



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE NUTRIÇÃO JOSUÉ DE CASTRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO
MESTRADO EM NUTRIÇÃO HUMANA

Taillan Martins de Oliveira

INVESTIGAÇÃO DO METABOLISMO ENERGÉTICO EM REPOUSO DE ATLETAS
ADOLESCENTES DE FUTEBOL MASCULINO E SUA ASSOCIAÇÃO COM
PARÂMETROS CORPORAIS E BIOQUÍMICOS

Rio de Janeiro

2018

Taillan Martins de Oliveira

**INVESTIGAÇÃO DO METABOLISMO ENERGÉTICO EM REPOUSO DE ATLETAS
ADOLESCENTES DE FUTEBOL MASCULINO E SUA ASSOCIAÇÃO COM
PARÂMETROS CORPORAIS E BIOQUÍMICOS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Nutrição, do Instituto de Nutrição. Josué de Castro, no Centro de Ciências da Saúde, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, para obtenção do título de Mestre em Nutrição Humana.

Orientadora: Professora Dr^a Anna Paola Trindade Rocha Pierucci

Co-orientação: Sidnei Jorge Fonseca Junior

Rio de Janeiro

2018

M131i Martins de Oliveira, Taillan
Investigação do metabolismo energético em repouso de atletas adolescentes de futebol masculino e sua associação com parâmetros corporais e bioquímicos. / Taillan Martins de Oliveira. -- Rio de Janeiro, 2018.
94 f.

Orientadora: Anna Paola Trindade Rocha Pierucci.
Coorientador: Sidney Jorge Fonseca Junior.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Nutrição Josué de Castro, Programa de Pós-Graduação em Nutrição, 2018.

1. Metabolismo. 2. Adolescentes Atletas. 3. Futebol. I. Trindade Rocha Pierucci, Anna Paola, orient. II. Jorge Fonseca Junior, Sidney, coorient. III. Título.

Taillan Martins de Oliveira

**INVESTIGAÇÃO DO METABOLISMO ENERGÉTICO EM REPOUSO DE
ATLETAS ADOLESCENTES DE FUTEBOL MASCULINO E SUA
ASSOCIAÇÃO COM PARÂMETROS CORPORAIS E BIOQUÍMICOS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Nutrição, do Instituto de Nutrição Josué de Castro, no Centro de Ciências da Saúde, na Universidade Federal do Rio de Janeiro, para obtenção do título de Mestre em Nutrição Humana.

Aprovada em

Anna Paola Trindade Rocha Pierucci, D. Sc. INJC/UFRJ.

Eliane Lopes Rosado, D. Sc. INJC/UFRJ.

Alexandre Palma de Oliveira, D. Sc. EEFD/UFRJ.

Ana Luisa Kremer Faller, D. Sc. INJC/UFRJ.

Dedico essa dissertação a meus pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, ele o que tudo sabe, o que tudo vê e que tem planos perfeitos e acima da concepção humana me guiou, auxiliou e muitas vezes foi o meu colo nos momentos difíceis até chegar aqui.

Agradeço *in memoriam* meus avós, o início de tudo, mas com certeza a base do incentivo ao estudo, a persistência e a luta sem fim.

Agradeço em especial aos meus pais e pra eles dedico um verso de musica “quando tudo parecia perdido, sempre vocês ficam, nunca me abandonam e permitem uma base solida para qualquer projeto de vida”. Eu amo e admiro demais vocês.

As minhas irmãs, Ludmila e Thaynara, como todos os irmãos temos nossas diferenças, mais elas só fortalecem nossa união, nosso espirito de luta coletiva e a mão amiga em todos os momentos até aqui. Ao meu cunhado Wellington também devo citar todas as boas conversas, os momentos de distração e apoio que auxiliaram para esse momento.

Aos meus amores Valentina e Sophia, tão pequenas conseguem despertar um amor infinito, intenso e que me enche de alegria e me da força a cada novo dia. Aos meus tios, em especial meus padrinhos Ivanir e Jorgelaine, exemplos de correção, de companheirismo e sempre dispostos a me auxiliar com palavras e incentivos que sempre me ajudaram a crescer.

Aos meus primos, por cada momento de descontração nesses últimos tempos e por entender muitas vezes minha ausência. Além de presentear me minha vida com mais três sobrinhos que amo de paixão. Maria Antônia, sempre disposta a um passeio, Bernardo, com suas bochechas convidativas a um carinho e Arthurrrrrr meu companheiro de sofá nas horas vagas.

Aos meus amigos de Juiz de Fora/MG, que me veem ausentes, nos poucos e espaçados encontros às vezes extenuado, mas sempre compreendem e me dão o maior incentivo para permanecer seguindo em frente.

A minha orientadora, Anna Paola Pierucci a quem tenho um imenso respeito, agradeço pelo conhecimento e sabedoria ao qual dedicou a minha orientação, muito me orgulha fazer parte de seu grupo de orientandos.

Ao meu coorientador e amigo Sidnei Jorge Fonseca Junior, um cara que conheci em minha chegada ao laboratório e em todos os momentos foi orientador, amigo e apoio.

Aos colegas e amigos (aos quais levo para vida) do laboratório DAFEE, por cada momento de aprendizado, troca de conhecimento, companheirismo e boas risadas nesses dois anos. A minha amiga conselheira e companheira de conversas Paola Maia, ao parceiro Elizeu Rosa, aos alunos de iniciação científica Victor Paulo e Iuri, pelas boas risadas e troca de conhecimento.

Para o meu grupo de pesquisa GAIAA, muito mais que simples grupo de trabalho, grupo de amigos, de troca de conhecimento e união acima de tudo. Muito especialmente Christian Dias, meu melhor amigo e parceiro em todos os momentos, a Virginie Mayor companheira de diversas batalhas e Paula Franca amiga de bom papo e troca de conhecimento constante. Não poderia deixar de falar do meu batalhão de alunos de iniciação científica, pessoas que permitiram troca de conhecimento, meu crescimento constante pessoal e profissional e donos de uma verdadeira fazenda em meu coração: Pedro Ivo, Luiza Lima, Christinne Zago, Fabiane Machado, Juliana Coutinho, Thaina Mansur e Lohhanny Biatriz.

As nutricionistas do LANUTRI, que me ensinaram muito e me apoiaram em todos os estágios dessa dissertação, Vanessa, Marcelly e Maísa.

Aos participantes do projeto-ação de incentivo a formação de jogadores de futebol pela paciência com a coleta de dados, organização dos atletas e escala para comparecimento ao local. Em especial ao professor Luciano Alonso, responsável pela equipe e conselheiro em todos os momentos da dissertação.

A Prof.^a Eliane Lopes Rosado, pelo aceite como revisora, porém principalmente pela contribuição em todos os momentos, sempre de forma solícita e atenciosa.

RESUMO

OLIVEIRA, Taillan Martins. **Investigação do metabolismo energético em repouso de atletas adolescentes de futebol masculino e sua associação com parâmetros corporais e bioquímicos.** Rio de Janeiro, 2018. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) – Programa de pós gradua em nutrição do Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

O metabolismo energético é responsável pela manutenção dos estoques de energia e disponibilidade de nutrientes para as atividades vitais, crescimento, desenvolvimento e esforço físico em atletas adolescentes. A sua avaliação pode ser realizada por avaliações laboratoriais como a calorimetria indireta e quanto a taxa metabólica de repouso também pelas equações preditivas. A atividade hormonal, o esforço físico e metabólico, a composição corporal e a ingestão alimentar podem interagir com o metabolismo. Avaliar o metabolismo energético e suas associações auxilia no diagnostico nutricional. O objetivo desse estudo foi investigar o metabolismo energético em repouso de atletas adolescentes de futebol masculino e sua associação com composição corporal e variáveis laboratoriais. Foram aferidos o massa corporal e estatura, recordatorio dietético de 24 horas, bioimpedância elétrica, calorimetria indireta de repouso e dosagem das concentrações de gama glutamil-transferase, creatina quinase, insulina e leptina. Os testes estatísticos utilizados foram o teste t student, a correlação de pearson, regressão linear, Blandand Altman e acordo de sobrevivência. O trabalho foi dividido em dois conjuntos de resultados com objetivo se focar em duas publicações científicas. A comparação entre a taxa metabólica de repouso obtida por calorimetria indireta CI e por equações preditivas (FAO/ONU, Harris Benedict (HB), Henry and Rees (HR) e Cunnigham), onde as equações propostas pela FAO/ONU e HR apresentaram diferença significativa a CI, HB apresentou melhor concordância com CI de acordo com a metodologia de Bland e Altman. No acordo de sobrevivência foi encontrado que as equações preditivas apresentaram discordância de 200 a 400 Kcal por dia nos atletas. No segundo conjunto de resultados os sujeitos foram agrupado a partir da média do grupo de percentual de gordura, com os atletas abaixo apresentando associação entre a

concentração hormonal e os substratos energéticos, e aqueles atletas que estão acima da média em relação a percentual de gordura a ingestão alimentar no dia anterior se associou aos índices de oxidação. Conclui-se que as equações preditivas não obtiveram resultados satisfatórios quando comparadas a calorimetria indireta sendo indicado o estudo de uma formula especifica para atletas adolescentes e que em atletas com maior percentual de gordura o controle hormonal, enquanto nos atletas de menor percentual de gordura a ingestão alimentar estão associados a adaptações no metabolismo energético.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Taillan Martins. **Investigação do metabolismo energético em repouso de atletas adolescentes de futebol masculino e sua associação com parâmetros corporais e bioquímicos.** Rio de Janeiro, 2018. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) – Programa de pós gradua em nutrição do Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

