própria, (2018).

O procedimento de início da análise das citocinas consiste na preparação da diluição do padrão. É necessário que a máquina Bio-Plex 200 (Figura 13) aqueça por 30 minutos para fazer a leitura das amostras.

Figura 13. Sistema Bio-Plex 200. Analisador por ensaio de suspensão.

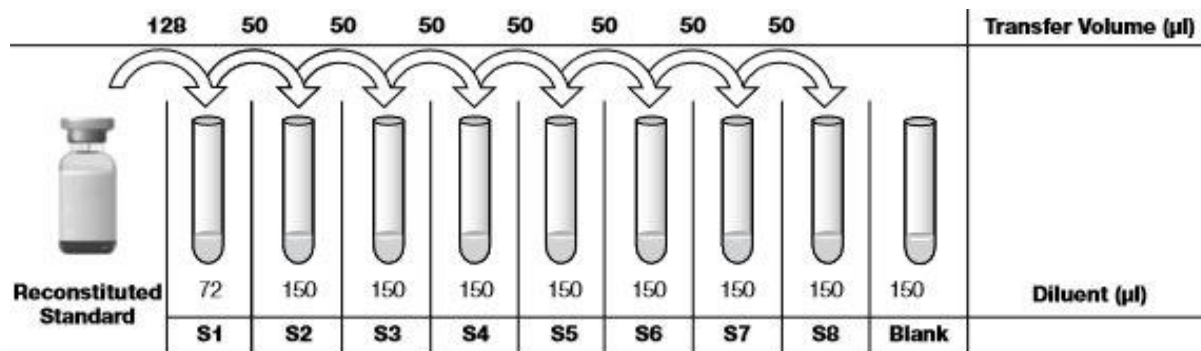


Fonte: Autoria própria, (2018).

Depois de preparado, o padrão reconstituído permanece 30 minutos incubado no gelo. Durante esse tempo, o passo é produzir a diluição padrão seriada. Separam-se nove microtubos de 1,5 ml, nomeando-os de 1 a 8 e o branco. Adiciona-se 150 μ l do diluente reconstituído do microtubo 2 a 8 e ao branco. O padrão reconstituído é agitado no vortex por

cinco segundos. Adiciona-se 128 μl dele dentro do tubo 1, já contendo 72 μl do diluente padrão. Agita-se no vortex novamente por cinco segundos. Após esse processo, pipeta-se 50 μl do tubo 1 para o tubo 2. Usa-se o vortex novamente. Essa mesma diluição é continuada do tubo 2 para o 3 e assim por diante, até o tubo 8. (Figura 14).

Figura 14. Esquema representando a diluição seriada do kit Pro Human Cytokines.

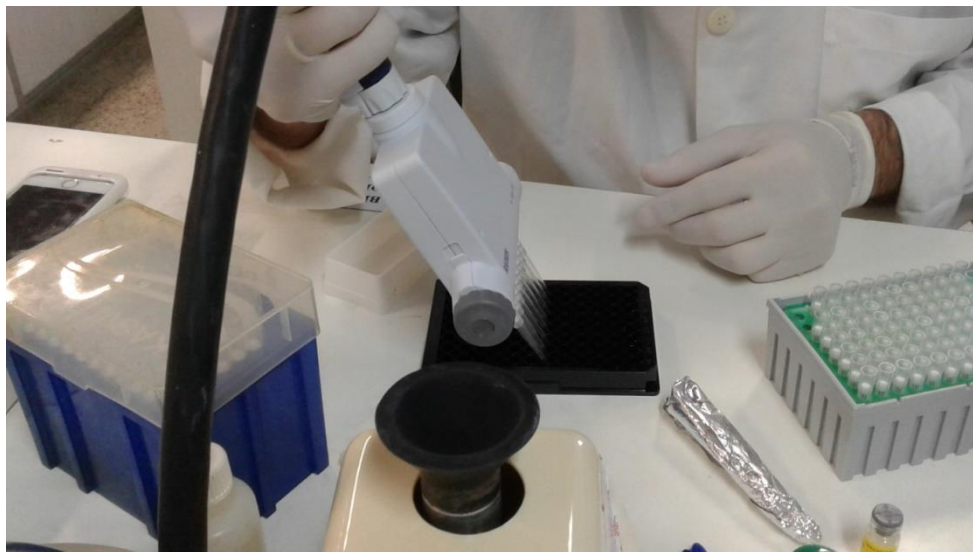


Fonte: Bio-Plex Pro Cytokine, Chemokine, and Growth Factor Assays – Instruction Manual.

Seguindo o processo, é necessário que se faça a preparação dos “coupled beads” essencial para a ligação do anticorpo durante a reação, para posterior leitura na máquina.

Para o kit de ensaio com humanos, orienta-se que se coloque 5,175 μl de solução tampão em um tubo Falcon de 15 ml. Depois, adicionam-se 5,750 μl dos “coupled beads” para diluí-los no tubo Falcon contendo o tampão. É necessário que o tubo seja protegido por papel alumínio, pois o diluído é fotossensível. Para dar início ao preenchimento da placa de leitura, coloca-se o “coupled beads” diluído no vórtex na velocidade média, por 30 segundos. Coloca-se a diluição em um reservatório de reagente (barca), e transfere-se 50 μl para cada poço da placa de ensaio (Figura 15).

Figura 15. Processo de transferência de 50 µl de “coupled beads” diluídos para a placa de ensaio de citocinas.



Fonte: Autoria própria, (2018).

Após a transferência, é necessário que a placa seja lavada duas vezes na estação de lavagem Bio-Plex Pro II (Figura 16).

Figura 16. Estação de Lavagem Bio-Plex Pro II, da BIO-RAD.



Fonte: Autoria própria, (2018).

Antes de pipetar as amostras, recomenda-se que elas passem rapidamente pelo vortex (5 segundos). São adicionados 50 μl delas em cada poço da placa, lembrando que se faz necessário mudar a ponteira a cada amostra. Cobre-se a placa com um adesivo de proteção, e coloca-se ela em um agitador de placa a 850 rpm (Figura 17), por 30 minutos.

Figura 17. Agitador de placa térmico utilizado durante o procedimento.



Fonte: A autoria própria, (2018).

Enquanto a placa é agitada, é necessário que se prepare o detector de anticorpos. Adiciona-se 2,700 μl do diluente detector de anticorpos a um tubo Falcon. Depois, dilui-se o detector de anticorpos uma vez, pipetando 300 μl dele em um tubo Falcon. Após o término do tempo do agitador térmico, a placa necessita ser lavada três vezes na estação de lavagem. Após passar pelo vórtex, o detector de anticorpos diluído é colocado em um reservatório reagente e 25 μl são transferidos a cada poço da placa de leitura. Depois disso, a placa é novamente colocada no agitador térmico por 30 minutos. Durante o tempo no agitador, precisa-se preparar a estreptavidina, que vai funcionar como um detector de biomoléculas. Adiciona-se 5,940 μl do tampão em um tubo Falcon. Em seguida, a estreptavidina é diluída uma vez adicionando-se 60 μl dela em outro tubo Falcon. Leva-se ao vórtex por alguns segundos e depois disso protege-se com papel alumínio até seu uso. Após mais meia hora de agitação da placa, lava-se três vezes na estação lavagem. Mais uma vez a estreptavidina diluída passa pelo vórtex, e em seguida ela é colocada em um reservatório de reagente, e 50 μl são utilizados para cada poço com uma pipeta multicanal. Novamente, cobre-se a placa com

um adesivo transparente de proteção e coloca-se no agitador térmico por 10 minutos. Ao término do tempo, a placa é lavada novamente três vezes na estação. Para resuspender os “beads”, adicionaram-se 125 μ l do tampão em cada poço. Agitou-se por mais 30 segundos. Retirou-se o adesivo de proteção da placa, levando-a para a máquina de leitura.

4.6 Análise estatística

Inicialmente todos os dados foram avaliados quanto à normalidade através do teste de Shapiro Wilk. Os resultados obtidos neste estudo foram analisados no programa GraphPad Prism, versão 6. Para a comparação estatística dos dados referentes às repetições das séries do treinamento de força, a análise aplicada foi a de Anova para medidas repetidas. Já a comparação inter-grupos dos resultados para os escores (“Não sinto nada” e “Não aguento mais”) pré e pós a intervenção por exercício, foi feita mediante o teste “t” de *Student* pareado. Foram assumidos como significativos valores de $p < 0,05$.

5. RESULTADOS

O estudo de característica experimental contou com (n=15) participantes do sexo masculino e praticantes de treinamento de força. Na Tabela 04 são apresentados os parâmetros antropométricos, composição corporal e avaliação de força (1RM), caracterizando a amostra do estudo. Os dados são expressos em média \pm desvio padrão.

Tabela 4. Características gerais da amostra referentes à antropometria, composição corporal e força muscular (n=15).

Antropometria	Média \pm EPM
Peso (kg)	79,5 \pm 2,8
Idade (anos)	23,0 \pm 0,7
Estatutura (m)	1,7 \pm 0,2
IMC (kg/m²)	25,8 \pm 0,6
Composição Corporal	
Massa de Gordura (kg)	13,1 \pm 1,4
Massa Magra (kg)	62,6 \pm 2,1
Massa Livre de Gordura (kg)	66,4 \pm 2,3
Percentual de Gordura Corporal (%)	15,6 \pm 1,6
Taxa Metabólica Basal (Kcal)	1785 \pm 44,7
Teste de 1RM	
Agachamento (kg)	104,0 \pm 4,6
Supino Reto (Kg)	81,3 \pm 5,0
Remada Curvada (kg)	90,6 \pm 4,2

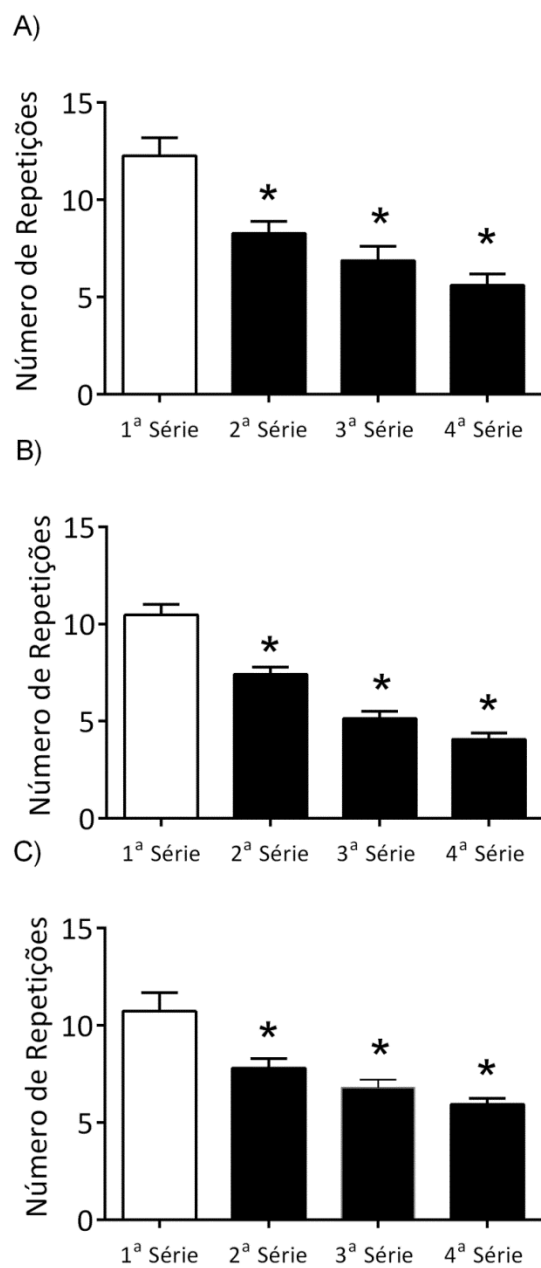
Legenda: (kg) – quilogramass; (m) – metros; (kg/m²) – quilogramass por metro quadrado; (L) – litros.

5.1 Números de Repetições da Sessão Aguda de Treinamento de Força

Apresentam-se na figura 18, as médias dos valores de repetições executadas na sessão aguda de treinamento de força, com os exercícios agachamento (A), supino reto (B) e remada curvada (C).