The energy metabolism is responsible for the energy maintenance and nutrients availability in vital activities in adolescent's athletes such as growing, development and physical effort. The evaluation can be performed by laboratory exams as indirect calorimetry and using predictive equations to determine the metabolic resting rate. The hormonal activity, physical effort and metabolic, body composition and food intake may have an interact with the metabolism. To evaluate energy metabolism and it associations could contribute to the nutritional diagnosis. The aim of this study was to investigate the resting energy metabolism of soccer male adolescent's athletes and to associate with body composition and laboratory variables. Total body mass, height, 24-hour recall, electric bio impedance, resting indirect calorimetry and blood concentrations of gamma-glutamyl trasnferase, creatine kinase, insulin and leptin were collected for the purpose of the study. Statistical tests were performed as Student's T-test, pearson correlation, linear regression, Blandand Altman test and survival analysis. The research was divided into two parts with the purpose of publishing two different papers. The comparation between resting metabolic rate obtained by indirect calorimetry (IC) and by predictive equations (FAO, ONU, Harris and Benedict (HB), Henry and Rees (HR) and Cunnighan) shows a significant difference between FAO/ONU AND HR equations in comparation with IC. HB shows better agreement with IC in accordance with Blandand Altman test. Following survival analysis, it was found that predicative equations presented disagreement from 200 to 400 Kcal by day for athletes. For the second part of results, individuals were grouped according to the mean of fat mass percentage. The associoation for athletes that was below the mean between hormonal concentrations and energy susbtrates, and athletes who was above the mean had an association between food intake at the day before the test with

the oxidation rates. In conclusion, predictive equation did not present satisfactory results when compared with IC. Thus, it is suggested a new study with a specific formula for adolescent's athletes considering the relations between body fat percentage, hormonal control, food intake and energy metabolism adaptation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ação central da leptina.	20
Figura 2: Representação gráfica de Blandand Altman	58
Figura 3: Acordo de Sobrevivência da calorimetria indireta e das equações preditivas.	59
Figura 4: Fluxograma da participação dos voluntários e motivos de exclusão durante a pesquisa.	60
Figura 5: Regressão linear entre as variáveis desfecho oxidação de carboidratos, lipídeos e taxa metabólica de repouso e as variáveis presentes no estudo no grupo acima da média MG.	63
Figura 6: Regressão linear entre as variáveis desfecho oxidação de carboidratos, lipídeos e taxa metabólica de repouso e as variáveis presentes no estudo no grupo abaixo da média MG.	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Caracterização e comparação das variáveis antropométricas, de composição corporal, maturação sexual, equações preditivas e calorimetria indireta (n=32).	57
Tabela 2: Caracterização e comparação das variáveis antropométricas, de composição corporal, metabolismo energético, ingestão energética e de macronutrientes e laboratoriais entre os grupos.	61

LISTA DE SIGLAS

α -MSH	Hormônio estimulador de melanócito.
AgRP	Proteína relacionada com agouti.
ALT	Alanina Aminotransferase
AST	AspartatoAminotranferase
ATP	Adenosina tri-fosfato
CART	Transcrito regulado por cocaína e anfetamina.
CI	Calorimetria Indireta
CK	Creatina quinase
CO ₂	Dióxido de carbono
CoA	Coenzima A
FADH ₂	Dinucleótido de flavina e adenina reduzido
GAIAA	Grupo de Avaliação e Intervenção em Adolescentes Atletas
GGT	Gama Glutamil-Transferase
GH	Hormônio do crescimento
IMC	Índice de massa corporal
JAK	Janus Activated Kinases
LANUTRI	Laboratório de Avaliação Nutricional
LDH	Lactato desidrogenase
MB	Metabolismo Basal
MG	Massa gorda
MLG	Massa livre de gordura
NADH	Adenina dinucleotído reduzido
NADPH	Dinucleotído fosfato reduzido (NADPH)
NPY	Neuropeptideo Y.
O ₂	Oxigênio
POMC	Propriomelanocortina.
PSE	Percepção subjetiva de esforço
R24	Recordatório 24 horas
STAT	Sinal ativadores de transdução e transcrição
TA	Termo de assentimento
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido

TGO	Transaminase glutâmica oxalacética
TGP	Transaminase glutâmica pirúvica
TMB	Taxa metabólica basal
TMR	Taxa metabólica de repouso
VCO ₂	Volume de gás carbônico
VO ₂	Volume de oxigênio
VO ₂ máx.	Volume de Oxigênio máximo

SUMÁRIO

	APRESENTAÇÃO	17
1.	INTRODUÇÃO	18
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1.	ADOLESCENTES ATLETAS	19
2.2.	METABOLISMO ENERGÉTICO E SUBSTRATOS ENERGÉTICOS EM REPOUSO.	20
2.3.	FATORES HORMONAIS ASSOCIADOS	21
2.4.	CONTROLES METABÓLICOS	25
2.4.1.	Metabolismo Hepático	25
2.4.1.1.	Gama Glutamil-Transferase	25
2.4.2.	Esforço muscular	26
2.5.	COMPOSIÇÃO CORPORAL	27
2.6.	INGESTÃO ALIMENTAR	28
2.7.	FUTEBOL	29
3.	OBJETIVOS	31
3.1.	OBJETIVO GERAL	31
3.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS	31
4.	MÉTODOS	31
4.1.	SUJEITOS DA PESQUISA	31
4.2.	AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA	32
4.2.1.	Massa corporal e Estatura	33
4.3.	INGESTÃO ENERGÉTICA	33
4.3.1.	Recordatório 24 horas (R24)	33
4.4.	AVALIAÇÕES DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E METABOLISMO ENERGÉTICO	34
4.4.1.	Bioimpedância elétrica	34
4.4.2.	Calorimetria Indireta (CI)	35
4.4.3.	Equações preditivas	36
4.5.	ANÁLISES LABORATORIAIS	36
4.5.1.	Coleta de sangue	36
4.5.2.	Leptina e Insulina	37

4.5.3.	Creatina Quinase	37
4.5.4.	Gama Glutamil-Transferase	37
4.6.	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	38
4.7.	ASPECTOS ÉTICOS NA PESQUISA.	38
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1	COMPARAÇÃO ENTRE A TAXA METABÓLICA DE REPOUSO E AS EQUAÇÕES PREDITIVAS DISPONÍVEIS NA LITERATURA	58
5.2	INVESTIGAÇÃO DA TAXA METABÓLICA DE REPOUSO E OS SUBSTRATOS ENERGÉTICOS DOS ATLETAS ADOLESCENTES E SUA ASSOCIAÇÃO COM PARÂMETROS LABORATORIAIS E CORPORAIS.	60
5.2.1.	CALORIMETRIA INDIRETA E EQUAÇÕES PREDITIVAS	60
5.2.2.	COMPARAÇÃO ENTRE GRUPOS POR FAIXA ETÁRIA DOS ATLETAS	63
5.2.3.	COMPARAÇÃO ENTRE OS GRUPOS DE ATLETAS ESTRATIFICADOS POR SUA MG A PARTIR DE COMPARAÇÃO COM A LITERATURA	67
5.2.4.	COMPARAÇÃO ENTRE OS GRUPOS DE ATLETAS ESTRATIFICADOS PELA MÉDIA DE MG DO GRUPO	71
6.	CONCLUSÃO	76
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
	ANEXOS	88

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação desenvolveu parte do projeto “Estudo da associação entre o perfil nutricional de atletas adolescentes e fatores determinantes do desenvolvimento de talentos esportivos no Rio de Janeiro”. A partir da constante observação da variação dos dados de metabolismo de repouso foi proposto um estudo a cerca do seu funcionamento.

A dissertação é composta por introdução, objetivos, métodos e dois conjuntos de resultados. A escolha de divisão dos resultados foi com o objetivo de focar em duas publicações, a primeira com enfoque na taxa metabólica de repouso e comparação com as equações preditivas, e o segundo composto por análises do metabolismo energético em repouso e sua associação com parâmetros corporais e bioquímicos.

1. INTRODUÇÃO

A adolescência é a fase de transição entre a infância e a idade adulta na qual ocorrem alterações psicossomáticas. A participação dos adolescentes em atividades esportivas é importante, pois auxilia no desenvolvimento físico, emocional, psicológico e cognitivo (BABEY, WOLSTEIN, DIAMANT, 2016). O aumento da inserção dos adolescentes na atividade física na atualidade tem sido incentivado por programas governamentais, como “Esporte na escola”, “Atleta na escola” e o “Segundo tempo” (BRASIL, 2016).

O atleta é submetido a uma frequência de treino específica para obter a *performance* adequada. O estudo da interação entre o treinamento, indicadores metabólicos e a nutrição do atleta, auxilia na busca por esse objetivo (ADA, 2016). Estudar variáveis metabólicas, como o gasto energético e a taxa de oxidação de substratos para gerar energia, assim como os diversos fatores que podem interferir no metabolismo energético, traz conhecimentos científicos novos para a avaliação e o diagnóstico nutricional.

O metabolismo energético em repouso pode ser estimado por métodos como as equações preditivas (SABOUNCHI, 2013), propostas pela FAO/WHO/ONU (2004), e por autores como Harris Benedict (1919), Henry and Rees (1991) e Cunningham (1980). Avaliações laboratoriais são mais precisas, porém mais dispendiosas, e os principais métodos são a água duplamente marcada (TOTH et al, 1996) e a calorimetria indireta (MARSON et al, 2004). Esta última é comumente utilizada na literatura científica, por se tratar de um método com boa sensibilidade e especificidade e menor custo associado em comparação a água duplamente marcada (JOHNSTONE et al, 2012; LOUREIRO et al, 2015; DRENOWATZ et al, 2013).

Variáveis da composição corporal, composta pela estrutura óssea, massa muscular magra e massa gorda, podem influenciar no gasto energético e no tipo de substrato utilizado para gerar energia (ARMSTRONG, 2016). Por outro lado, o sistema endócrino possui interação na regulação metabólica, atuando na biossíntese de nutrientes, assim como na produção de energia (MAYMOUN, 2010; PARM et al, 2012).

A ingestão energética de macronutrientes, por serem fontes de energia exógenas para o indivíduo, pode influenciar na disponibilidade de substratos e eficiência energética (ADA, 2016). O futebol profissional, pela característica da

modalidade de pelo esforço intermitente, aliado a um programa de treinamentos intensos, aumenta a demanda energética e metabólica do adolescente.

Estudar o metabolismo energético em repouso e o entendimento de fatores fisiológicos, corporais e alimentares que podem interferir em sua modulação, propicia o desenvolvimento de estratégias nutricionais com objetivo de melhora do desempenho.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.2. ADOLESCENTES ATLETAS

A adolescência é classificada como uma fase do desenvolvimento humano, que ocorre entre 9 a 19 anos, caracterizada por características como os comportamentos transitórios entre a infância e a fase adulta, onde a busca pela autonomia e a intensa preocupação com a imagem corporal, podem levar a transtornos comportamentais. O engajamento social se inicia com os adolescentes se integrando a grupos, devido a afinidades musicais, comportamentais ou de estilos de vida. As características descritas influenciam nas escolhas do adolescente, assim como sua visão ao trabalhar com outras questões cotidianas (GORRESE, 2016).

Nessa fase as produções e oscilações hormonais são intensas, e diretamente ligadas a maturação sexual, onde o padrão de tais modificações e sinalizações, regulam o crescimento muscular e ósseo e o desenvolvimento puberal do indivíduo (RICHMOND e ROGOL, 2016).

A participação do adolescente em atividades esportivas é muito importante, pois está associada a alterações no desenvolvimento físico, emocional, psicológico e cognitivo. Assim como fator de proteção social, apoio escolar e melhora na qualidade de vida, ajudando a combater o sedentarismo (OOSTERHOFF, FERRIS, METZGER, 2017).

O atleta é descrito como o sujeito submetido a cargas de treinamentos intensas, com o objetivo de disputar competições esportivas, filiado a associações, clubes, federações ou confederações, enquanto o desportista pratica atividade física por lazer e/ou questões estéticas sem projeções para

disputar competições ou melhora do desempenho (ARAUJO e SCHARHAG, 2016).

As adaptações nutricionais na dieta de atletas devem respeitar as especificidades das modalidades esportivas, a fim de garantir aporte adequado de macro e micronutrientes (ADA, 2016). O acompanhamento de atletas por nutricionistas capacitados para atuar na prática esportiva leva a ganhos de desempenho e saúde global (KIM, 2016). Nesse sentido, é imprescindível conhecer os aspectos metabólicos/nutricionais do atleta e os mecanismos regulatórios que medeiam essas alterações, para aprimoramento do desempenho físico.

2.2. GASTO ENERGÉTICO E SUBSTRATOS ENERGÉTICOS EM REPOUSO.

O gasto energético em repouso é a quantidade necessária de calorias para manter as funções vitais e estado basal do indivíduo, podendo ser responsável por até 70% do gasto energético diário em desportistas e 40% em atletas (MANORE, 2015). A exata predição da taxa metabólica de repouso (TMR) é fundamental para o acompanhamento nutricional do atleta, por se tratar de parcela importante do que será prescrito como gasto energético diário (ADA, 2016).

A calorimetria indireta (CI) é usada frequentemente em laboratórios para medir a TMR. O mecanismo de análise da CI é a troca gasosa decorrente da respiração do paciente (MINAGAWA, 2016). A média dos valores encontrados para consumo de oxigênio e liberação de dióxido de carbono durante o exame é utilizada na equação de WEIR (1949), para a predição do valor de TMR.

As equações preditivas são métodos simples e de baixo custo para o cálculo da TMR, sendo amplamente empregadas na prática clínica para o acompanhamento nutricional de atletas (SABOUNCHI et al., 2013). As equações propostas pela FAO/WHO/ONU (2004), Harris Benedict (HB) (1919), Henry and Rees (HR) (1991) e Cunningham (1980) são as mais citadas na literatura em diversos estudos envolvendo distintos grupos populacionais.

Os substratos energéticos são os macronutrientes que fornecem energia para as demandas metabólicas do indivíduo, podendo ser influenciado pelo exercício (DIELIC et al, 2015). A equação proposta por Frayn (1983) é utilizada para predição do substrato energético que está sendo utilizado em repouso,

sendo também confirmada pela revisão de Ferranini (1988), como base para utilização em equipamentos de calorimetria indireta.

Durante o jejum pode haver depleção dos estoques de glicogênio para manutenção do metabolismo basal (NILSSON; HULTMAN, 1973 e ROTHMAN, 1991). Isto, somado as altas demandas energéticas dos atletas pode haver alterações do metabolismo do glicogênio ao longo do dia. Estudos descrevem que a depleção das reservas de glicogênio hepático pode chegar a aproximadamente 80%, durante o jejum noturno (JEUKENDRUP, 2010).

Em atletas de alto rendimento estratégias de aumento da eficiência energética com o objetivo de melhorar a capacidade de manutenção do esforço tem alcançado destaque (WEBER, 2011). Estudos têm avaliado a aplicação de técnicas para melhorar as adaptações e alcançar os objetivos do treinamento (BURKE, 2006 e MARQUET, 2016). Dessa forma, tais adaptações podem influenciar nos substratos energéticos a ser mobilizados durante o exercício físico, estabelecendo a oferta adequada de nutrientes e garantindo níveis ótimos de substratos para oxidação. Dessa forma, sugere-se ser relevante a modulação de vias de sinalização hormonal para as adaptações que favoreçam o ganho de desempenho (BROOKS; MERCIER, 1994; BROOKS, 1998; BERGMAN; BROOKS, 1999).

O estudo das condições de repouso em jejum demonstra o estado das reservas energéticas de um indivíduo, indicando o substrato base para o metabolismo energético e as condições de oxidação prévias ao exercício físico (HAWLEY; HOPKINS, 1995). Partindo de tal pressuposto, é possível predizer estratégias dietéticas que possam melhorar os estoques nutricionais, assim como garantir o aporte energético necessário para o desporto.

2.3. FATORES HORMONAIS ASSOCIADOS AO METABOLISMO ENERGÉTICO

O sistema hormonal tem funções de sinalização, crescimento, desenvolvimento, reprodução, hematopoiese, assim como regulação do metabolismo energético. O sistema neuroendócrino está envolvido na regulação do apetite e do metabolismo energético. As concentrações de insulina e leptina possuem relação direta para a cascata de produção de energia, tendo como substrato compostos glicídicos e lipídicos (JARVIS;

CLEGG; HEVENER, 2013; JUREMAE et al, 2011; KRAEME, 2010). A interação entre a atividade física, substratos energéticos e suprimentos da demanda energética do exercício, tem sido alvo de investigação para o entendimento sobre o papel da leptina e insulina (COURTEIX; RIETH; THOMAS, 2007 e MAYMOUN, 2010).

A leptina teve sua estrutura descrita pela primeira vez por Zhang, em 1994, e é o hormônio mais estudado atualmente quanto à homeostase energética. O nome deriva do grego leptos, magro. Sintetizada no tecido adiposo, sua função foi inicialmente atribuída como hormônio da saciedade, recebendo assim grande atenção devido a sua relação com o tecido adiposo e composição corporal (ONDRAK; HACKNEY, 2012). A leptina é constituída por uma cadeia de 167 aminoácidos, com sequencia sinalizadora de 21 aminoácidos, sendo seu sítio de ligação, onde ocorre sua interação com o receptor e se ativa a cascata de sinalização. A meia vida da leptina é curta, entre 25 e 90 minutos, com posterior excreção renal (SIMON; DEL BARRO, 2002). O principal tecido produtor de leptina é o tecido adiposo branco.

Existem diferentes isoformas do receptor celular da leptina. Esses receptores estão localizados no hipotálamo, local onde ocorre grande parte da sua ação central (ROMERO; ZANESCO, 2006). Ao se ligar ao receptor, há formação de dímeros e transmissão do sinal da leptina por meio das proteínas da classe JAK (*Janus Activated Kinases*), que induzem a fosforilação dos resíduos de tirosina sobre o domínio citoplasmático do receptor, gerando locais de ataque da fosfotirosina para as proteínas STAT (*Sinal Transducer e Activators of Transcription*), que dissociam-se do receptor e formam dímeros que ativam os reguladores transcricionais (GEORGE, 2008). A ativação nas regiões paraventricular e ventromedial do cérebro implicam diretamente na regulação do metabolismo energético.

Em indivíduos saudáveis a leptina atua reduzindo o apetite e aumentando o gasto energético por meio da ativação de neurônios localizados no hipotálamo (JURIMAE, 2007). Conforme representado pela figura 1, a ação da leptina resulta na inibição da ingestão alimentar, aumento do gasto energético basal, sendo suas concentrações consideradas como sinais para o controle em médio/longo prazo do balanço energético. Em situações que há

diminuição pronunciada nas concentrações de leptina ocorre efeito proporcional no gasto energético (GEORGE, 2008).

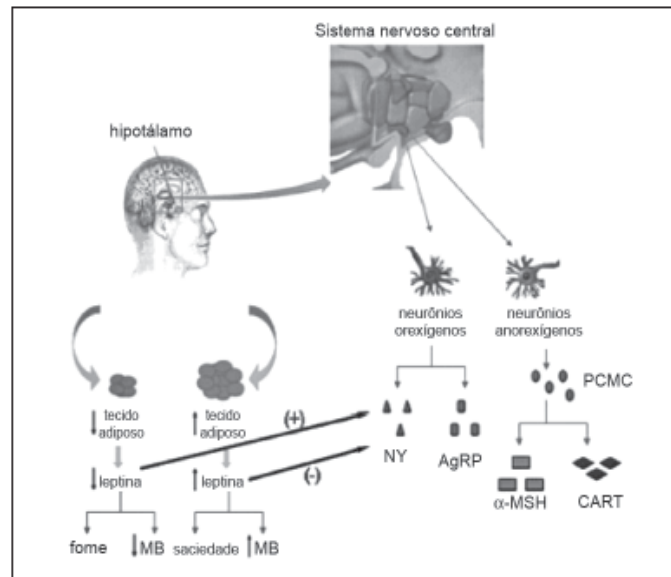


Figura 1: Ação central da leptina. MB: Metabolismo Basal. NY: Neuropeptídeo Y. AgRP: proteína relacionada com agouti. PCMC: proteína derivada da própria melanocortina. Alfa-MSH: peptídeos de melanocortina. CART: peptídeo derivado da cocaína. Extraído de RIBEIRO et al, 2007.

Durante o jejum, as concentrações de leptina têm queda acentuada pela diminuição nos estoques de gordura, devido à mobilização de ácidos graxos nos adipócitos para o catabolismo, levando ao aumento do apetite e diminuição do gasto energético (GEORGE; BRAY, 2007).

Este hormônio possui interação com o metabolismo glicídico não afetando as concentrações insulina, porém com interação no aumento a sensibilidade de seus receptores. Estimula a lipólise no adipócito, estimula a termogênese e é capaz de aumentar a síntese de ácidos graxos no fígado. Também é um fundamental modulador da secreção do hormônio do crescimento (GEORGE, 2008; PARK; AHIMA, 2015; ROSENBAUM; LEIBEL, 2014). O jejum, a testosterona, a prática de exercícios intensos e o estresse metabólico, podem diminuir as concentrações de leptina do indivíduo. Enquanto os glicocorticoides, a alimentação após período de jejum e a insulina aumentam a produção da leptina pelos adipócitos (GEORGE, 2008; MOTA; ZANESCO, 2007; PARK; AHIMA, 2015; ROSENBAUM; LEIBEL, 2014).