Em se tratando das repetições alcançadas até a fadiga muscular, observamos que em todos os três exercícios (agachamento, supino reto e remada curvada) a 2^a, 3^a e 4^a séries foram significativamente menores (agachamento 1^a série $12,27 \pm 0,9$ repetições; 2^a série $8,26 \pm 0,6$ repetições; 3^a série $6,86 \pm 0,7$ repetições e 4^a série $5,60 \pm 0,5$, repetições,), (supino reto 1^a série $10,45 \pm 0,5$ repetições; 2^a série $7,40 \pm 0,3$ repetições; 3^a série $5,13 \pm 0,3$ repetições e 4^a série $4,06 \pm 0,3$ repetições,) e (remada curvada 1^a série $10,73 \pm 0,9$ repetições; 2^a série $7,80 \pm 0,4$ repetições; 3^a série $6,80 \pm 0,4$ repetições e 4^a série $5,93 \pm 0,3$ repetições, $p < 0,05$), vs as primeiras séries de cada exercício.

Figura 18. Número de repetições dos exercícios realizados na sessão aguda do treinamento de força pelos 15 participantes.



Dados expressos em valores de média \pm EPM. Na análise estatística foi utilizado o teste Anova para medidas repetidas, Valor de * $p < 0,05$, entre a 1ª vs, 2ª, 3ª 4ª séries.

5.5. Resposta da Acomodação Gástrica à Sessão Aguda de Treinamento de Força pelo Teste de Saciedade (Drink Test), Avaliando Volume Ingerido, Calorias Ingeridas e Tempo Total para Encher em relação ao estado basal.

O teste de saciedade foi realizado em dois momentos distintos: pré exercício físico e pós exercício físico. Os valores foram analisados de forma totalizada e também a cada escore do drink test (0 – Não sinto nada; 1- Começando a encher; 2 – Um pouco cheio; 3 – Cheio; 4 – Muito Cheio e 5 – Não aguento mais).

Dispomos na Tabela 5 as médias e desvio padrão do volume e calorias totais ingeridas e o tempo total levado pelos participantes para ficarem totalmente saciados durante o drink test. Observamos um aumento significativo ($p < 0,05$) nos valores do volume, calorias e tempo total pós o exercício quando comparados aos valores pré exercício.

Tabela 5. Valores médios de volume (ml), calorias totais ingeridas (Kcal) e tempo total (minutos) durante o drink teste.

	Pré Exercício	Pós Exercício
Volume Ingerido (ml)	1410 ± 122,4	1866 ± 153,4 *
Calorias Ingeridas (Kcal)	985,9 ± 95,7	1193 ± 106,7 *
Tempo Total (min)	104,4 ± 8,9	137,6 ± 13,9 *

Dados expressos em média ± EPM. Valores estatísticos coletados através do teste *t Student* para dados pareados.

* $p < 0,05$ vs antes do exercício.

Em relação aos valores alcançados a cada escore, para volume (Tabela 6), foi encontrado valor significativo no escore “Não sinto nada”, o que mostra que o exercício físico induziu uma resposta significativa neste parâmetro. Para as calorias ingeridas (Tabela 7), observamos que os escores (“Não sinto nada” e “Um pouco cheio”) apresentaram significância para teste *t Student* vs pré exercício.

Tabela 6. Valores do volume ingerido (ml) a cada escore durante o drink test em média e desvio padrão, pré e pós exercício.

	Volume Ingerido (ml)	Volume Ingerido (ml)
	Antes do Exercício	Após o Exercício
0 – Não sinto nada	438,3 ± 58,5	592,0 ± 94,9*
1 – Começando a Encher	215,7 ± 37,9	256,0 ± 26,0
2 – Um pouco cheio	249,0 ± 46,5	325,0 ± 63,7
3 – Cheio	323,0 ± 55,2	258,0 ± 36,3
4 – Muito Cheio	174,0 ± 27,3	200,0 ± 37,9
5 – Não aguento mais	83,0 ± 23,7	52,0 ± 15,4

Dados expressos em média ± EPM. Foi utilizado como análise estatística o teste *T Student* para dados pareados.

Tabela 7. Valores das calorias ingeridas (Kcal) a cada escore durante o drink test em média e desvio padrão.

	Calorias Ingeridas (Kcal)	Calorias Ingeridas (Kcal)
	Antes do Exercício	Após do Exercício
0 – Não sinto nada	297,0 ± 39,1	401,2 ± 59,3*
1 – Começando a Encher	145,9 ± 23,9	164,4 ± 18,0
2 – Um pouco cheio	168,7 ± 30,0	211,7 ± 37,8*
3 – Cheio	211,0 ± 35,8	188,2 ± 22,9
4 – Muito Cheio	112,7 ± 17,9	113,3 ± 20,8
5 – Não aguento mais	52,7 ± 15,6	35,8 ± 10,2

Dados expressos em média ± EPM. Foi utilizado como análise estatística o teste *T Student* para dados pareados.

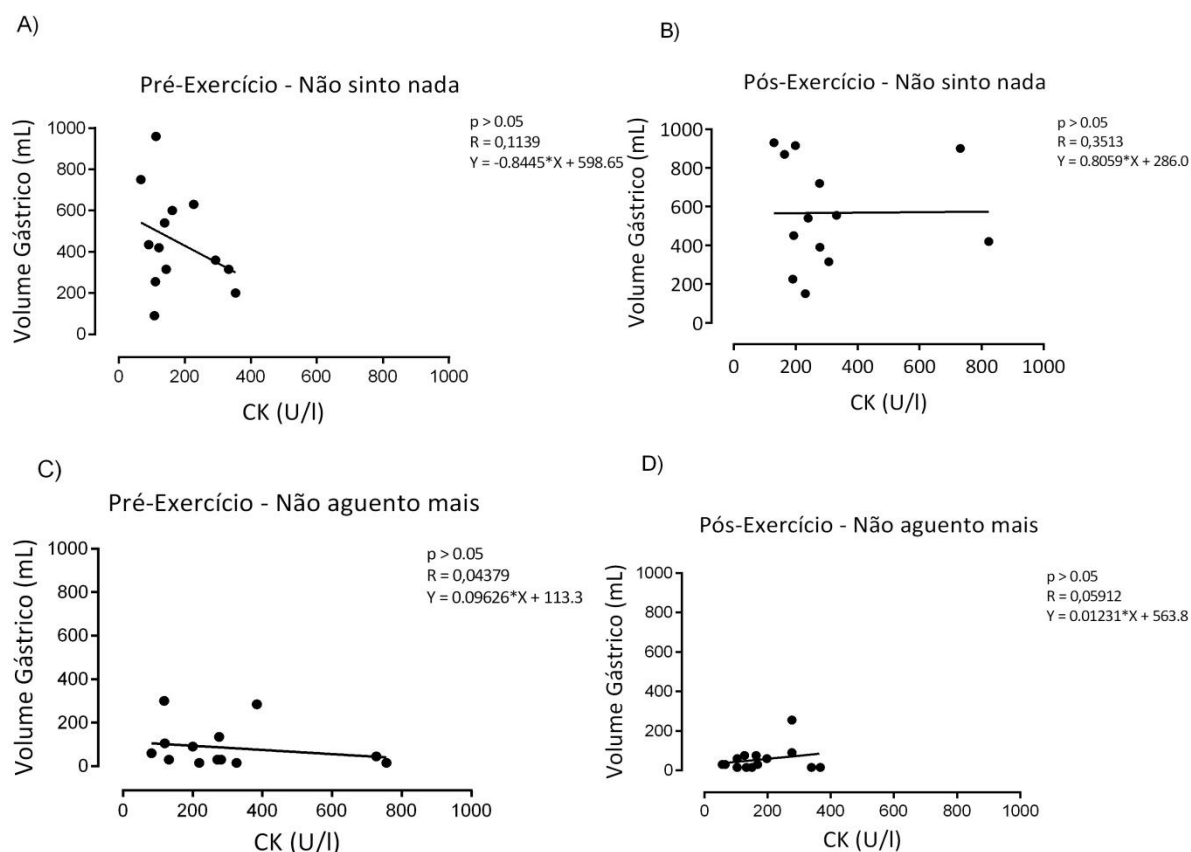
* $p < 0,05$ vs antes do exercício.

5.2. Correlação Entre as Dosagens Bioquímicas (CK, lactato, Interleucinas IL-1 β , IL-6, IL-10 e TNF- α) e o Volume Gástrico Pré e Pós uma Sessão Aguda de Treinamento de Força até a Falha Muscular.

As dosagens bioquímicas foram avaliadas em dois escores diferentes do teste de saciedade (“Não sinto nada e “Não aguento mais”), escores estes que configuram o início do teste e o final do mesmo, respectivamente. Avaliamos as duas situações pré e pós sessão de treinamento de força até a falha muscular.

Na figura 19, analisamos os valores das dosagens da CK (creatina quinase) pré e pós exercício, nos escores “Não sinto nada” e “Não aguento mais”. Constatamos que não houve correlações significativas ($p > 0,05$) entre os valores da creatina quinase e o volume gástrico em nenhum dos quatro pontos.

Figura 19. Correlação entre a creatina quinase (CK) e o Volume Gástrico Pré e Pós uma Sessão Aguda de Treinamento de Força até a Falha Muscular.

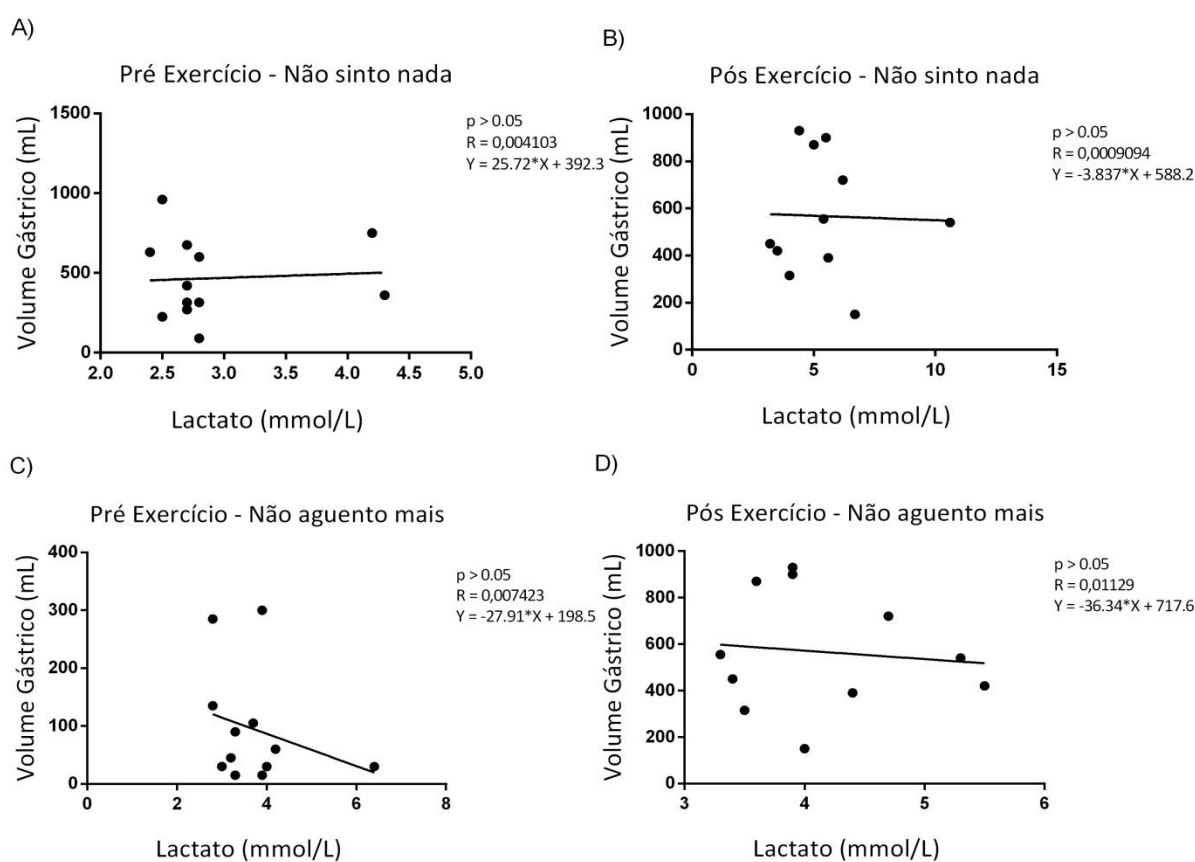


Legenda: A dosagem da creatina quinase dos indivíduos foi avaliada em dois pontos de dois escores do drink teste (Pré e Pós exercício – Não sinto nada e Pré e Pós exercício – Não aguento mais). Não foram observadas

correlações significativas entre os níveis de CK e o volume gástrico. Para valor significativo foi considerado ($p < 0,05$).

Na figura 20, correlacionamos os níveis de lactato e o volume gástrico alcançado após drink test pré e pós sessão aguda de treinamento de força. Não identificamos, assim como na creatina quinase, correlações positivas entre os seus níveis e a resposta do volume gástrico.

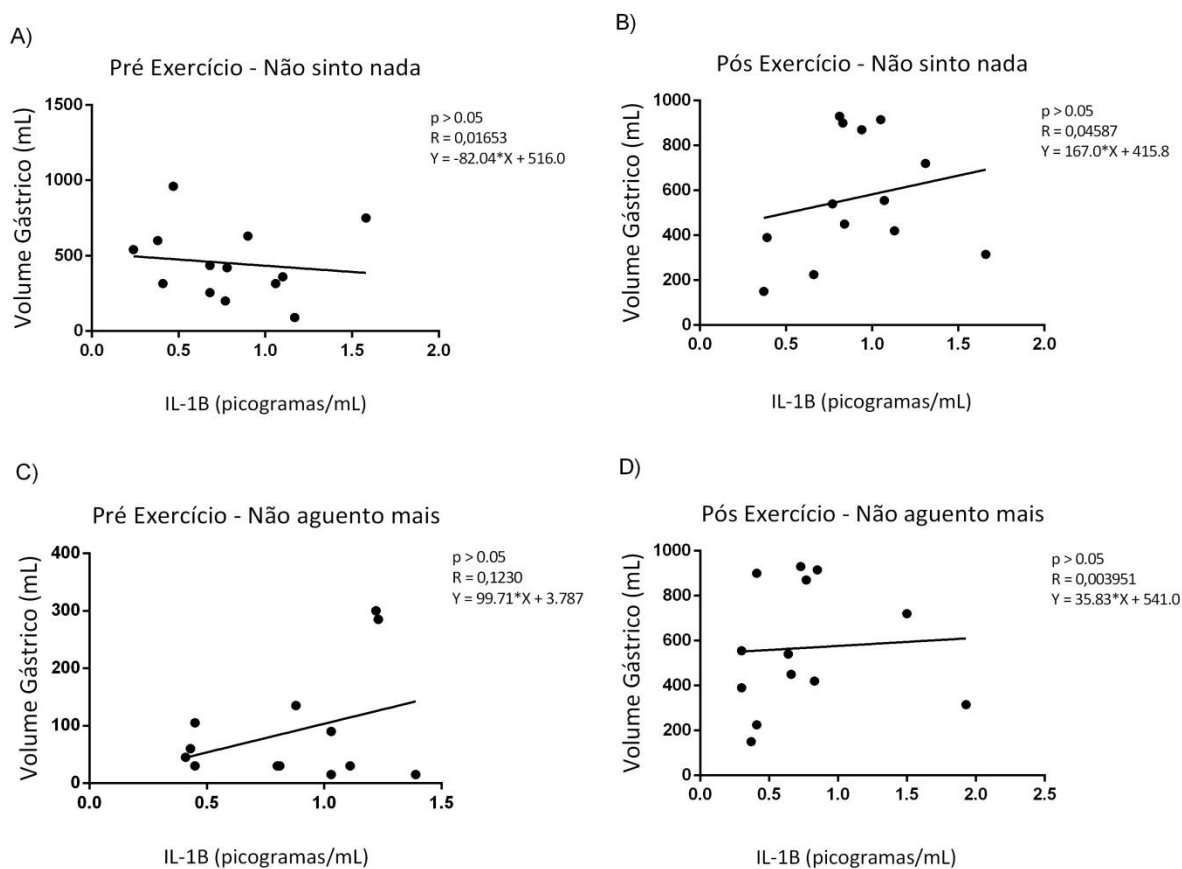
Figura 20. Correlação entre o Lactato e o Volume Gástrico Pré e Pós uma Sessão Aguda de Treinamento de Força até a Falha Muscular.



Legenda: A dosagem do lactato dos indivíduos foi avaliada em dois pontos de dois escores do drink teste (Pré e Pós exercício – Não sinto nada e Pré e Pós exercício – Não aguento mais). Não foram observadas correlações significativas entre os níveis de lactato e o volume gástrico. Para valor significativo foi considerado ($p < 0,05$).

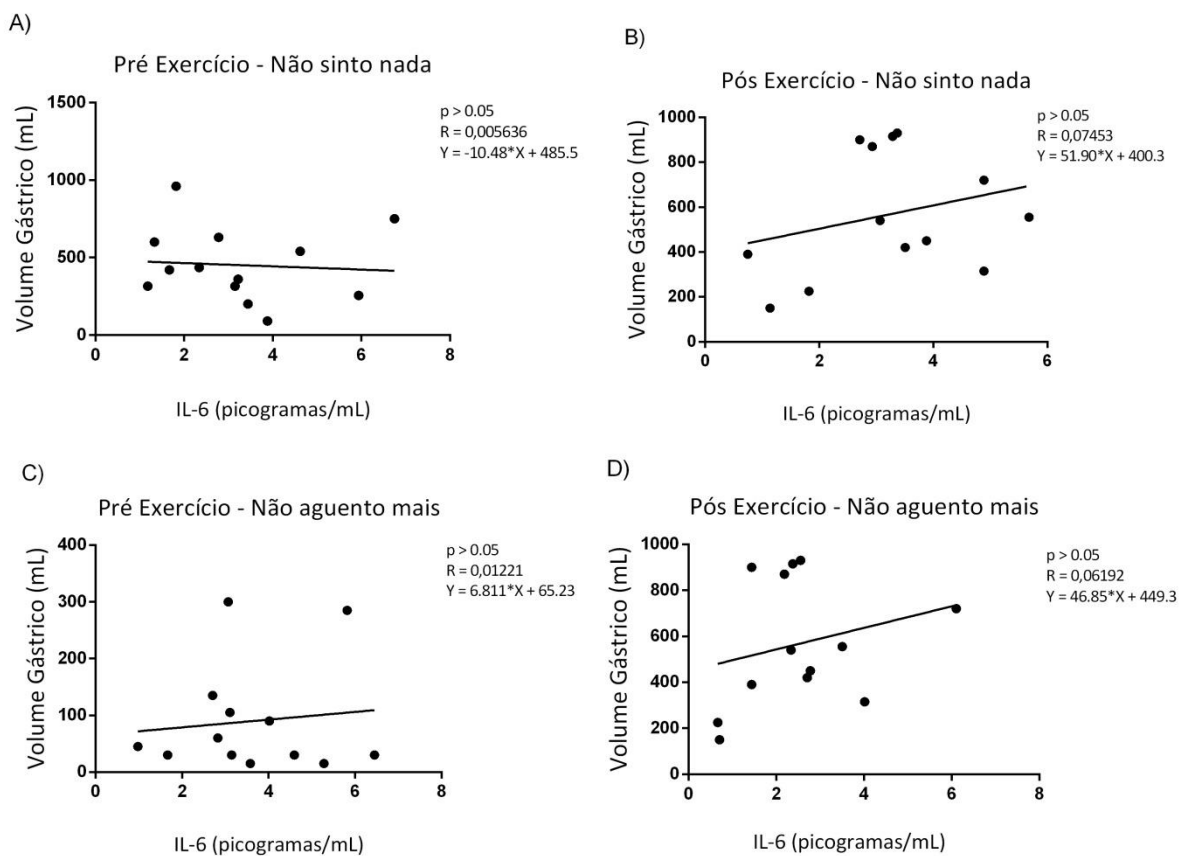
Nas figuras 21, 22, 23 e 24, usamos a mesma correlação com as citocinas pró inflamatórias IL-1 β , IL-6 e TNF- α , e com a citocina anti-inflamatória IL-10. Mais uma vez, não detectamos correlação significativa ($p > 0,05$) entre os níveis de IL-1 β , IL-6 e TNF- α e IL-10 com o aumento do volume gástrico.

Figura 21. Correlação entre a citocina IL-1 β e o Volume Gástrico Pré e Pós uma Sessão Aguda de Treinamento de Força até a Falha Muscular.



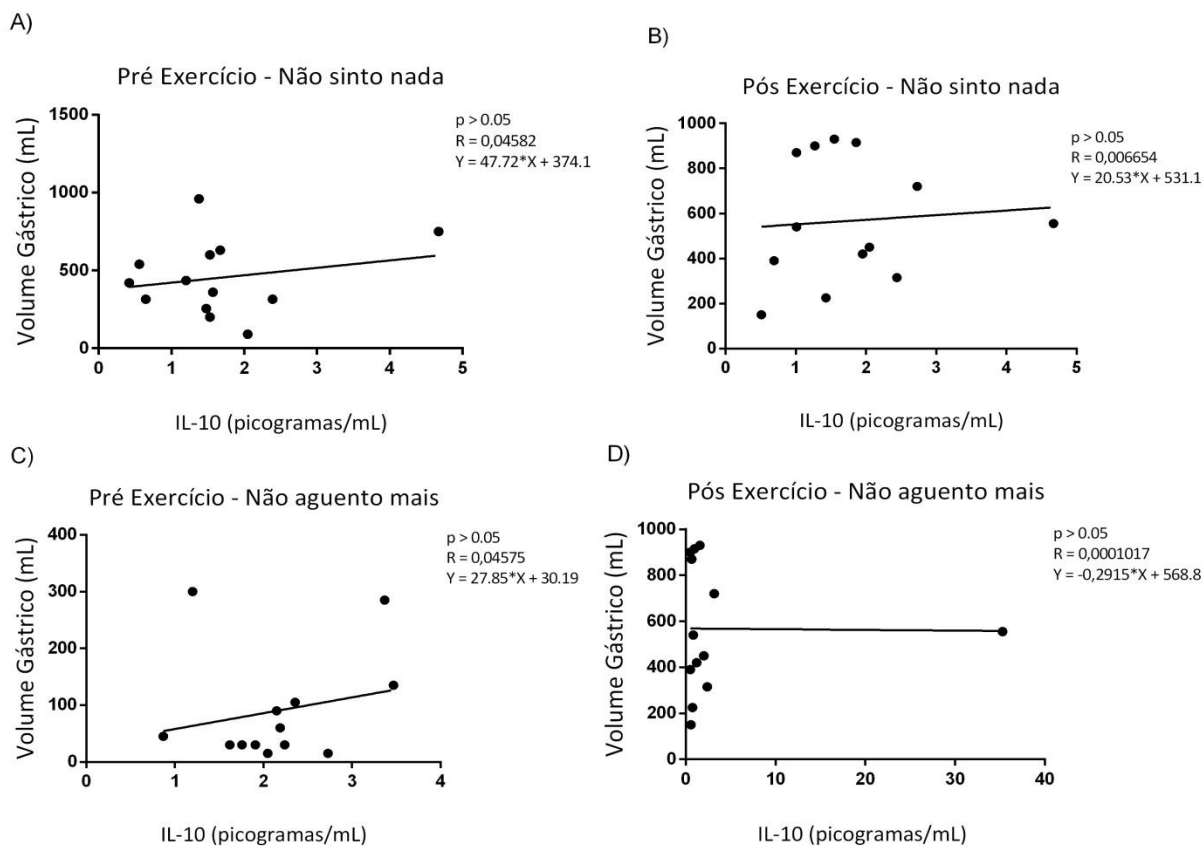
Legenda: A dosagem da interleucina IL-1 β dos indivíduos foi avaliada em dois pontos de dois escores do drink teste (Pré e Pós exercício – Não sinto nada e Pré e Pós exercício – Não aguento mais). Não foram observadas correlações significativas entre os níveis de IL-1 β e o volume gástrico. Para valor significativo foi considerado ($p < 0,05$).