Em atletas jovens, devido ao estagio de crescimento e ao desenvolvimento puberal, as concentrações de leptina podem variar de acordo com a carga de treinamento e a composição corporal. Este aspecto é especialmente relevante em esportes que tem demandam baixo percentual de gordura corporal, podendo haver prejuízo na produção desse hormônio e, conseqüentemente, suas concentrações sanguíneas (JURIMAE, 2014). Em alguns estudos foi encontrado que tal diminuição é um indicador do aumento do estresse induzido pelo treinamento em adolescentes (JURIMAE, 2011; KRAEMER; CASTRACANE, 2007).

Banting e Best (1922) foram os responsáveis por isolar pela primeira vez a insulina, um hormônio peptídico, assim como iniciar os estudos das funções desse hormônio ligadas a homeostase da glicose. A dosagem desse hormônio tem sido apontada como método para avaliação da sensibilidade a insulina no organismo (GELONEZE; TAMBASCIA, 2006).

A cascata de sinalização da ação da insulina é dependente no músculo da ativação do seu receptor, com a fosforilação da tirosina. Essa sinalização ativa substratos do receptor de insulina 1 e 2, que se associam e ativam a enzima fosfatidilinositol-3-quinase. A interação entre essa enzima e os substratos do receptor é essencial para a ação metabólica da insulina e para a translocação do transportador de glicose (GLUT 4) (KAHN e FOLLI, 1993; SHEPHERD; NAVE; SIDDLE, 1995).

A cascata de sinalização da insulina estimula a captação de glicose, a enzima glicogênio sintase e a ativa a proteína quinase B (PKB), inibindo a lipólise (CZECH e CORVERA, 1999; WHITE, 1998). A ativação da PKB aumenta a captação de glicose no músculo e nos adipócitos e, concomitantemente, aumenta a síntese de glicogênio no músculo e no fígado, havendo incremento da lipogênese pela ativação de fatores de transcrição nucleares (LE ROITH e ZICK., 2001, SALTIEL e PESSIN, 2001).

A prática de exercício físico contribui para adaptações metabólicas ligadas à cascata de sinalização da insulina. No exercício, o esforço muscular induz sinalização para a produção desse hormônio, com conseqüente aumento da capacidade de catabolismo da glicólise (ELIAKIM E NERMET, 2013; KUSY et al, 2013).

Um estudo realizado em jogadores de futebol, com o objetivo de análise da insulina basal, antes e durante a temporada competitiva, verificou que houve ligeiro aumento da concentração entre as avaliações (CARVALHO, 2014). Percebe-se, portanto, que a regulação hormonal pode agir de forma sinérgica ao estado metabólico individual, ambos podendo ser modificados por estresse metabólico.

2.4. CONTROLES METABÓLICOS

2.4.1. Função hepática

O metabolismo energético tem grande concentração de suas reações de oxidação, degradação e síntese de nutrientes no fígado. Atletas adolescentes possuem demandas energéticas e metabólicas aumentadas em relação a adolescentes não atletas. Essas demandas podem causar intensa estimulação do fígado quando, por exemplo, fazem uso de suplementos nutricionais, associado ou não a reposição hormonal, podendo levar a quadros de estresse ou até mesmo insuficiência hepática (KUROWSKI et al, 2016; CUNHA et al, 2016).

Na prática clínica, para se medir a função hepática são utilizados principalmente três parâmetros, TGO (transaminase glutâmica oxalacética) ou AST (Aspartatoaminotransferase), TGP (transaminase glutâmica pirúvica) ou ALT (Alanina aminotransferase) e GGT (Gama Glutamil-Transferase). Essas enzimas estão presentes em várias células do nosso corpo, porém estão em maior quantidade nos hepatócitos. TGO e TGP estão diretamente ligadas ao metabolismo proteico, enquanto GGT é sensível ao metabolismo lipídico. Em situações nas quais ocorre aumento metabólico que levam a lesão e posteriormente lise dos hepatócitos, essas enzimas são liberadas na corrente sanguínea. Com isso se tratam de indicadores sensíveis à condições de estresse hepático (WU et al, 2004).

2.4.1.1. Gama Glutamil-Transferase

Os marcadores metabólicos são substâncias que sinalizam alterações significativas na capacidade de o sujeito realizar o metabolismo energético (WU et al, 2004). A GGT é rotineiramente investigada na prática clínica como

parâmetro de potencial hepático, esteatose e estresse oxidativo (KUNUTSOR, 2016).

A função enzimática da GGT é participar da reação de transferência de um resíduo de glutamyl a uma amina. Essa reação auxilia na liberação de aminoácidos transportadores, que tem função no transporte de lipídios na corrente sanguínea. O aminoácido que apresenta maior afinidade em receber o resíduo glutamyl é a glutathione (WHITFIELD, 2001).

A GGT foi aceita como teste de função hepática na década de 60, a partir do estabelecimento de seus valores de referência e demonstração de sua sensibilidade às alterações hepáticas. Caracteriza-se como um sensível indicador para o metabolismo hepático, podendo sofrer variação entre e no mesmo indivíduo de acordo com a demanda metabólica (SZCZEKLIK et al, 1961).

A demanda energética e metabólica produzida pelo exercício faz com que ao analisar os índices apresentados por atletas os encontremos muito próximos ao limítrofe, podendo indicar exacerbação da capacidade metabólica (SILVA et al, 2006). Atletas submetidos a esforço contínuo podem apresentar diminuição do potencial hepático, demonstrado com alteração nessa enzima (SHIN, 2016).

2.4.2. Esforço muscular

Durante toda a temporada o atleta é submetido a diferentes cargas de treinamento. A pré-temporada se caracteriza como um período de maior sobrecarga, com o objetivo de preparar o atleta para o esforço que virá nas etapas seguintes (JEONG et al, 2011). Durante a temporada, a carga de esforço não causa, necessariamente, uma sobrecarga física ao atleta, pois atua com foco na manutenção do ganho ponderal em variáveis como resistência, velocidade e potência. Com isso, o acompanhamento em diferentes fases da temporada se faz necessário para mapear a evolução da *performance* do atleta (KALAPOTHARAKOS et al, 2011; CALDWELL; PETERS, 2009).

A manutenção da *performance* durante as diferentes fases de treinamento é necessário. Por isso, novas ferramentas de investigação estão sendo estudadas para a avaliação da capacidade de manutenção do esforço.

Durante o exercício intenso, há o rompimento das membranas celulares do músculo esquelético com consequente extravasamento para a corrente sanguínea de proteínas como a creatina quinase (CK), a lactato desidrogenase (LDH) e a mioglobina, que podem indicar a presença de lesão muscular (PEAKE et al, 2005; LAZARIM et al, 2009).

Além destes, a percepção subjetiva de esforço (PSE) também tem sido utilizada para averiguação das alterações na carga de treinamento no esporte (IMPELLIZZERI et al, 2005; NAKAMURA et al, 2010; FREITAS et al, 2013). O método de utilização da PSE da sessão foi proposto e atualizado por Foster et al (1998) e sua utilização é baseada no seguinte questionamento: “Como foi a sua sessão de treino?”. A resposta é obtida por meio da escala de esforço compreendida de 0 a 10. Cabe lembrar que, de acordo com os autores, a realização do questionamento deve ser feita trinta minutos após o final da sessão de treinamento, a fim de minimizar a impressão que o atleta tem das atividades leves ou intensas realizadas no final da sessão, considerando-a como um todo, evitando a subestimação ou superestimação da sessão de treinamento. Particularmente quanto ao futebol, a utilização da PSE como meio de realização do controle da carga tem sido consolidada pela literatura científica (IMPELLIZZERI et al, 2004; ALGROY et al, 2011).

2.5. COMPOSIÇÃO CORPORAL

A composição corporal de atletas adolescente pode sofrer alterações em decorrência do desporto, período e tipo de treinamento, podendo interferir diretamente no somatótipo apresentado pelo sujeito (GUTIERREZ et al, 2015). Existem diversos parâmetros envolvidos na composição corporal apresentada pelo atleta, dentre eles o percentual de gordura corporal, que possui diversos métodos de investigação dentre estes, dobras cutâneas, equações preditivas, bioimpedância elétrica e absorimetria radiológica de dupla energia (DXA) (AERENHOUTS et al, 2015).

Em jogadores de futebol o acompanhamento da composição corporal deve se observar o progresso dos atletas durante o programa de treinamento e nas diferentes fases da temporada, a fim de que permita acompanhar condições físicas totais, qualidade da dieta e alterações na *performance*. Além disso, é possível identificar alterações no percentual de gordura, modificações

na postura e biomecânica do movimento, e alterações no musculo esquelético e desempenho físico (MOHAMMED, 2017). A ingestão energética modifica o percentual de gordura e leva a alterações metabólicas, reforçando a importância do acompanhamento desse parâmetro para o desempenho (SOARES et al, 2016).

O percentual de gordura de atletas adolescentes jogadores de futebol avaliados na literatura apresentam variação em sua média de 11% a 15% (GUTIERREZ et al, 2015; POLITO et al, 2015; RÉ et al, 2014; SHIRALI et al, 2016). Indicando que essa faixa pode ser utilizada como parâmetro de observação na prática clínica, já que não encontramos recomendações oficiais.

2.6. INGESTÃO ALIMENTAR

A avaliação de a ingestão alimentar pelo recordatório 24 horas é um meio de se quantificar a ingestão de nutrientes e energia que o sujeito apresentou e disponibilizou para o organismo durante o referido tempo. A avaliação da ingestão alimentar faz parte do diagnóstico nutricional, primordial para o estabelecimento de estratégias adequadas para atletas (ADA, 2016).

As maiores limitações desse método incluem a dependência da memória do entrevistado, tanto para identificação dos alimentos quanto para as porções consumidas, e a tendência de alguns entrevistados relatarem a ingestão de alimentos que consideram mais saudáveis ou mais aceitos e não relatar o consumo de outros produtos que consideram pouco saudáveis (GIBSON, 1990; EHOOG, 1996; WILLET, 1998).