Figura 22. Correlação entre a citocina IL-6 e o Volume Gástrico Pré e Pós uma Sessão Aguda de Treinamento de Força até a Falha Muscular.



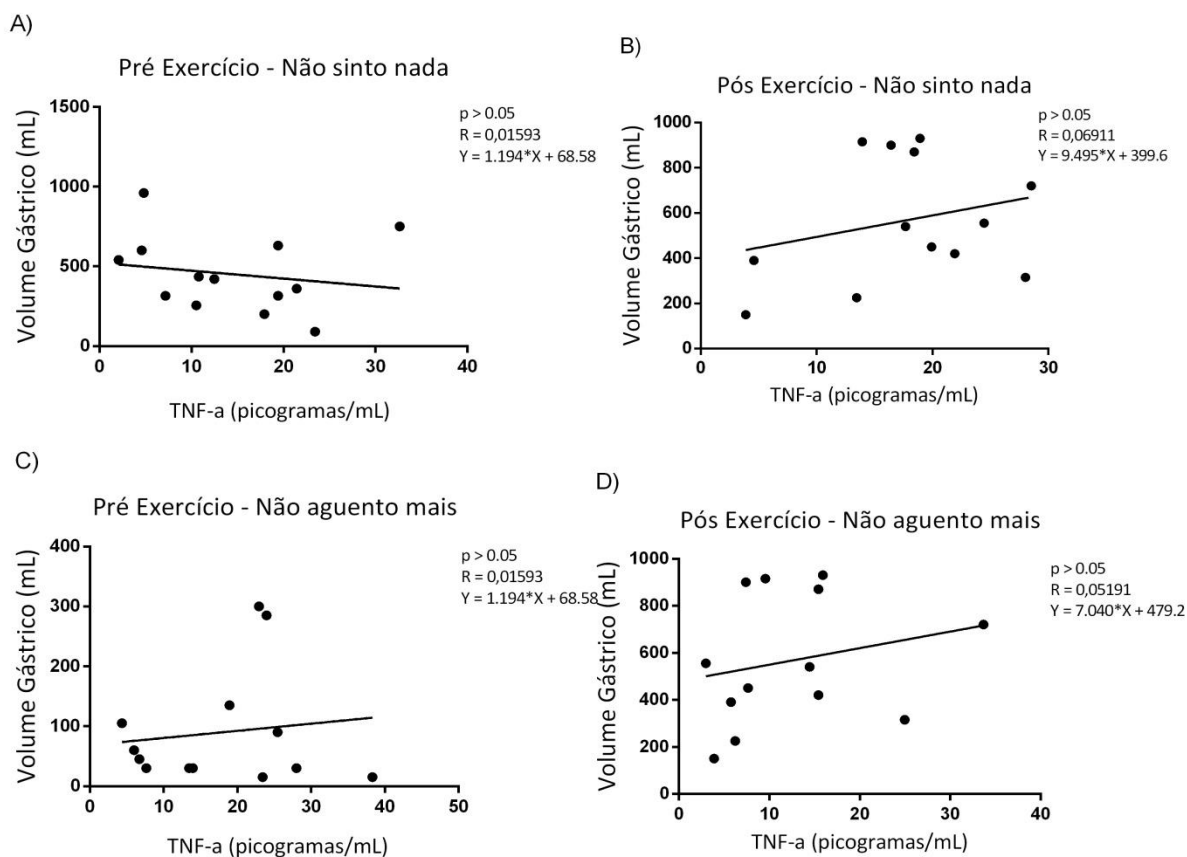
Legenda: A dosagem da interleucina IL-6 dos indivíduos foi avaliada em dois pontos de dois escores do drink teste (Pré e Pós exercício – Não sinto nada e Pré e Pós exercício – Não aguento mais). Não foram observadas correlações significativas entre os níveis de IL-6 e o volume gástrico. Para valor significativo foi considerado ($p < 0,05$).

Figura 23. Correlação entre a citocina IL-10 e o Volume Gástrico Pré e Pós uma Sessão Aguda de Treinamento de Força até a Falha Muscular.



Legenda: A dosagem da interleucina IL-10 dos indivíduos foi avaliada em dois pontos de dois escores do drink teste (Pré e Pós exercício – Não sinto nada e Pré e Pós exercício – Não aguento mais). Não foram observadas correlações significativas entre os níveis de IL-10 e o volume gástrico. Para valor significativo foi considerado ($p < 0,05$).

Figura 24. Correlação entre a citocina TNF- α e o Volume Gástrico Pré e Pós uma Sessão Aguda de Treinamento de Força até a Falha Muscular.



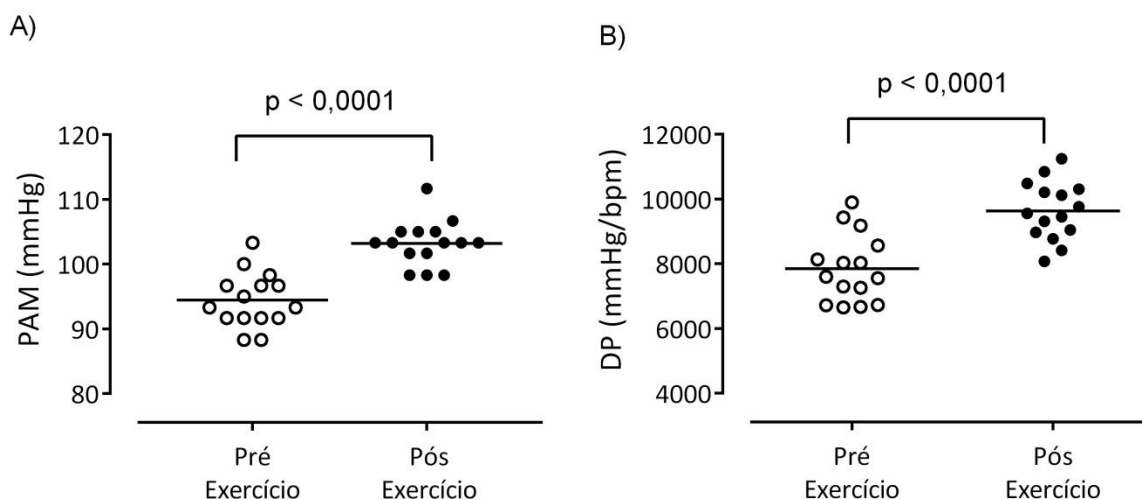
Legenda: A dosagem da interleucina TNF- α dos indivíduos foi avaliada em dois pontos de dois escores do drink teste (Pré e Pós exercício – Não sinto nada e Pré e Pós exercício – Não aguento mais). Não foram observadas correlações significativas entre os níveis de TNF- α e o volume gástrico. Para valor significativo foi considerado ($p < 0,05$).

5.3 Respostas dos Padrões Hemodinâmicos (Pressão Arterial Sistólica, Diastólica, Média, Duplo Produto e Frequência Cardíaca) Antes e Após a Sessão Aguda de Treinamento de Força.

A pressão arterial foi aferida em cada participante antes e após a sessão aguda de treinamento de força.

As médias e desvio padrão obtidos para pressão arterial média e duplo produto são apresentadas na figura 25. Observamos que tanto para pressão arterial média (pré exercício $94,4 \pm 1,0$ vs pós exercício $103,2 \pm 0,9$ mmHg) quanto para duplo-produto (pré do exercício $7851 \pm 269,8$ vs e pós exercício $9641 \pm 233,3$ mmHg/bpm) o exercício físico gerou influência significativa ($p < 0,0001$) quando comparado ao estado de antes.

Figura 25. Resposta dos parâmetros hemodinâmicos pressão arterial média (A) e duplo produto (B) pré e pós sessão aguda de treinamento de força.

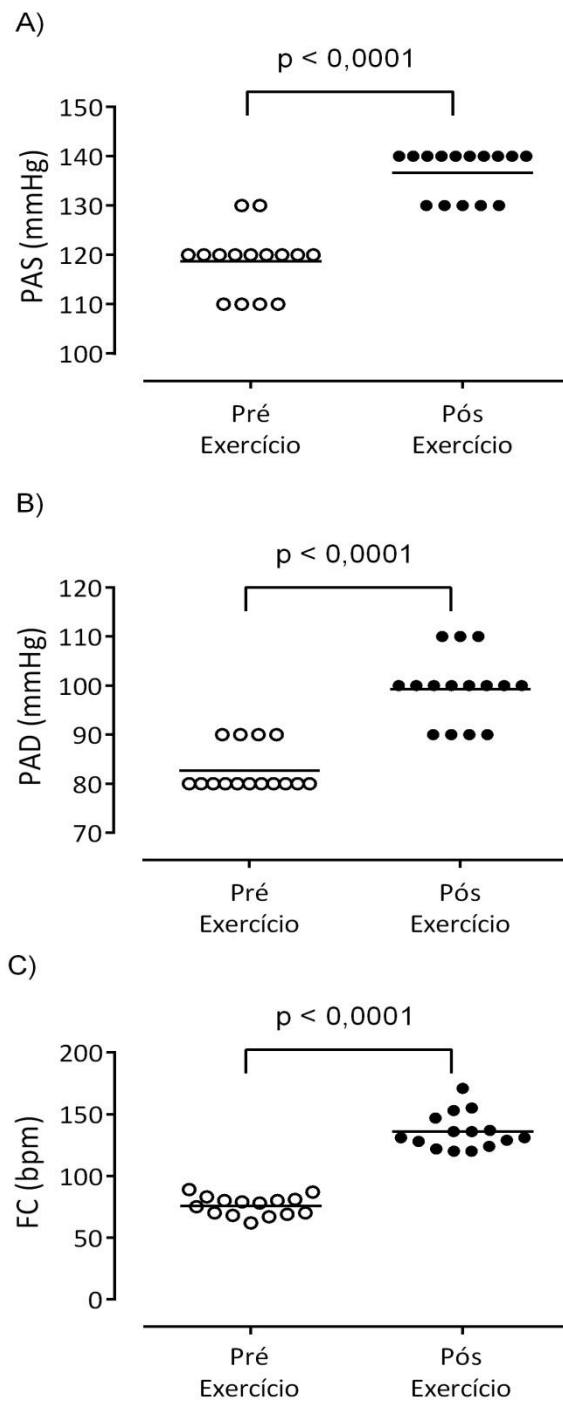


Os dados foram expressos em valores de média \pm EPM. Na análise estatística foi utilizado o *T Student* pareado, *** $p < 0,001$ vs pré exercício/ ($n=15$). Legenda: mmHg (milímetros de mercúrio); mmHg/bpm (milímetros de mercúrio por batimentos por minuto).

Na figura 26, a pressão arterial sistólica (antes do exercício $118,7 \pm 1,6$ vs após exercício $136,7 \pm 1,2$ mmHg,) e a pressão arterial diastólica ($82,67 \pm 1,1$ vs após exercício $99,33 \pm 1,8$ mmHg) foram influenciadas positivamente pelo exercício físico, apresentando valores significativos. Na frequência cardíaca (antes do exercício $75,87 \pm 2,0$ vs após exercício $136,0 \pm 3,7$ bpm) também houve aumento significativo vs pré do exercício ***($p < 0,05$). Percebe-se que em todos os parâmetros hemodinâmicos analisados há um

aumento nos valores de médias na fase após exercício quando comparado à antes do exercício.

Figura 26. Resposta dos parâmetros hemodinâmicos pressão arterial sistólica (A), pressão arterial diastólica (B) e frequência cardíaca (C) pré e pós sessão aguda de treinamento de força.



Os dados foram expressos em valores de média \pm EPM. Na análise estatística foi utilizado o *T Student* pareado, *** $p < 0,05$ vs pré exercício ($n=15$). Legenda: mmHg (milímetros de mercúrio); bpm (batimentos por minuto).

6. DISCUSSÃO

Neste estudo propusemos a avaliação da acomodação gástrica em voluntários saudáveis, tendo em vista a saciedade, o volume ingerido de uma refeição líquida calórica, calorias totais e o tempo total para encher. Relacionados a este objetivo, foram avaliados os parâmetros hemodinâmicos tendo como finalidade também a validação do exercício, assim como, foram realizadas dosagens bioquímicas, além da submissão dos indivíduos à avaliação antropométrica e sessão aguda de treinamento de força até a falha muscular. O principal achado do referido estudo foi a acomodação gástrica aumentada após a intervenção com uma sessão de treinamento de força, elevando assim o volume total, calorias totais e tempo total do drink test. Porém, não foram encontradas correlações positivas entre os níveis de creatina quinase, lactato e interleucinas IL-1 β , IL-6, IL-10 e TNF- α e o aumento dessa acomodação gástrica nos adultos treinados.

As respostas fisiológicas identificadas frente ao treinamento de força, agudas ou crônicas, auxiliam no processo de entendimento sobre a eficiência das cargas utilizadas no trabalho muscular, tempo de recuperação, tempo sob tensão e outros fatores que atuam como estressores do organismo; estes ajustes levam a alterações nos valores de vários parâmetros fisiológicos, que visam verificar a otimização do treinamento para cada indivíduo (MIGUEL, H. et al, 2018).

Em aspecto fisiológico, a fadiga muscular física é explicada pelas deficiências na liberação de cálcio do retículo sarcoplasmático, deficiência na síntese ou liberação da acetilcolina ou defeitos nos filamentos musculares contráteis; esses fatores levariam a uma menor produção de força e uma recuperação mais lenta, causadas por problemas na ativação elétrica do músculo junto a um defeito no acoplamento excitação-contração ou no processo contrátil (FERREIRA, H., 2011).

Durante as séries do treinamento de força até a falha muscular, foi detectado um decréscimo em relação ao número de repetições ao longo das séries. A fadiga muscular pode acontecer por alterações da homeostasia no próprio músculo esquelético (origem periférica) ou alterações do *input* neural que chega até o músculo, que resulta em uma diminuição progressiva da velocidade e frequência de condução; as manifestações de fadiga muscular têm sido associadas ao declínio da força muscular após exercícios submáximos e máximos (KRONBAUER et al, 2013).

Algumas enzimas possuem atividade específica para a lesão tecidual musculoesquelética; as que constituem um elenco de substâncias liberadas pelo músculo

danificado e, portanto, mais utilizadas, são: creatina quinase (CK), lactato desidrogenase e aminotransferases, como a aspartato transaminase (AST) e alanina transaminase (ALT), sendo a CK, devido ao seu peso molecular pequeno, uma das primeiras a ser liberada após lesão muscular aguda (LONGEN, W.C, 2013).

As concentrações da creatina quinase sérica tem sido utilizada como um marcador de estresse imposto à musculatura esquelética decorrente do exercício físico, sendo que, quanto mais intenso e duradouro for o exercício, maior é a quantidade de microtraumas musculares que permitem o extravasamento dessa enzima para o meio extracelular; sua concentração tem relação individual e encontra-se marcadamente elevada 1 a 4 dias após o exercício físico, sendo um indicador do estado de treinamento e recuperação de atletas (MORANDI, et al, 2011).

Em se tratando do lactato, seu transporte e metabolismo funcionam como um sistema de “buffer”, reduzindo a concentração dos íons H^+ na fibra muscular; ele é produzido principalmente em fibras glicolíticas e co-transportado através transportador monocarboxilato 4, onde, durante o exercício físico, sua maior parte produzida é co-transportada com um H^+ para dentro das fibras oxidativas, através dos transportadores de monocarboxilato 1 e serve como combustível para a fosforilação oxidativa (NALBANDIAN, et al, 2017). De acordo com Miguel Filho e colaboradores (2018), os protocolos de treinamento de força que proporcionam maior concentração de lactato sanguíneo são aqueles que apresentam maiores números de repetições, tempo de recuperação menor que 120 segundos (no presente estudo foram usados 30 segundos) e carga de trabalho de 40 a 60% (70% neste estudo).

Em exercícios intensos como o treinamento de força, a concentração do lactato aumenta em resposta ao estresse metabólico provocado, além de ser também usado como parâmetro para controlar a intensidade do exercício, auxiliando a quantificar as cargas do treinamento e avaliando seu rendimento (OLIVEIRA, 2018).

Ao focarmos no objetivo da presente pesquisa, em seu estudo, Islam e colaboradores (2017) reportam que o lactato também é importante para a regulação do apetite, pois se liga às células produtoras de grelina e inibe sua função secretória; sua administração, tanto periférica quanto central, diminui a ingestão energética em humanos e animais, podendo ele estar envolvido também na supressão do apetite dependente de intensidade da grelina acilada, após exercício físico; ainda, alternativamente, diminuições no apetite e/ou consumo de energia também podem ser mediados via metabolismo do lactato central, através de aumentos no malonilCoA do hipotálamo e subsequentes alterações nos neuropeptídios anorexígenos e orexígenos. Essa informação apresentada entra em contraste com o nossos resultados, pois,

concomitante ao aumento do lactato ocorreu também o aumento do volume gástrico dos voluntários treinados, onde podemos inferir que, se houve um aumento de volume, o estômago acomodou maior quantidade de bebida calórica após o exercício físico, o que nos dá a entender que não ocorreu a inibição da fome nesse caso.

Sobre os parâmetros hemodinâmicos, durante o treinamento de força muscular, a pressão arterial não aumenta apenas pela intensidade, mas também devido à duração, atingindo seu pico na última repetição e próximo à falha concêntrica (CORREIA ROCHA et al, 2012). Ainda, segundo Aldenucci e colaboradores (2010), durante o exercício físico a pressão arterial sistólica aumenta de forma significativa em relação ao repouso; já a pressão arterial diastólica sofre pouca ou nenhuma alteração. Podemos observar isto reproduzido em nosso estudo. A frequência cardíaca também foi acompanhada antes e após exercício. Ribeiro (2018) em seu estudo encontrou um aumento significativo da frequência cardíaca em indivíduos treinados em relação a indivíduos não treinados. Nos exercícios de resistência, há um aumento e redistribuição do débito cardíaco para manter a perfusão dos músculos ativos, sendo esta reposta ativada por mecanismos neuro-hormonais e hidrostáticos, inicialmente aumentando o volume sistólico e depois os batimentos cardíacos (RUIVO, J.A; ALCÂNTARA, P., 2012).

Adicionalmente, variações no volume sanguíneo geram alterações ao longo do aparelho circulatório, que são detectadas nos receptores de estiramento e tensões em vísceras torácicas e abdominais; em situações fisiológicas, onde se observa aumento da pressão intra-abdominal, como na tosse, defecação ou após exercício isométrico, o sangue é propelido em direção ao átrio, aumentando o retorno venoso, que promove ativação das vias aferentes vagais, que por sua vez liberam vários hormônios intestinais, que tem um papel importante no retarde do esvaziamento gástrico (PARENTE, C.C, 2010). Nos resultados do estudo de Silva (2008), foi observado que a sobrecarga aguda induzida por uma fístula aorto-caval, usada para alterar parâmetros hemodinâmicos, retardou o esvaziamento gástrico e interferiu no transito gastrointestinal de líquidos de ratos acordados.

Em se tratando da resposta da acomodação gástrica dos indivíduos ao exercício físico, foram observados resultados aumentados em relação ao volume total ingerido; conseqüentemente, ao aumentar o volume, foi constatado o aumento das calorias ingeridas totais e tempo total para encher.

A atividade motora gástrica é determinada pelo funcionamento coordenado de dois compartimentos fisiológicos diferentes (estômago proximal e distal); em humanos, a distribuição desses dois compartimentos denomina-se distribuição intragástrica de uma

refeição, na qual, em indivíduos saudáveis, inicia-se após a ingestão do alimento, com ele permanecendo na região proximal predominantemente e posteriormente sendo redistribuído aos poucos pelo aumento do tônus proximal para a parte distal à medida que ocorre o esvaziamento gástrico (FANELLI et al, 2014).

Imediatamente após refeição, a motilidade do estômago e do intestino delgado aumenta e alcança sua intensidade máxima em torno de 30 minutos, quando a estimulação pelos hormônios peptídicos gastrointestinais e neurônios é considerada mais ressaltada; essa motilidade em estado alimentado ocorre em toda a extensão do trato gastrointestinal e prevalece por 4 horas após uma refeição regular de 600 kcal (CALABRESI, M., 2013).

Gerspach-Meyer e colaboradores (2014) afirmam que os sinais gástricos e intestinais parecem interagir para mediar a saciedade em pessoas saudáveis com pesos normais; eles reportam ainda que uma infusão direta de glicose feita no intestino delgado gerou apenas efeitos fracos no apetite, já a infusão intra gástrica em mesma quantidade suprimiu o apetite; esses resultados apoiam o conceito de uma importante interação entre os sinais gástricos e a estimulação de nutrientes do intestino delgado no controle a curto prazo da ingestão de comida.

No estudo de Schubert e colaboradores (2013), foi feita uma metanálise sobre o efeito do exercício agudo relacionado à regulação do apetite e, segundo os autores, os resultados coletados indicam que o exercício altera os níveis dos hormônios conhecidos em alterar o comportamento alimentar em direções que poderiam contribuir com mudanças prospectivas na ingestão de alimentos e bebidas após o exercício, como a supressão transitória da fome ou o aumento da latência alimentar.

Brooms e colaboradores (2009) relatam como achados do seu estudo a supressão da fome e da grelina acilada nos exercícios aeróbico e de resistência em humanos, apontando que a supressão da fome durante e após o exercício de resistência foi similar à aeróbica, embora a resposta tenha sido ligeiramente atenuada; os autores justificam esse achado pelo menor gasto energético durante exercício de resistência, pela natureza intermitente do exercício resistido e ao fato do distúrbio no intestino ser menor neste tipo de exercício, se comparado a uma corrida.

Por exemplo, no estudo de Laan e colaboradores (2010), os autores compararam exercício de resistência com exercício aeróbico e estado sedentário em jovens adultos ativos; embora tenha existido uma diferença na fome entre as duas modalidades imediatamente após o exercício, essa resposta inicial foi transitória e o achado que se destaca é que ambos os tipos de exercícios aumentaram a ingestão energética na refeição seguinte, 30 minutos após o

exercício, quando comparados aos sedentários; no entanto, apesar dos efeitos supressores de apetite documentados, ainda existe um conflito de resultados na literatura acerca das mudanças no consumo de energia das refeições; portanto, o efeito do exercício de resistência sobre o apetite e energia consumida ainda é incerto.

Silva (2012) demonstrou em seu estudo que o treinamento anaeróbio provocou uma diminuição no esvaziamento gástrico em ratos; sendo proposto que sua diminuição ocorreu devido a uma maior acomodação gástrica. Foi observado que nos ratos anestesiados o treinamento promoveu uma maior acomodação gástrica, onde os ratos submetidos previamente ao exercício físico tiveram maior volume gástrico em relação aos ratos sedentários. Outra sugestão descrita é o aumento dos tônus parassimpáticos vagais, que foi induzido pelo exercício físico. Os achados deste estudo possuem relação direta com este presente estudo, pois foram observadas as mesmas respostas, porém em humanos.

A regulação do esvaziamento gástrico é um processo complexo que envolve mudanças na pressão intragástrica que promovem os movimentos da comida ou do fluido do estômago para o duodeno (EVANS et al, 2016). Juntamente com a acomodação gástrica, ele desempenha um papel chave na regulação do apetite (HORNER, 2015).

Segundo Gerspach-Meyer e colaboradores (2014) A estimulação da distensão gástrica é um importante fator na regulação da saciedade; ela é bastante associada com a acomodação gástrica, onde, entre as refeições, o estômago proximal exerce um tônus muscular basal alto, grande parte relacionado às propriedades mioelétricas do fundo; esse tônus gástrico do fundo diminui com o processo de comer através de mecanismos reflexos, que é o processo chamado de acomodação gástrica. A função de acomodação gástrica é que permite o estômago proximal reservar comida após ingestão através de uma resposta reflexa; a via colinérgica vagal é quem regula o tônus gástrico e liberação de óxido nítrico dos nervos intrínsecos, o que contribui com a função da acomodação (IKEO et al, 2016).