A partir dos nutrientes aos quais o metabolismo tem acesso, ocorre uma adaptação para produção da energia necessária para o atleta. O consumo de energia total em relação à demanda energética total estabelece a base para manutenção da saúde e ganho de *performance* (ADA, 2016)

O atleta adolescente quanto a sua ingestão energética total tende a estar dentro da recomendação para o desporto (ELIZONDO et al, 2015), no que tange a ingestão alimentar de lipídios e proteínas, a literatura apresenta relato de ingestão acima das recomendações (COSTA et al, 2017). O padrão de consumo alimentar tende a ser mais próximo de indivíduos de sua faixa etária e não respeitando as necessidades específicas para o esporte ao qual ele pratica (TAWFIK et al, 2016).

A omissão de refeições em sua alimentação, sendo principalmente o jejum, pode apresentar risco a sua saúde, devido a não inclusão de alimentos fontes de macronutrientes e não haver reposição a perda de substratos energéticos devido ao jejum (MARCHIONI et al, 2015).

A demanda energética de indivíduos que praticam esportes de alto rendimento é demasiadamente alta, o que faz com que seja muito difícil que a ingestão energética exceda o recomendado para o indivíduo. Um importante aspecto sensível à reposição de energia é o sub-relato nos inquéritos alimentares, o que pode prejudicar o diagnóstico do comportamento alimentar dos sujeitos (BISSOCHI; JUZWIAK, 2012).

2.7. FUTEBOL

O futebol é um esporte dinâmico, com especificidades de acordo com o perfil tático, físico e técnico do grupo de jogadores. É considerado um esporte intermitente e coletivo, necessitando de domínio sobre uma grande quantidade de habilidades motoras. A principal característica é o deslocamento intermitente, o que faz com que em média jovens jogadores de futebol percorrem acima de seis quilômetros de distância em uma partida de futebol competitivo, podendo estes valores variarem de acordo com a posição do jogador, o nível imposto pelo adversário, assim como o tempo de jogo (CASTAGNA; D'OTTAVIO; ABT, 2003; HARLEY, 2010; BUCHHEIT et al, 2010).

O metabolismo energético aeróbico, composto pelas reações de glicólise aeróbica e β -oxidação, é predominante para o fornecimento de energia durante o jogo de futebol, porém um metabolismo anaeróbico, glicólise anaeróbica e creatina, eficiente se faz primordial, pois o mesmo está ligado a ações decisivas em uma partida de futebol, como o gol, defesas difíceis e *sprints* (REILLY et al, 2000; STOLEN et al, 2015). Atletas de futebol apresentam valores de $VO_{2máx}$ de aproximadamente 55 ml/kg/min em média, parâmetro importante por predizer à capacidade aeróbica máxima do atleta (CASTAGNA et al, 2010; SILVA et al, 2013).

A alta intensidade na realização dos movimentos também é característica do desporto, com sessões de treinamento de força e de potência com objetivo de manter a intensidade da ação e retardar a fadiga (MARTIN;

CARL; LEHNERTZ, 2008; SILVA et al, 2013). É importante que seja compreendido na planilha de treino exercícios que aprimorem a força máxima de um atleta, a resistência aeróbia e anaeróbia (lática e alática) (CASTAGNA et al, 2010; SILVA et al, 2013). A carga de trabalho ao qual cada atleta será submetido vai ser condicionada a capacidade do atleta, a fase de treinamento (pré-temporada, competitivo, manutenção), a magnitude (alta, baixa e média) que se tem objetivo de ser trabalhada e a qual parâmetro biomotor que será estimulado: força, velocidade, resistência, flexibilidade, coordenação e os seus componentes (IMPELLIZERI et al, 2005; GOMES, 2010; PLATONOV, 2004). É necessário que a planilha de treino esteja bem planejada, pois estudos mostram que ela pode interferir na capacidade adaptativa do metabolismo do atleta, garantir o tempo de recuperação de maneira a não prejudicar o desempenho, assim como evitar situações de fadiga aguda (BRINK et al, 2010; FOSTER, 1998; FRY et al, 1991; ISSURIN, 2010; FRY et al, 1992; ISSURIN, 2010; JEUKENDRUP, 2004; PASCOAL, 2014; WRIGLEY et al, 2012).

A especificidade do futebol para atletas adolescentes demonstra a necessidade de fundamentação teórica para a formação dos talentos (MATTA et al, 2014). Nesse sentido, no contexto da formação do jogador de futebol nos dias atuais a captação vai desde a infância e compreende todas as fases da adolescência, com isso a capacidade metabólica e o desenvolvimento corporal e puberal vão fazer diferença na *performance* (RÉ et al, 2005). Porém, é importante que a idade biológica do atleta em formação seja levada em conta pela comissão técnica, no incentivo a esses atletas para não abandonarem o esporte (FIGUEIREDO et al, 2009). O estágio maturacional está diretamente ligado à capacidade funcional, porém quanto às habilidades motoras isso não acontece (MALINA et al, 2005; FIGUEIREDO et al, 2009; COELHO-E-SILVA et al, 2010b; FIGUEIREDO et al, 2010; DEPREZ et al, 2015).

Pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE), demonstra que o futebol é o esporte mais praticado em nosso país por jovens de 15 a 19 anos, seguido pelo voleibol, natação, futsal e academia (BRASIL, 2013).

O estado global metabólico em repouso prediz a condição apresentada pelo atleta para a planilha de treinamento do dia do treino. O substrato energético que o mesmo utilizará no momento representa a base para a

preparação para o exercício. Alguns indicadores podem estar associados ao metabolismo, porém a busca por quais são mais práticos e acessíveis auxilia o profissional inserido em clubes, federações e confederações desportivas. Reforçado tal aspecto pela crescente investigação de dietas moduladoras do substrato que proverá energia ao desportista.

3. OBJETIVOS

3.1. GERAL

Investigar o metabolismo energético em repouso de atletas adolescentes de futebol masculino e sua associação com a composição corporal e variáveis laboratoriais.

3.2. ESPECÍFICOS

- ✓ Estimar o gasto energético e a oxidação dos substratos utilizados em repouso;
- ✓ Comparar o gasto energético em repouso por calorimetria com equações preditivas;
- ✓ Avaliar a ingestão alimentar, composição corporal e indicadores hormonais e de lesão celular dos sujeitos;
- ✓ Comparar os indicadores analisados quanto ao percentual de gordura corporal;
- ✓ Verificar a influência da regulação hormonal endócrina (leptina e insulina) e dos marcadores de lesão muscular (CK) e hepática (GGT) no metabolismo energético.

4. MÉTODOS-

4.1. SUJEITOS DA PESQUISA

A partir de parceria institucional firmada entre o projeto “Pesquisa-ação do desenvolvimento integral de atletas jovens de futebol” e o projeto “GAIAA – Grupo de Avaliação e Intervenção em Adolescentes Atletas” obtivemos a concordância para análise dos atletas envolvidos com o projeto (Anexo 1). Foram selecionados atletas de futebol, pertencentes às categorias sub-15 e sub-17.

A amostra de atletas foi de conveniência. Pretendeu-se alcançar participação voluntária de todos os integrantes da equipe.

Os **critérios de inclusão** na pesquisa:

1. Ser atleta da Associação Atlética Portuguesa/RJ;
2. Ter entre 14 e 17 anos;
3. Assiduidade mínima de 75% dos dias de treino;
4. Possuir atestado médico para a prática de atividade física em dia.

Não foram elegíveis:

1. Não comparecimento à avaliação;
2. Não adesão ao protocolo necessário para realização das avaliações;
3. Consumo de suplementos (fontes de hormônio, calóricos, proteicos e glicídicos) que mascaram os resultados dos testes;
4. Estar em recuperação de lesão muscular ou afastado da rotina de treinamento por quaisquer motivos.

A coleta ocorreu no período competitivo de treinamento, durante a mudança entre o primeiro e o segundo turno do campeonato carioca das categorias sub-15 e sub-17, garantindo assim que não houvesse interferência do esforço realizado nos jogos e das férias, somente um retrato do esforço acumulado pela temporada nos atletas.

No primeiro encontro com os atletas foram apresentados os objetivos do projeto e realizados os esclarecidos sobre as intervenções as quais iriam se submeter. Foi realizada a leitura e entrega do termo de consentimento formal livre e esclarecido aos atletas e seus pais ou responsáveis legais (Anexo 2), o qual foi devolvido assinado pelos atletas e seus pais ou responsáveis no momento da entrevista individual agendada. Os pesquisadores se mantiveram disponíveis para esclarecer pessoalmente quaisquer dúvidas que viessem a surgir no momento ou em tempo posterior por meio de contato telefônico, e-mail ou pessoal no próprio local de treinamento. Todos os atletas que aceitaram participar da pesquisa foram entrevistados e avaliados individualmente. O agendamento foi feito para que no máximo 5 atletas

comparecessem no dia da avaliação no Laboratório de Avaliação Nutricional (LANUTRI) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

4.2. AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

Os atletas passaram por avaliações antropométricas para a caracterização da amostra. Os dados antropométricos incluíram medidas corporais de massa corporal e estatura de acordo com os métodos preconizados por Stewart (2011). Tais avaliações foram realizadas por profissionais qualificados.

Os atletas estavam vestidos com roupas de banho ou em roupas leves para a prática esportiva.

4.2.1. Massa corporal e Estatura

Para mensuração da massa corporal, o avaliado se posicionou em pé, de costas para a escala da balança, com afastamento lateral dos pés, estando a plataforma entre os mesmos. Em seguida, colocou-se sobre e no centro da plataforma, ereto com o olhar num ponto fixo à sua frente. Procedimento realizado com o mínimo de roupa possível (STEWART, 2011).

Para a mensuração da estatura, o avaliado ficou na posição ortostática (PO): de pé, posição ereta, braços estendidos ao longo do corpo, pés unidos, procurando pôr em contato com o instrumento de medida as superfícies posteriores do calcanhar, cintura pélvica, cintura escapular e região occipital. A medida foi feita com o avaliado em apneia inspiratória, de modo a minimizar possíveis variações sobre esta variável antropométrica. A cabeça esteve orientada segundo o plano de Frankfurt, paralela ao solo. A medida se realizou com o cursor em ângulo de 90° em relação à escala. Permitiu-se ao avaliado usar calção e camiseta, exigindo-se que esteja descalço (STEWART, 2011).

Estas medidas se realizaram mediante a utilização de balança digital, marca Filizola, modelo eletrônico, com carga máxima de 150 kg, mínima de 2,5 kg com sensibilidade de 0,1 g, e em um estadiômetro, marca Altura exata, com régua de madeira com escala bilateral em milímetros (resolução de 1 mm), campo de uso de 0,35 cm a 2,15 cm.

4.3. INGESTÃO ENERGETICA

Para estimar a ingestão energética e de macronutrientes no dia anterior as avaliações adotou-se um método largamente utilizado na literatura para ingestão alimentar o Recordatório de 24 horas (R24).

4.3.1. Recordatório 24 horas (R24)

O R24 é um dos métodos mais rápidos e fáceis para avaliar a ingestão de alimentos e nutrientes. O método exige que o entrevistado lembre em detalhes todos os alimentos e bebidas consumidas durante as últimas 24 horas. O conhecimento do método de preparo do alimento, a marca do alimento ou da bebida consumida e o uso de suplementos de vitaminas e minerais são fundamentais para uma avaliação efetiva. O entrevistador deverá colocar o entrevistado à vontade e auxiliá-lo a lembrar do consumo de alimentos do dia anterior (WILLET, 1998).

As entrevistas aconteceram no momento da chegada dos atletas ao laboratório por nutricionista treinado. A análise quantitativa dos macronutrientes ingeridos e o consumo calórico total foram mensurados com o auxílio de tabelas de composição de alimentos (USDA, 2015).

4.4. AVALIAÇÕES DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E METABOLISMO ENERGÉTICO

O paciente recebeu um manual de orientações indicando a necessidade de que ele não tenha praticado atividade física no dia anterior e observar jejum de 12 horas (DIENER, 1997). Na chegada houve entrevista com os atletas para verificação acerca da adesão às orientações de preparo para os exames. Os exames se realizaram em ambiente termoneutro, com pressão, umidade e temperatura controladas, com o paciente em posição confortável de acordo com a orientação para cada procedimento. O número de avaliados respeitou o padrão estabelecido nos manuais dos aparelhos e na indicação dos profissionais responsáveis pelas coletas, no LANUTRI - UFRJ.

4.4.1. Bioimpedância elétrica

Esta avaliação estima a composição corporal por meio da diferença de condutividade dos vários tecidos em razão de suas diferenças histológicas,

uma vez que a água, mais precisamente os eletrólitos, influencia diretamente a passagem da corrente elétrica. Em virtude dos adipócitos serem compostos relativamente por baixa quantidade de água quando comparado a outras células como as fibras musculares, a condutividade diminui em face do aumento da quantidade de gordura corporal (LUKASKI et al, 1985; BUCKINX et al, 2015).

É considerado um exame simples, portátil e de baixo custo cuja confiabilidade de medição por meio da impedância e validação das equações preditivas de massa livre de gordura e percentual de gordura corporal já fora demonstradas em estudos (GOING et al, 2006).

Em consonância com o manual do instrumento a ser utilizado (Byodynamics 450) o exame consistiu na análise de composição corporal pelo método da bioimpedância direta multifrequência segmentar através de um sistema bipolar com quatro pontos de eletrodos táteis em dois pontos anatômicos (mão direita e pé direito). O atleta foi colocado em posição de decúbito dorsal, para a fixação dos eletrodos nas mãos e nos pés. Após a realização dos exames obtivemos os valores de massa livre de gordura e massa gorda em Kilograma e percentual.

Os atletas então foram estratificados de acordo com os valores de percentual de gordura apresentado na bioimpedância elétrica, a partir da média apresentado pelo próprio grupo.

4.4.2. Calorimetria Indireta (CI)

A avaliação do metabolismo foi feito por medida indireta por meio da mensuração do consumo de oxigênio (O_2) e de produção de dióxido de carbono (CO_2) durante um determinado período de tempo (MARSON et al, 2004). Por meio de uma válvula unidirecional localizado no canopy, o analisador de gases coleta e quantifica o volume e a concentração de O_2 inspirado e de CO_2 expirado. Após a análise dos gases, a TMB ou a TMR foi calculada pela fórmula Weir (1949) e os resultados foram exibidos em um software conectado ao sistema (SCHUTZ, 1995). Para a avaliação dos substratos enérgicos foi utilizada a equação proposta por Frayn (1983).

Os exames ocorreram em calorímetro Vmáx Encore 29 System (VIASYS Healthcare Inc, Yorba Linda, CA), pela manhã, com o atleta deitado, porém

vigil. Linhas de direção e amostra captaram, respectivamente, o consumo de O_2 e a produção de CO_2 continuamente por 30 minutos. Para o cálculo desprezou-se os 5 minutos iniciais, de forma a garantir maior homogeneidade dos dados. Os valores obtidos de volume de oxigênio (VO_2) e volume de gás carbônico (VCO_2) foram utilizados em ambas as equações, proposta por Weir (1949) para a TMR e a proposta por Frayn (1983) para derivação dos substratos energéticos.

Equações:

$$TMR \text{ (kcal/dia): } (3,9 \times VO_2(\text{ml/min}) + 1,1 \times VCO_2(\text{ml/min})) \times 1440$$

$$LIP\text{-ox} \text{ (mg/min}^1\text{)} = 1,67 \times VO_2 \text{ (ml/min)} - 1,67 \times VCO_2 \text{ (ml/min)}$$

$$CHO\text{-ox} \text{ (mg/min}^1\text{)} = 4,55 \times VCO_2 \text{ (ml/min)} - 3,21 \times VO_2 \text{ (ml/min)}.$$

TMR: taxa metabólica de repouso, VO_2 : volume de consumo de oxigênio, VCO_2 : volume de liberação de gás carbônico, LIP-ox: oxidação de lipídeos e CHO-ox: oxidação de carboidratos.

4.4.3. Equações preditivas

A partir da avaliação antropométrica realizada, os dados foram derivados para as equações preditivas mais encontradas na literatura como usada para atletas.

Foram utilizadas as equações abaixo:

1. Harris e Benedict (HB) (homens): $66.4730 + (13.7516 \times MC) + (5.0033 \times E) - (6.7550 \times I)$
2. Cunningham : $581.6 + 21.6 \times MLG$
3. Henry e Rees (HR) (homens – 10-18 anos): $(0.084 \times MC + 2.122) \times 239$
4. Organização internacional da agricultura e do abastecimento (FAO) (homens – 10-18 anos): $17.686 \times MC + 658.2$

MC: massa corporal, E: estatura, I: idade, MLG: Massa livre de gordura

4.5. ANÁLISES LABORATORIAIS

4.5.1. Coleta de sangue

Técnica de enfermagem treinada coletou o sangue dos indivíduos. A punção foi por veia antecubital, com material descartável, sendo o sangue coletado em tubos a vácuo. Para separação do soro foi utilizado tubo com gel separador, que passaram por centrifugação a 1500G, por 15 minutos a 4 °C, aliquotados e armazenados em freezer à -80°C, até o momento das análises (BRASIL, 2001).

4.5.2. Leptina e Insulina

Os testes foram realizados por espectrofotometria segundo as especificações do fabricante (Broker®). As amostras foram retiradas do freezer à -80°C, centrifugadas, pipetadas a quantidade necessária para a reação de acordo com as especificações do kit de elisa: após pipetar a quantidade necessária as misturou o soro com o detector de anticorpo, sendo posteriormente armazenada a 20 °C. Seguidamente ocorreu a lavagem da placa com o Tampão de lavagem. Após a lavagem adicionou-se à placa a solução teste, o tampão de ensaio e o papel selante, sendo levados ao *shaker* por 2 horas a 500 rpm. Após esse período retirou-se a placa para lavagem com o tampão de lavagem, adicionou 100 ul de solução de substrato por 20-25 minutos no *shaker*, para finalizar o preparo adicionamos 100 ul de solução de parada e agitou-se manualmente. Com a placa finalizada ela foi lida em espectrofotômetro em absorbância de 450 a 500 por 5 minutos (WILASCO, 2010).

4.5.3. Creatina Quinase e Gama Glutamil-Tranferase

O material sanguíneo coletado foi analisado com o equipamento Daytona, Randox®, com o preparo das amostras. As amostras foram retiradas do freezer à -80°C, centrifugadas, pipetadas a quantidade necessária para a reação de acordo com as especificações do kit de análise bioquímica, com a posterior inserção do material nos reservatórios do equipamento, assim como o kit de análise. O equipamento automaticamente realiza toda a preparação da amostra e homogeneização do analito. Por espectrofotometria o equipamento faz a leitura e quantificação dos indicadores.

4.6. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O teste de Kolmogorov-Smirnov foi realizado para verificar a normalidade dos dados, sendo os paramétricos expressos em médias e desvio padrão (DP), enquanto os não-paramétricos em mediana e máximo e mínimo. Para comparação entre os valores da mesma variável entre grupos foi utilizado o teste T student pareado. Para testar a associação entre as variáveis do estudo e os desfechos (TMR, oxidação de lipídeos e carboidratos) foram feitas Regressões Lineares Multivariadas, sendo demonstrando graficamente

as que apresentaram interferência significativa ($p < 0,05$). Para comparação-concordância entre as equações preditivas e a calorimetria indireta foi utilizada a representação gráfica de Bland-Altman (1999) e o acordo de sobrevivência (LUIZ et al, 2013).

4.7. ASPECTOS ÉTICOS NA PESQUISA.

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de ética em pesquisa do Hospital Clementino Fraga Filho, inscrito pela CAAE 58179716.3.0000.5257. Garantindo assim que a presente pesquisa foi realizada em sua totalidade com respeito às normas contidas na resolução nº 466/12, que regulamenta as práticas de pesquisas envolvendo seres humanos. Todos os sujeitos da pesquisa foram devidamente informados sobre os procedimentos realizados ao longo da pesquisa, sendo seu consentimento formalizado por meio do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), assinado pelo responsável, e termo de assentimento (TA), assinado pelo atleta, duas vias, sendo uma do pesquisador e a outra do sujeito. Os atletas foram acompanhados de seus responsáveis em todas as etapas da pesquisa. Os pesquisadores responsáveis pela condução da pesquisa permaneceram à disposição dos sujeitos da pesquisa, para esclarecimento de dúvidas e atendimento em caso de necessidade, conforme informado no TCLE e TA.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo foi dividido em duas etapas de execução, a primeira a comparação entre a taxa metabólica de repouso e as equações preditivas disponíveis na literatura. A segunda etapa, com a investigação da taxa metabólica de repouso e os substratos energéticos dos atletas adolescentes e sua associação com parâmetros laboratoriais e corporais.