Os mecanismos envolvendo a regulação hormonal do apetite ainda não estão totalmente claros, porém, algumas sugestões são feitas: redistribuição do fluxo contínuo, a atividade do sistema nervoso simpático, motilidade gastrointestinal, influência da interleucina-6, ácidos graxos livres, glicose sanguínea e insulina, produção de lactato e até temperatura corporal (HAZELL, et al, 2016). As respostas variadas e contraditórias aos efeitos de diferentes intensidades de exercício físico na ingestão alimentar e energética podem se justificar pelas diferenças no gênero, estado nutricional, aptidão; como também a metodologia do experimento empregado, como intensidade e duração do exercício físico, intervalo entre o exercício e a alimentação, composição macronutriente da refeição teste,

sendo também, que a motivação para comer e a ingestão alimentar em resposta ao exercício agudo pode ser modulada pelo peso corporal e comportamento alimentar (BILSKI, J. et al, 2013).

Em relação às citocinas, também não identificamos uma correlação significativa entre seus níveis encontrados e o aumento do volume gástrico.

Um dos principais mecanismos de comunicação entre as células imunológicas e o metabolismo são as citocinas, que se caracterizam por serem proteínas especializadas em sinalização e modulação da resposta imune, com atuação parácrina, autócrina e endócrina, sendo sintetizadas principalmente por linfócitos, macrófagos e monócitos (ANTUNES et al, 2017). Também auxiliam na proliferação, diferenciação, migração e sobrevivência das células, permitindo que elas possuam um papel fundamental no controle da homeostase de vários tecidos, órgãos e sistemas (PEAKE et al, 2015).

Além de produzir neutrofilia no sangue periférico e aumentar a capacidade dos neutrófilos e monócitos produzirem espécies reativas de oxigênio, o exercício físico induz também o aumento de neutrófilos e citocinas no músculo (SUGAMA et al, 2012). Segundo Kanda e colaboradores (2013), 24h após o exercício, os neutrófilos são substituídos por macrófagos, que produzem várias citocinas pró-inflamatórias e promovem a remoção de detritos e atuam na remodelação muscular.

A extensão da resposta inflamatória ao exercício de resistência é afetada pelas demandas fisiológicas, dependendo do miocárdio (contrações excêntricas e concêntricas), volume (trabalho total da sessão), carga (peso elevado) e intensidade (extensão da fadiga neuromuscular e metabólica) do exercício (IHALAINEN et al, 2017).

De acordo com Ihalainen e colaboradores (2017), uma única sessão de exercício de resistência de intensidade moderada a alta é capaz de promover o aumento das citocinas IL-6 e IL-1 β , que são pró-inflamatórias. De acordo com Comassi e colaboradores (2018) a principal citocina liberada durante o exercício é a IL-6, onde seus níveis aumentam durante o exercício e voltam a diminuir na fase de recuperação.

A interleucina 6 exerce ambas as funções no organismo (pró inflamatória e anti-inflamatória), sua função específica vai depender do tempo e contexto onde essa citocina é derivada; em infecções e injúrias de tecido, ela age de forma inflamatória, porém, após exercício físico ela apresenta também uma resposta importante de ação anti-inflamatória, pois estimula a produção de citocinas anti-inflamatórias como a IL-10 e IL-1ra, que inibem a atuação do fator Kappa B e a síntese de citocinas que estimulam a inflamação (SILVA, A., et al, 2018). Os níveis plasmáticos de IL-6 podem aumentar em até 100 vezes em resposta ao

exercício físico; ela é uma citocina expressa por mioblastos humanos, miotubos cultivados em humanos, miofibras murinas em crescimento e células troncos musculares; interessante, o aumento dos níveis da IL-6 durante o exercício ocorre sem nenhum sinal de dano muscular (PEDERSEN; FEBBRAIO, 2012).

O exercício regular facilita a criação de um ambiente anti-inflamatório no organismo, levando a uma redução da inflamação basal e aumentando a concentração das citocinas anti-inflamatorias em jovens e adultos (WINDSOR et al, 2018). Ele gera um aumento nos níveis circulantes de IL-1ra, IL-10 e sTNF-R, o que sugere que o mesmo provoque um ambiente anti inflamatório (BRANDT; PEDERSEN, 2010). Neste presente estudo, correlacionamos também uma citocina anti-inflamatória (IL-10) com o aumento do volume gástrico; no entanto não encontramos uma resposta significativa entre seus níveis e o volume aumentado do estômago.

No estudo de Lehrskov e colaboradores (2018), foi aplicada uma sessão de exercício em dez homens saudáveis, onde, este exercício consistia em 1h correndo na esteira. Eles objetivaram investigar se um aumento agudo na interleucina 6 regularia o esvaziamento gástrico. A sessão de exercício foi precedida de uma infusão de salina ou do anticorpo bloqueador do receptor de IL-6, tocilizumabe. Eles constataram que após essa intervenção, que além do exercício induzir o aumento dos níveis de IL-6, houve também a inibição do esvaziamento gástrico em homens saudáveis. Em nosso estudo, porém, não foi encontrada uma correlação positiva entre a IL-6 e o aumento do volume gástrico.

Já no estudo de Islam e colaboradores (2017), foram usadas três modalidades diferentes de exercício: treinamento contínuo de intensidade moderada (65%), treinamento contínuo de intensidade alta (85%) e treino de sprint intervalado; onde, foi identificado que o exercício físico (todas as modalidades) suprimiu o apetite nos voluntários. Neste estudo, o principal objetivo dos pesquisadores era investigar a influência do lactato e da interleucina IL-6 no apetite; ao correlacionar ambos com o apetite dos voluntários, eles não encontraram uma correlação significativa. Este estudo entra em concordância com o nosso.

Similarmente à resposta das citocinas em si, as mudanças nos genes que expressam as citocinas no músculo também podem ser altamente variáveis; ainda, embora muitas citocinas sejam expressas no músculo após exercício, com exceção da IL-6, elas não são liberadas em grandes quantidades na circulação sanguínea (PEAKE et al, 2015).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos inferir que a sessão aguda de treinamento de força influenciou no aumento da acomodação gástrica de humanos saudáveis após o exercício físico quando comparados ao estado pré exercício; influenciando assim também na sua saciedade. No entanto, ao realizarmos a correlação entre os níveis aumentados de creatina quinase e lactato, citocinas IL-1 β , IL-6, IL-10 e TNF- α , não encontramos correlação significativa com o aumento do volume gástrico após uma sessão de treinamento de força até a falha muscular, com intervalo de trinta segundos.

- Limitações do estudo

Faz-se necessário discorrer que um fator limitante deste estudo foi a ausência das avaliações e análises dos níveis dos hormônios gastrointestinais circulantes, como o GLP-1, PYY, CCK, entre outros, o que proporcionaria uma visão indubitavelmente mais clara sobre o apetite e saciedade destes indivíduos treinados.

Sugere-se, portanto, mais estudos envolvendo a temática, pois, já se tornou claro que diferentes intensidades e modalidades de exercício físico geram respostas distintas no trato gastrointestinal, em se tratando do mecanismo da fome/saciedade. Assim, ao testar diferentes abordagens, pode-se estabelecer um padrão nesta relação, o que enriqueceria a literatura científica e a área experimental envolvida.

REFERÊNCIAS

AGOSTINETE, Ricardo R. et al. Immunometabolic responses after short and moderate rest intervals to strength exercise with and without similar total volume. **Frontiers in physiology**, v. 7, p. 444, 2016.

ALDENUCCI, Bruno Gil; CAMARA, Bruno; MILISTETD, Michel. Comportamento da pressão arterial e suas variáveis fisiológicas em resposta ao exercício para treino de força dinâmica de membros inferiores. **Cinergis**, v. 11, n. 1, 2011.

ALVES, Adriano Lima. Comportamento da enzima creatina quinase sanguínea em jogadores de futebol de elite durante o campeonato brasileiro. **Dissertação (Mestrado)**, Belo Horizonte, MG, 2012.

AMIN, Tehmina; MERCER, Julian G. Hunger and satiety mechanisms and their potential exploitation in the regulation of food intake. **Current obesity reports**, v. 5, n. 1, p. 106-112, 2016.

ANTUNES, Barbara de Moura et al. Imunometabolismo e Exercício Físico: Uma nova fronteira do conhecimento. **Motricidade**, v. 13, n. 1, p. 85-98, 2017.

ANUNCIACÃO, Paulo Gomes; POLITO, Marcos Doederlein. Hipotensão pós-exercício em indivíduos hipertensos: uma revisão. **Arq Bras Cardiol**, v. 96, n. 5, p. 425-6, 2011.

BILSKI, Jan et al. Effects of exercise of different intensity on gut peptides, energy intake and appetite in young males. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, v. 20, n. 4, 2013.

BRANDT, Claus; PEDERSEN, Bente K. The role of exercise-induced myokines in muscle homeostasis and the defense against chronic diseases. **BioMed Research International**, v. 2010, 2010.

BRANDT, Eduardo Felipe Schenfeld. Efeitos do treinamento resistido com oclusão vascular na hipertrofia e força muscular. 2015. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

BROOM, David R. et al. Influence of resistance and aerobic exercise on hunger, circulating levels of acylated ghrelin, and peptide YY in healthy males. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 296, n. 1, p. R29-R35, 2009.

BURGATTI, Ricardo et al. Comportamento da variabilidade da frequência cardíaca, pressão arterial e glicemia durante exercício progressivo máximo em dois ergômetros diferentes. **RBPFEV-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 4, n. 19, 2011.

CALABRESI, M. F. de F. Avaliação da atividade de contração e esvaziamento gástrico em ratos gastrectomizados por biousceptometria AC. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Estadual Paulista. Instituto de Biociências de Botucatu. SP. 2013.

CAMARDA, Sergio Ricardo de Abreu et al. Comparação da frequência cardíaca máxima medida com as fórmulas de predição propostas por Karvonen e Tanaka. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, 2008.

CAMPBELL, Sara C. et al. Exercise is a novel promoter of intestinal health and microbial diversity. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 45, n. 1, p. 41-47, 2017.

CARNEIRO, Luís; GOMES, António Rui. Fatores pessoais, desportivos e psicológicos no comportamento de exercício físico. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 21, n. 2, p. 127-132, 2015.

COMASSI, Mario et al. The level of physical training modulates cytokine levels through P2X7 receptor in healthy subjects. *European journal of clinical investigation*, v. 48, n. 2, p. e12880, 2018.

CORREIA ROCHA, Alexandre et al. Ajustes agudos, subagudos e crônicos da pressão arterial ao exercício resistido. **ConScientiae Saúde**, v. 11, n. 4, 2012.

COSTA, R. J. S. et al. Systematic review: exercise- induced gastrointestinal syndrome—implications for health and intestinal disease. **Alimentary pharmacology & therapeutics**, 2017.

COSWIG, Victor Silveira; NEVES, A. H. S.; DEL VECCHIO, F. B. Efectos del tiempo de práctica en los parámetros bioquímicos, hormonales y hematológicos de practicantes de jiu-jitsu brasileiro. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v. 6, n. 1, p. 17-23, 2013.

DA SILVA, Andréia Andrade; FONSECA, Nathália Silva Lemos; GAGLIARDO, Luiz Claudio. A associação da orientação nutricional ao exercício de força na hipertrofia muscular. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 6, n. 35, p. 8, 2012.

DAMIANI, Daniel; DAMIANI, Durval. Sinalização cerebral do apetite. **Rev Bras Clin Med**, v. 9, n. 2, p. 138-45, 2011.

DE CASTRO LIMA, Reinaldo; DE OLIVEIRA, José Fernando. O efeito de 10RM no treinamento de força sobre a pressão arterial basal com valores mensurados através do Cold Pressor Test. **RBONE-Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v. 10, n. 56, p. 52-61, 2016.