5.1. COMPARAÇÃO ENTRE A TAXA METABÓLICA DE REPOUSO E AS EQUAÇÕES PREDITIVAS DISPONÍVEIS NA LITERATURA

Artigo em processo de tradução, para ser submetido ao Journal of Science and Medicine in Sport.

**TAXA METABOLICA DE REPOUSO EM JOVENS FUTEBOLISTAS:
UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE EQUAÇÕES PREDITIVAS E
CALORIMETRIA INDIRETA**

Taillan Martins de Oliveira

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Av. Carlos Chagas Filho, 373 , CCS, Bloco J / Sub Solo Sala 08,
Laboratório de Desenvolvimento de Alimentos para fins educacionais e
especiais – Lab DAFEE, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de

Janeiro/RJ – CEP: 21941-902

Tel: 55 (21) 98804-2255

taillannut@hotmail.com

Luiza de Lima Fontes

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Av. Carlos Chagas Filho, 373 , CCS, Bloco J / Sub Solo Sala 08,
Laboratório de Desenvolvimento de Alimentos para fins educacionais e
especiais – Lab DAFEE, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de

Janeiro/RJ – CEP: 21941-902

Virginie da Cunha Mayor

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Av. Carlos Chagas Filho, 373 , CCS, Bloco J / Sub Solo Sala 08,
Laboratório de Desenvolvimento de Alimentos para fins educacionais e
especiais – Lab DAFEE, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de

Janeiro/RJ – CEP: 21941-902

Sidnei Jorge Fonseca Junior

Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Colégio de Aplicação -
UERJ

Rua Santa Alexandrina, nº 288, Rio Comprido - Cep: 20261-232

Cristiana Pedrosa Melo Porto

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Av. Carlos Chagas Filho, 373 , CCS, Bloco J / Sub Solo Sala 08,
Laboratório de Desenvolvimento de Alimentos para fins educacionais e
especiais – Lab DAFEE, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de
Janeiro/RJ – CEP: 21941-902

Anna Paola Trindade Rocha Pierucci

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Av. Carlos Chagas Filho, 373 , CCS, Bloco J / Sub Solo Sala 08,
Laboratório de Desenvolvimento de Alimentos para fins educacionais e
especiais – Lab DAFEE, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de
Janeiro/RJ – CEP: 21941-902

Resumo

A estimativa precisa da taxa metabólica de repouso (TMR) em atletas é imprescindível para uma intervenção nutricional efetiva no ganho de desempenho esportivo. A TMR pode ser calculada por meio de equações preditivas disponíveis na literatura, porém não há referências de equações específicas para adolescentes atletas. O objetivo deste trabalho foi analisar a adequação do emprego de equações usualmente citadas na literatura na avaliação de atletas adolescentes de futebol utilizando a calorimetria indireta (CI) como padrão laboratorial de comparação. Foram realizados exames de CI em 32 atletas de futebol, com idades entre 13 e 17 anos, que competiam em um time da 1ª divisão do Estado do Rio de Janeiro. Foram avaliadas variáveis antropométricas (massa corporal – MC e estatura) e composição corporal por bioimpedância elétrica tetrapolar. Os valores obtidos pela CI foram comparados aos valores preditos pelas equações, sendo também avaliada a concordância e o grau de discordância entre os métodos. Os participantes da pesquisa tiveram idade média de $15,6 \pm 1,14$ anos, $MC = 63,05 \pm 7,8$ e estatura $172 \pm 7,5$ cm. As médias das equações preditivas propostas pela FAO/ONU ($p = 0,001$) e Henry and Rees ($p = 0,001$) diferiram significativamente em relação à CI. Harris Benedict apresentou correlação moderada ($ICC = 0,504$). A concordância das equações propostas por Cunningham e Harris Benedict com a CI, realizada pelo modelo de Bland e Altman, apresentaram os melhores resultados. No modelo de acordo de sobrevivência, Cunningham apresentou menos discordância em comparação a CI, 200 a 300 kcal/dia. Os resultados encontrados apontam que o uso das equações na avaliação individual de atletas pode conferir valores de TMR superiores ou inferiores a CI, podendo

ocasionar imprecisões nas prescrições dietéticas e, conseqüentemente, no adequado controle da composição corporal para um bom desempenho físico. Torna-se evidente a necessidade de desenvolvimento de uma equação específica para este público visando aplicabilidade na prática clínica.

Key words: rest metabolic rate, predictive equations, indirect calorimetry, Young athletes, soccer

Introdução

A estimativa da necessidade energética total é uma das bases do aconselhamento nutricional de atletas. A energia total diária envolve a taxa metabólica basal (TMB) ou de repouso (TMR), o efeito térmico dos alimentos e a energia necessária para os esforços físicos (BLACK e COLE, 2001). Além disso, o crescimento e desenvolvimento corporal contribuem de forma expressiva para demandas de energia em adolescentes (ADA, 2016). Sendo assim, o aconselhamento nutricional de adolescentes atletas requer uma estimativa precisa de suas necessidades energéticas para garantir um aporte nutricional adequado à sua saúde e rendimento físico.

A calorimetria indireta (CI) é usada frequentemente em laboratórios para medir a TMR. O mecanismo de análise da CI é a troca gasosa decorrente da respiração do paciente (MINAGAWA, 2016). A média dos valores encontrados para consumo de oxigênio e liberação de dióxido de carbono durante o exame é utilizada na equação de WEIR (1949), para a predição do valor de TMR. A limitação da CI como método para avaliar a TMR é o custo de aquisição e manutenção do equipamento, além de requerer condições ambientais controladas para uma boa reprodutibilidade, o que dificulta sua aplicação na prática clínica.

As equações preditivas são métodos simples e de baixo custo para o cálculo da TMR, sendo amplamente empregadas na prática clínica para o acompanhamento nutricional de atletas (SABOUNCHI et al., 2013). As equações propostas pela FAO/WHO/ONU (2004), Harris Benedict (HB) (1919), Henry and Rees (HR) (1991) e Cunningham (1980) são as mais citadas na literatura em diversos estudos envolvendo distintos grupos populacionais.

Entretanto, alguns estudos já apontaram que as equações podem apresentar inadequações na estimativa da TMR em adolescentes atletas de diferentes modalidades (TAGUCHI et al, 2011; LOUREIRO et al, 2015). A utilização inadequada de uma equação preditiva pode levar a subestimação ou superestimação do consumo energético do indivíduo, com consequências negativas para o controle da composição corporal, funções fisiológicas e rendimento esportivo.

O futebol é uma modalidade olímpica muito popular no mundo inteiro, sendo uma das mais praticadas por jovens. Existem poucos estudos que investigaram a adequação do uso de equações preditivas em futebolistas, havendo uma lacuna científica nas diretrizes nutricionais para um acompanhamento nutricional de excelência nesta modalidade. Chernianet al (2017), em um estudo envolvendo adolescentes atletas de futebol, demonstraram inadequação da equação de Cunningham (1980) em comparação à CI. Contudo o estudo apresenta comparação apenas com uma equação preditiva, permanecendo desconhecidas as comparações com outras equações.

O objetivo do presente estudo foi investigar a validade de distintas equações preditivas de TMR, utilizando a calorimetria indireta como método de referência, em adolescentes atletas de futebol. Adicionalmente, foram conduzidas análises de correlação entre os valores de CI e variáveis antropométricas, de composição corporal, maturação sexual e idade.

Métodos

A amostra do nosso estudo transversal consistiu de 32 atletas do sexo masculino, jogadores de uma equipe de futebol com idades entre 13 e 17 anos

de idade. Eles treinam 4 horas por dia, quatro vezes por semana, e disputam o principal campeonato estadual. Os atletas e seus pais / responsáveis legais receberam um documento explicando todos os aspectos da pesquisa e a participação dos voluntários estava sujeita à apresentação deste formulário de consentimento assinado por ambos. Todas as avaliações foram realizadas no mesmo dia.

No momento da chegada do atleta era aferida sua estatura e peso corporal, posteriormente se realizava a bioimpedância elétrica e a calorimetria indireta. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisas entre Humanos do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro pela CAAE 58179716.3.0000.5257.

Para a avaliação da massa corporal, utilizou-se balança da marca Filizola com precisão de 0,05 kg. Para medir a altura, utilizou-se um estadiômetro métrico de resolução de 1mm, onde o indivíduo foi medido enquanto estava em posição ortostática (STEWART et al., 2011). Os percentuais de gordura corporal e massa livre de gordura foram obtidos pelo resultado da bioimpedância byodinâmics® 450.

A maturidade sexual foi avaliada por auto-exame com base na escala Tanner (1962). Os sujeitos foram acomodados individualmente em uma sala separada e um entrevistador do mesmo sexo explicou as diferentes figuras e o orientou a marcar aquela que melhor representava seu estágio maturacional.

Os exames de calorimetria indireta foram realizados seguindo o protocolo FAO / OMS / UNU (2004). Um dia antes do teste, os atletas foram instruídos a realizar jejum de 12 horas e não realizarem a prática de atividade física no dia anterior ao exame. Após a chegada dos atletas, realizaram-se

entrevistas individuais para verificar a adesão às diretrizes do protocolo da aferição de TMR. Utilizou-se o calorímetro Vmax Encore 29 System (VIASYS Healthcare Inc., Yorba Linda, CA). Os exames ocorreram invariavelmente pela manhã, em ambiente termoneutro com pressão controlada, umidade e temperatura, com o paciente vigil, sendo examinado um máximo de quatro sujeitos por dia. O consumo de oxigênio e a produção de dióxido de carbono foram obtidos por dossel e verificados continuamente por 30 minutos. Para o cálculo, os 10 minutos iniciais foram descartados para garantir maior homogeneidade de dados. Os valores de VO_2 e VCO_2 foram utilizados na equação proposta por Weir (1949).

Para avaliar a concordância foram selecionadas as equações preditivas mais citadas pela literatura (Quadro 1).