DE OLIVEIRA, Erick Prado; BURINI, Roberto Carlos. Food-dependent, exercise-induced gastrointestinal distress. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 8, n. 1, p. 12, 2011.

DE PINHO, Ricardo Aurino et al. Doença arterial coronariana, exercício físico e estresse oxidativo. **Arq Bras Cardiol**, v. 94, n. 4, p. 549-55, 2010.

DE SCHEPPER, H. U. et al. Assessment of gastric accommodation: overview and evaluation of current methods. **Neurogastroenterology & Motility**, v. 16, n. 3, p. 275-285, 2004.

EVANS, Gethin H. et al. Effect of exercise intensity on subsequent gastric emptying rate in humans. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 26, n. 2, p. 128-134, 2016.

FANELLI, Rafaela et al. Segmentação automática na avaliação da motilidade gástrica e da distribuição intragástrica. **Tekhne e Logos**, p. 133-147, 2014.

FERREIRA, Heros; MORO, Neusa. Movimento repetitivo e fadiga muscular. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 10, n. 02, p. 111-116, 2011.

GERSPACH, A.C.M., et al. Gastric and intestinal satiation in obese and normal weight healthy people. **Physiology and Behavior**. 265-271. 2014.

GRABAUSKAS, Gintautas; OWYANG, Chung. Plasticity of vagal afferent signaling in the gut. **Medicina**, v. 53, n. 2, p. 73-84, 2017.

HAMASAKI, Hidetaka. Exercise and gut microbiota: clinical implications for the feasibility of Tai Chi. **Journal of integrative medicine**, v. 15, n. 4, p. 270-281, 2017.

HANDZLIK, Michal K. et al. The influence of exercise training status on antigen-stimulated IL-10 production in whole blood culture and numbers of circulating regulatory T cells. **European journal of applied physiology**, v. 113, n. 7, p. 1839-1848, 2013.

HAZELL, Tom J. et al. Effects of exercise intensity on plasma concentrations of appetite-regulating hormones: potential mechanisms. **Appetite**, v. 98, p. 80-88, 2016.

HORNER, Katy M. et al. Acute exercise and gastric emptying: a meta-analysis and implications for appetite control. **Sports Medicine**, v. 45, n. 5, p. 659-678, 2015.

IHALAINEN, Johanna K. et al. Resistance training status modifies inflammatory response to explosive and hypertrophic resistance exercise bouts. **Journal of physiology and biochemistry**, v. 73, n. 4, p. 595-604, 2017.

IKEO, K. et al. Acotiamide improves stress-induced impaired gastric accommodation. **Neurogastroenterology & Motility**, v. 29, n. 4, p. e12991, 2017.

ISLAM, Hashim et al. Potential involvement of lactate and interleukin-6 in the appetite-regulatory hormonal response to an acute exercise bout. **Journal of Applied Physiology**, v. 123, n. 3, p. 614-623, 2017.

JAMBASSI FILHO, José Claudio et al. Estimativa da composição corporal e análise de concordância entre analisadores de impedância bioelétrica bipolar e tetrapolar. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, p. 13-17, 2010.

JEUKENDRUP, A. E. et al. Relationship between gastro-intestinal complaints and endotoxaemia, cytokine release and the acute-phase reaction during and after a long-distance triathlon in highly trained men. **Clinical Science**, v. 98, n. 1, p. 47-55, 2000.

KANDA, Kazue et al. Eccentric exercise-induced delayed-onset muscle soreness and changes in markers of muscle damage and inflammation. **Exercise immunology review**, v. 19, 2013.

KARSTOFT, Kristian; PEDERSEN, Bente Klarlund. Exercise and type 2 diabetes: focus on metabolism and inflammation. **Immunology and cell biology**, v. 94, n. 2, p. 146-150, 2016.

KNUDSEN, Jakob G. et al. Skeletal muscle IL-6 regulates muscle substrate utilization and adipose tissue metabolism during recovery from an acute bout of exercise. **PloS one**, v. 12, n. 12, p. e0189301, 2017.

KRONBAUER, Gláucia Andreza; CASTRO, Flávio Antônio de Souza. Estruturas elásticas e fadiga muscular. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 35, n. 2, p. 503-520, 2013.

LAMPRECHT, Manfred; FRAUWALLNER, Anita. Exercise, intestinal barrier dysfunction and probiotic supplementation. In: **Acute Topics in Sport Nutrition**. Karger Publishers, 2012. p. 47-56.

LAAN, Derek J. et al. Effects and reproducibility of aerobic and resistance exercise on appetite and energy intake in young, physically active adults. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 35, n. 6, p. 842-847, 2010.

LEHRSKOV, Louise Lang et al. Interleukin-6 delays gastric emptying in humans with direct effects on glycemic control. **Cell metabolism**, 2018.

LIRA, Claudio A. B. et al. Efeitos do Exercício Físico Sobre o Trato Gastrointestinal. **Rev Bras Med Esporte**. Vol. 14, No 1 – Jan/Fev, 2008.

LIRA, Fabio Santos et al. Short-Term High-and Moderate-Intensity Training Modifies Inflammatory and Metabolic Factors in Response to Acute Exercise. **Frontiers in physiology**, v. 8, 2017.

LONGEN, Willians Cassiano. Efeitos do exercício aeróbico e da terapia manual sobre marcadores bioquímicos de lesão musculoesquelética e parâmetros funcionais em motoristas profissionais com lombalgia crônica inespecífica. 2016. **Tese (Doutorado)**. Criciúma, SC.

LUCAS, Catarina et al. Exercício físico e satisfação com a vida. **PsychTech & Health Journal**, v. 1, n. 2, p. 38-47, 2018.

MACEDO G. M. A hipovolemia por doação de sangue aumenta a complacência gástrica e eleva o limiar de saciedade em humanos sadios. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal do Ceará. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Cirurgia. Fortaleza, 2010.

MARCH, Daniel S. et al. Intestinal fatty acid-binding protein and gut permeability responses to exercise. **European journal of applied physiology**, v. 117, n. 5, p. 931-941, 2017.

MIALL, A. et al. Two weeks of repetitive gut- challenge reduce exercise- associated gastrointestinal symptoms and malabsorption. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 28, n. 2, p. 630-640, 2018.

MIGUEL, Henrique et al. ANÁLISE DA RESPOSTA AGUDA DA LACTACIDEMIA FRENTE A DIFERENTES MÉTODOS DE TREINAMENTO DE FORÇA EM HOMENS TREINADOS. **European Journal of Physical Education and Sport Science**, 2018.

MORANDI, Rodrigo Figueiredo et al. Cinética da creatina quinase em jogadores de futebol profissional em uma temporada competitiva. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**, v. 13, n. 3, p. 189-194, 2011.

MÜLLER, Ida A. et al. The impact of acute bouts of interval and continuous walking on energy- intake and appetite regulation in subjects with type 2 diabetes. **Physiological reports**, v. 5, n. 23, 2017.

NALBANDIAN, Harutium M.; RADAK, Zsolt; TAKEDA, Masaki. Active Recovery between Interval Bouts Reduces Blood Lactate While Improving Subsequent Exercise Performance in Trained Men. **Sports**, v. 5, n. 2, p. 40, 2017.

NETO, Eurico Nestor Wilhelm et al. CORRELAÇÃO ENTRE VALORES DE FORÇA MUSCULAR MENSURADOS PELOS TESTES ISOCINÉTICO, ISOMÉTRICO E DE 1RM, EM INDIVÍDUOS DE MEIA IDADE. **Arquivos em Movimento**, v. 7, n. 1, p. 5-20, 2011.

NETO, José C. Rosa et al. Acute exhaustive exercise regulates IL-2, IL-4 and MyoD in skeletal muscle but not adipose tissue in rats. **Lipids in health and disease**, v. 10, n. 1, p. 97, 2011.

NIKSERESHT, Mahmoud. Comparison of Serum Cytokine Levels in Men Who are Obese or Men Who are Lean: Effects of Nonlinear Periodized Resistance Training and Obesity. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 32, n. 6, p. 1787-1795, 2018.

OLIVEIRA, E.P de, et al. Gastrointestinal Complaints During Exercise: Prevalence, Etiology, and Nutritional Recommendations. **Sports Med.** 44 (Suppl 1):S79–S85. 2014.

OLIVEIRA, Romário Araujo. Efeitos de uma dieta rica em carboidratos na hipertrofia muscular em praticantes de treinamento de força. **RBPFEEX-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 8, n. 47, 2014.

PARENTE, CYNARA. Efeitos da hipervolemia crônica sobre a motilidade gastrointestinal e transporte intestinal de água e eletrólitos em ratos sob nefrectomia parcial. 2010. **Tese de Doutorado**. Faculdade de medicina. Universidade Federal do Ceará-Sobral.

PEAKE, Jonathan et al. Cytokine expression and secretion by skeletal muscle cells: regulatory mechanisms and exercise effects. **Exercise immunology review**, v. 21, p. 8-25, 2015.

PEDERSEN, Bente K.; FEBBRAIO, Mark A. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. **Nature Reviews Endocrinology**, v. 8, n. 8, p. 457, 2012.

PEREIRA, Priscila Cartaxo et al. Efeitos do treinamento funcional com cargas sobre a composição corporal: Um estudo experimental em mulheres fisicamente inativas. **Motricidade**, v. 8, n. 1, 2012.

PINTO, Ronei Silveira; LUPI, Renata; BRENTANO, Michel Arias. Respostas metabólicas ao treinamento de força: uma ênfase no dispêndio energético. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, Florianópolis, SC. Vol. 13, n. 2 (2011), p. 150-157, 2011.

POMBO, Luciana da Rocha. Comportamento de variáveis antropométricas, pressão arterial sistólica e diastólica, frequência cardíaca e consumo máximo de oxigênio (VO₂ MAX) em homens com diferentes estados nutricionais. 2015.

PRINZ, Philip; STENGEL, Andreas. Control of food intake by gastrointestinal peptides: mechanisms of action and possible modulation in the treatment of obesity. **Journal of neurogastroenterology and motility**, v. 23, n. 2, p. 180, 2017.

RIBEIRO, Fernando; OLIVEIRA, José. Efeito da fadiga muscular local na propriocepção do joelho. **Fisioterapia em Movimento**, v. 21, n. 2, 2017.

ROCHA, A. C.; GUEDES JUNIOR, D. P. Avaliação física para treinamento personalizado, academias e esportes: uma abordagem didática, prática e atual. São Paulo: Phorte, 2013.

RUIVO, Jorge A.; ALCÂNTARA, Paula. Hypertension and exercise. **Revista Portuguesa de Cardiologia** (English Edition), v. 31, n. 2, p. 151-158, 2012.

SCHUBERT, Matthew M. et al. Acute exercise and hormones related to appetite regulation: a meta-analysis. **Sports medicine**, v. 44, n. 3, p. 387-403, 2014.

SEO, Dong-il et al. Reliability of the one-repetition maximum test based on muscle group and gender. **Journal of sports science & medicine**, v. 11, n. 2, p. 221, 2012.

SHAMLAN, Ghalia et al. Acute effects of exercise intensity on subsequent substrate utilisation, appetite, and energy balance in men and women. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 42, n. 12, p. 1247-1253, 2017.

SHAW, David M. et al. T-cells and their cytokine production: The anti-inflammatory and immunosuppressive effects of strenuous exercise. **Cytokine**, 2017.

SILVA, Alexandre Sérgio et al. Relação entre Comportamento Glicêmico e Lactacidêmico no Exercício Resistido. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 12, n. 2, p. 189-198, 2008.

SILVA, Fernando Oliveira Catanho da; MACEDO, Denise Vaz. Physical exercise, inflammatory process and adaptive condition: an overview. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 13, n. 4, p. 320-328, 2011.

SILVA, M.T.B da., et al. Sodium bicarbonate treatment prevents gastric emptying delay caused by acute exercise in awake rats. **J Appl Physiol** 116: 1133–1141, 2014.

SILVA, M.T.B. Exercícios físicos de alta intensidade agudo e crônico inibem o esvaziamento gástrico de líquidos em ratos: papel da acidemia e de via neuro-humoral. 153f. **Tese (Doutorado)**. Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina, Departamento de Fisiologia e Farmacologia, Programa de Pós-Graduação em Farmacologia, Doutorado em Farmacologia, Fortaleza, 2012.

SNIFE, Rhiannon MJ et al. The impact of mild heat stress during prolonged running on gastrointestinal integrity, gastrointestinal symptoms, systemic endotoxin and cytokine profiles. **International journal of sports medicine**, v. 39, n. 04, p. 255-263, 2018.

SOARES, Paulo Emanuel de Paiva. Composição corporal em atletas de futsal. **Dissertação de Mestrado**. 2011.

STEFANAKI, Charikleia et al. Chronic stress and body composition disorders: implications for health and disease. **Hormones**, p. 1-11, 2018.

STENSEL, David. Exercise, appetite and appetite-regulating hormones: implications for food intake and weight control. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 57, n. Suppl. 2, p. 36-42, 2010.

STRID, Hans et al. Effect of heavy exercise on gastrointestinal transit in endurance athletes. **Scandinavian journal of gastroenterology**, v. 46, n. 6, p. 673-677, 2011.

TAN, A.E.L et al. Predicting one repetition maximum using hand-held dynamometry. **PM&R**, 2018.

TERRA, Rodrigo et al. Efeito do exercício no sistema imune; resposta, adaptação e sinalização celular. **Revista Brasileira de Medicina Do Esporte**, v. 18, n. 3, p. 208-214, 2012.

UENO, H.; NAKAZATO, M. Mechanistic relationship between the vagal afferent pathway, central nervous system and peripheral organs in appetite regulation. **J Diabetes Investig**. 2016.

VAN HOUTEN, Jason M. et al. My gut feeling says rest: Increased intestinal permeability contributes to chronic diseases in high-intensity exercisers. **Medical hypotheses**, v. 85, n. 6, p. 882-886, 2015.

VAN WIJCK, Kim et al. Physiology and pathophysiology of splanchnic hypoperfusion and intestinal injury during exercise: strategies for evaluation and prevention. **American journal of physiology-gastrointestinal and liver physiology**, v. 303, n. 2, p. G155-G168, 2012.

VARGAS, Nicole; MARINO, Frank. Heat stress, gastrointestinal permeability and interleukin-6 signaling—Implications for exercise performance and fatigue. **Temperature**, v. 3, n. 2, p. 240-251, 2016.

VATANSEVER-OZEN, Serife et al. The effects of exercise on food intake and hunger: Relationship with acylated ghrelin and leptin. **Journal of sports science & medicine**, v. 10, n. 2, p. 283, 2011.

WANG, Ye et al. Vagal nerve regulation is essential for the increase in gastric motility in response to mild exercise. **The Tohoku journal of experimental medicine**, v. 222, n. 2, p. 155-163, 2010.

WINDSOR, Mark T. et al. Cytokine Responses to Acute Exercise in Healthy Older Adults: The Effect of Cardiorespiratory Fitness. **Frontiers in physiology**, v. 9, p. 203, 2018.

WOODS, Stephen C.; MAY-ZHANG, Aaron A.; BEGG, Denovan P. How and why do gastrointestinal peptides influence food intake?. **Physiology & behavior**, 2018.

YAMADA, André Katayama; SOUZA JÚNIOR, T. P.; PEREIRA, Benedito. Treinamento de força, hipertrofia muscular e inflamação. **Revista Eletrônica da Escola de Educação Física e Desporto-UFRJ**, v. 6, n. 1, 2010.

YOSHIKAWA, Takahiro et al. Brain science of exercise-eating linkage for improvements in modern human health. **The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine**, v. 6, n. 5, p. 295-300, 2017.

APENDICE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PROJETO INTITULADO “RESPOSTAS DE UMA SESSÃO DE EXERCÍCIO DE FORÇA SOBRE A SACIEDADE, APETITE E NÍVEIS PLASMÁTICOS DE CITOCINAS EM HUMANOS.”.

Convidamos você, _____ a fazer parte do estudo intitulado “Respostas de uma sessão de exercício de força sobre a saciedade, apetite e níveis plasmáticos de citocina em humanos”.

Nosso objetivo é saber como uma sessão aguda de treinamento de força influencia no trato gastrointestinal, especificamente na saciedade e na acomodação gástrica em seres humanos. O referido termo será feito em 02 vias, ficando uma com o pesquisador e outra com o participante do estudo.

Para que isso seja investigado, é necessário que você seja submetido:

- ✓ A três coletas de sangue em tempos determinados pelo pesquisador;
- ✓ Ao teste de saciedade, onde deverá ingerir 15 ml de uma bebida achocolatada calórica a cada 1 minuto;
- ✓ A uma sessão aguda de treinamento de força com duração de aproximadamente 25 minutos.

1. Benefícios

O senhor contribuirá com o aumento de dados de literatura sobre a influência de uma sessão aguda de treinamento de força sobre o trato gastrointestinal, saciedade e acomodação gástrica, bem como seus benefícios, o que pode influenciar em sua rotina, assim como em sua saúde. Portanto, este estudo poderá identificar possíveis alterações relacionadas ao trato gastrointestinal que o senhor possa ter sem conhecimento. Além de contribuir com dados que

tratam o exercício físico como uma ferramenta acessível de promoção e melhoramento da saúde

2. Riscos

2.1. Coleta de Sangue

Serão realizadas coletas de sangue para as dosagens bioquímicas. Os riscos ligados a esse procedimento serão reduzidos através do uso do protocolo correto para coletas, de acordo com as normas de biossegurança. Será seguido também todo o procedimento operacional padrão cabível a esse processo. A coleta de sangue será realizada por uma profissional treinada (biomédica) com registro no Conselho Regional de Biomedicina – 2ª região de número 5376. O senhor receberá toda a informação prévia necessária para a realização do exame. O sangue será coletado utilizando agulhas e seringas estéreis, que estarão acondicionadas em embalagem própria. Será realizada a antissepsia com álcool a 70% e utilização de garrote. A profissional estará usando todos os equipamentos de proteção individuais necessários (luvas, jaleco, sapatos fechados). O senhor sentirá um leve incômodo causado pela agulha no ato da punção. Há o risco de hematoma na coleta de sangue, porém este será minimizado pelo uso de algodão e leve pressão no local. O material perfurocortante utilizado será descartado em caixas especiais próprias. Serão recolhidas ao todo nove amostras de sangue do senhor, sendo para cada coleta a retirada de aproximadamente 10 ml de sangue.

2.2. Sessão Aguda de Treinamento de Força

A sessão aguda de treinamento de força exige um pouco mais de condicionamento físico, porém, o senhor estará informado de todo protocolo que deverá seguir e estará livre para aceitar ou não. Ainda, esse treinamento será orientado e supervisionado por um profissional específico para tal, dentro de um tempo que o organismo é capaz de realizar.

O treinamento pode gerar determinados riscos. Primeiramente, este predispõe a um cansaço maior do que um treinamento de intensidade moderada. Essa modalidade de exercício também pode causar alguns sintomas, como: náuseas, tonturas, incômodos musculoesqueléticos, decorrentes da intensidade aplicada e do curto intervalo de repouso (30 segundos).

2.3 Drink Test (Teste de Saciedade)

Um copo será enchido continuamente com uma refeição achocolatada padronizada, num ritmo constante de 15 ml/min. O senhor será solicitado a beber um copo enquanto o outro estará sendo cheio, desta forma havendo alternância entre os dois.

Será marcada sua saciedade pelo intermédio de uma escala gráfica que combina descritores verbais em uma escala graduada de 0-5 (0 = não sinto nada; 1 = começando a encher; 2 = um pouco cheio; 3 = estou cheio; 4 = muito cheio; 5 = não aguento mais). E o caráter de sua sensação utilizando descritores verbais para a pergunta “Qual a dessas palavras descreve o que você está sentindo?” (Saciado, empachado, nada, fome, cheio, dor, nauseado). O senhor será instruído a deixar a ingestão da refeição quando uma pontuação de 5 foi atingido.

Diante do nível da escala, pelo fato da orientação ser a de deixar o teste apenas quando “não aguentar mais”, o senhor correrá o risco de se sentir nauseado, poderá apresentar diarreia devido ao teor de composição da bebida e a quantidade, má digestão, pirose, entre outros. Este teste, apesar dos riscos, é o recomendado na literatura científica para avaliação do padrão de saciedade de indivíduos.

3. Sigilo

Será garantido o sigilo absoluto de todos os voluntários da pesquisa. Apenas os pesquisadores, representantes do Comitê de Ética de Pesquisa e representantes legais das instituições que colaborarão com a pesquisa, poderão ter acesso a informações sobre o estudo.

4. Livre para sair

O senhor é livre para sair do estudo, em qualquer época e a qualquer momento que desejar, sem nenhum prejuízo para a sua saúde física ou psicológica.

5. A quem contatar

Caso tenha algum problema o senhor (a) poderá entrar em contato com: Professor Dr. Moisés Tolentino Bento da Silva, Universidade Federal do Piauí – UFPI, fone (86) 99863-0484,

Thamires Mendonça de Carvalho, (86) 99455-0874. Contatar também ao CEP (Comitê de Ética e Pesquisa), localizado na Universidade Federal do Piauí, Campus Universitário Ministro Portella – Pró Reitoria de Pesquisa; Bairro Ininga, CEP: 64.049-550; município de Teresina, fone: (86) 3227-2332; E- mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br.

Assinatura do voluntário

Membro do grupo de Pesquisa

Data: ___/___/___

Testemunha

ANEXO

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Respostas de uma sessão aguda de ζ High Intensity Interval Training ζ HIIT ζ sobre a saciedade gástrica, esvaziamento gástrico e hormônios gastrointestinais em humanos.

Pesquisador: Moisés Tolentino Bento da Silva

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 57112016.4.0000.5214

Instituição Proponente: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

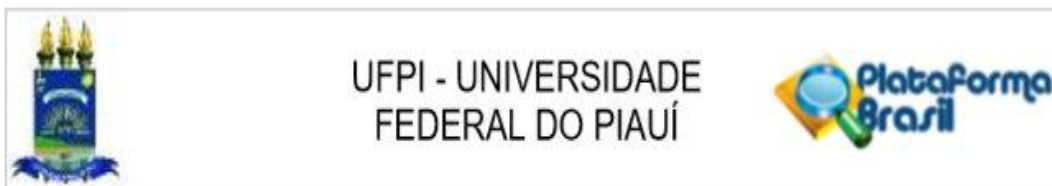
Patrocinador Principal: MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.698.573

Apresentação do Projeto:

A atividade física possui inúmeros benefícios aos seus praticantes, muitos dos quais extensivamente pesquisados, especialmente aqueles relacionados com sistemas corporais ligados diretamente a execução do mesmo. Esta pesquisa, por sua vez visa observar os efeitos da modalidade HIIT sob o sistema gastrointestinal de atletas e sedentários de ambos os sexos avaliando parâmetros como: saciedade, esvaziamento gástrico e permeabilidade intestinal.



Continuação do Parecer: 1.698.573

Ausência	TCLE_reformulado.pdf	04/08/2016 17:20:30	Moisés Tolentino Bento da Silva	Aceito
Folha de Rosto	folha_rosto.pdf	17/06/2016 07:41:11	Moisés Tolentino Bento da Silva	Aceito
Outros	termo_de_confabilidade.pdf	16/06/2016 17:34:07	Moisés Tolentino Bento da Silva	Aceito
Outros	CV_Pesquisador.pdf	16/06/2016 17:33:16	Moisés Tolentino Bento da Silva	Aceito
Outros	Carta_de_encaminhamento.pdf	16/06/2016 17:32:29	Moisés Tolentino Bento da Silva	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorizacao_institucional.pdf	16/06/2016 17:31:01	Moisés Tolentino Bento da Silva	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_de_Pesquisadores.pdf	16/06/2016 17:29:47	Moisés Tolentino Bento da Silva	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	14/06/2016 15:42:15	Moisés Tolentino Bento da Silva	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	14/06/2016 15:41:42	Moisés Tolentino Bento da Silva	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

TERESINA, 26 de Agosto de 2016