Quadro 1 – Equações preditivas utilizadas no estudo(kcal/day)

Nome	Equações
Harris and Benedict	
Homens	$66.4730 + (13.7516 \times P) + (5.0033 \times A) - (6.7550 \times I)$
Cunningham	$581.6 + 21.6 \times MLG$
Henry and Rees	
Homens (10-18 anos)	$(0.084 \times P + 2.122) \times 239$
FAO	
Homens (10-18 anos)	$17.686 \times P + 658.2$

P: peso; A: altura em centímetros (cm); I: idade em anos; MLG: Massa livre de gordura (kg)

O teste Kolmogorov-Smirnov foi realizado para verificar normalidade dos dados. A estatística descritiva (média ou mediana, desvio padrão, mínimo e máximo) foram utilizadas para representação das variáveis estudadas. Teste T foi utilizado para comparar os métodos, adotando $p > 0,05$ para significância. A correlação de Pearson foi calculado entre a CI e as equações preditivas. A representação gráfica de Bland and Altman (1999) e o acordo de Sobrevida

(LUIZ, 2003) foram utilizados na análise do grau de concordância e discordância, respectivamente, entre os métodos. Para verificar a associação entre a CI e altura, idade, peso corporal, IMC, massa gorda, massa livre de gordura e os valores de escala de Tanner foram utilizadas correlações de Pearson. As análises foram realizadas no programa *Statistical Program for Social Sciences* versão 20.0 (SPSS, Chicago, IL USA).

Resultados

Os resultados descritivos das variáveis: idade cronológica, massa corporal, altura, IMC, percentual de massa gorda e massa livre de gordura e escala de Tanner (utilizando a mediana) para desenvolvimento de genitália e pelos pubianos estão apresentados na tabela 1.

Os valores de TMR pela CI e pelas equações preditivas foram comparados pelo test t de Student, demonstrando que as equações propostas por HB e Cunningham não apresentaram diferenças estatísticas significativas. A equação de HB, mesmo apresentando valor apenas moderado, foi a que apresentou maior correlação dentre as que foram avaliadas (Tabela 1).

A representação gráfica proposta por Bland e Altman (figura 1), apresenta a proporção de concordância entre dois métodos (GIAVARINA, 2015). O grau de concordância é demonstrado pelo calculo do media de concordância entre os métodos, representada pela linha de regressão. A variabilidade dos resultados também pode ser observada por meio da apresentação de duas vezes o desvio padrão da média de diferenças, indicando ainda se uma equação tende a subestimar ou superestimar um resultado de um método de referência. Por meio desta representação gráfica foi observado que a menor diferença de médias foi da equação de

Cunningham. HB também apresentou baixa diferença de médias e a menor variabilidade entre todas.

O acordo de sobrevivência (figura 2) é usado para ver dentre os graus de aceitabilidade de 1 a 100%, qual a faixa de diferença entre o método padrão (CI) e as equações, considerando como aceitável 80%. A equação de Cunningham apresentou o menor valor de discordância, nessa aceitabilidade, por demonstrar uma variação de 200 a 300 Kcalorias. As outras equações preditivas apresentaram valores com variação entre 300 e 400 Kcalorias.

Os coeficientes de correlação entre as variáveis antropométricas, de composição corporal e de maturação sexual com a CI, apresentados na tabela 3, demonstraram que altura, peso corporal, massa gorda e massa livre de gordura foram valores classificados como moderados. Os demais coeficientes de correlação apresentaram valores que podem ser classificados como fraco.

Discussão

A partir dos resultados obtidos neste estudo, a escolha de utilização de equações preditivas para avaliação nutricional de atletas adolescentes de futebol de campo, deve ser repensada. Haja vista que dentre as equações, HB e Cunningham mesmo com apresentação de valores médios mais satisfatórios, não apresentam uma boa precisão na avaliação individual. Quanto as equações propostas pela FAO e HR também apresentaram diferenças significativas em comparação a CI para atletas de diferentes modalidades (CHERNIAN et al, 2017; LOUREIRO et al, 2015; WONG et al, 2012; TAGUCHI et al, 2011), corroborando para que não sejam utilizadas em atletas adolescentes.

A representação gráfica de Bland and Altman, assim como o acordo de sobrevivência, métodos estatísticos de concordância importante para avaliar a precisão de maneira geral e por indivíduo, não mostraram resultados positivos entre a estimativa da TMR por equações preditivas e CI. No estudo de Loureiro et al. (2015), com uma população de atletas adolescentes brasileiros de pentatlo moderno de ambos os sexos, encontrou resultados parecidos no que tange a precisão das mesmas equações preditivas utilizadas neste estudo.

Importante considerar que a variabilidade de resultados observada nos gráficos de Bland e Altman e no acordo de sobrevivência pode resultar em recomendações nutricionais com excesso de calorias, as quais poderiam levar a ganho de peso e modificação da composição corporal, o que seria prejudicial ao desempenho esportivo e a saúde global do atleta (GRIFFIN, MAXWELL, GRIFFIN, 2016). Assim como, as recomendações poderiam estar abaixo da recomendação em calorias, gerando um déficit de consumo energético que poderia impossibilitar a manutenção do esforço e prejudicar a *performance*.

Os sujeitos por serem classificados em sua maioria como púberes, pela auto-avaliação pela Escala de Tanner, ainda sofrem com a mudança da composição corporal em decorrência do estirão do crescimento e modificações na estrutura muscular. Em adendo, atletas possivelmente apresentam desenvolvimento maturacional diferenciado de uma população de mesma característica que não seja atletas (MÜLLER; HILDEBRANDT; RASCHNER, 2017).

Quanto a avaliação da composição corporal, os atletas apresentaram um alto percentual de gordura os comparando com seus pares na literatura (HOLDEN et al, 2016; RÉ et al, 2014; SHIRALI et al, 2016). Entretanto, tal

variável não é levada em conta em nenhuma das equações preditivas investigadas neste estudo, não devendo esta característica da amostra ser considerada fator de interferência em nossos resultados.

Embora medidas antropométricas sejam utilizadas para o cálculo da TMR, nossos resultados apresentados por correlações demonstraram que a utilização das variáveis estudadas não seriam adequadas para o desenvolvimento de uma nova equação para atletas de futebol. Em adendo, Sagayama (2013) e colaboradores também encontraram que o peso e a massa magra não tiveram associação significativa com os dados de TMR em atletas adolescentes.

Dentre as limitações deste estudo, pode ser citada a ausência de análises do consumo alimentar, uma variável que pode interferir na TMR (ORMSBEE et al, 2016; KINSEY et al, 2014; MADZIMA et al, 2013). A utilização da bioimpedância elétrica, método duplamente indireto para a composição corporal é outra limitação importante. Por fim, a avaliação da maturação sexual na escala de Tanner pela auto avaliação, devido sua validade ser questionada na literatura, também deve estar entre as limitações (SHIRTCLIFF; DAHL; POLLACK, 2009).

Conclusões

As equações preditivas investigadas neste estudo não apresentaram precisão para avaliar a TMR em jogadores de futebol adolescentes. HB e Cunningham foram dentre as estudadas as que apresentaram resultados melhores. Porém a utilização das equações podem levar a recomendações com discordância de 300 a 500 Kcal. Os coeficientes de correlação entre medidas antropométricas e a TMR avaliada pela CI foram no máximo

classificados como moderados, parecendo que a elaboração de novas equações contendo variáveis de composição corporal e os estágios maturacionais não devem ser recomendadas. Desta forma, atletas devem ser submetidos à avaliação da TMR com métodos laboratoriais precisos para obterem prescrição dietética adequada.

Agradecimentos

Todo o apoio técnico para as avaliações foram disponibilizados pelo laboratório de desenvolvimento de alimentos para fins educacionais e especiais – Lab DAFEE e laboratório de avaliação nutricional – LANUTRI. A fundação de apoio a pesquisa do estado do Rio de Janeiro – FAPERJ.

Referências bibliográficas

Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Journal of the American Dietetic Association*, 2016, 543-568.

Black, A. E., e Cole, T. J. Biased over-or under-reporting is characteristic of individuals whether over time or by different assessment methods. *Journal of the American Dietetic Association*, 2001, 101(1), 70-80.

Bland, J. M. e Altman, D. G. Measuring agreement in method comparison studies. *Statistical Methods in Medical Research*, 1999, 8: 135-160.

CHERIAN, K. S. et al. Resting metabolic rate of Indian Junior Soccer players: Testing agreement between measured versus selected predictive equations. *American Journal of Human Biology*, 2017.

Cunningham, J. J. A reanalysis of the factors influencing basal metabolic-rate in normal adults. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1980, 33: 2372-2374.

Drenowatz, C., Eisenmann, J. C., Pivarnik, J. M., Pfeiffer, K. A., and Carlson, J. J. Differences in energy expenditure between high-and low-volume training. *European journal of sport science*, 2013, 13(4), 422-430.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. Human energy requirements: Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation, 2004.

Giavarina, D. Understanding Bland Altman analysis. *Biochemia Medica*, 2015, 25: 141-151.

Griffin, J. R., Maxwell, T. M., and Griffin, L. The prevalence and consequences of obesity in athletes. *Current Orthopaedic Practice*, 2016, 27: 129-134.

Harris, J. A., and Benedict, F. G. A biometric study of human basal metabolism. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1918, 4(12), 370-373.

Henry, C. J. K. e Rees, D. G. New predictive equations for the estimation of basal metabolic-rate in tropical peoples. *European Journal of Clinical Nutrition*, 1991, 45: 177-185.

Holden, S., Boreham, C., Doherty, C., Wang, D. N., and Delahunt, E. A longitudinal investigation into the progression of dynamic postural stability performance in adolescents. *Gait & Posture*, 2016, 48: 171-176.

Kinsey, A. W., Eddy, W. R., Madzima, T. A., Panton, L. B., Arciero, P. J., Kim, J. S., and Ormsbee, M. J. Influence of night-time protein and carbohydrate intake on appetite and cardiometabolic risk in sedentary overweight and obese women. *British Journal of Nutrition*, 2014, 112: 320-327.

Loureiro, L. L., Fonseca Junior, S., Castro, N., dos Passos, R. B., Porto, C. P. M., and Pierucci, A. Basal Metabolic Rate of Adolescent Modern

Pentathlon Athletes: Agreement between Indirect Calorimetry and Predictive Equations and the Correlation with Body Parameters. *Plos One*, 2015, 10: 12.

Luiz, R. R., Costa, A. J. L., Kale, P. L., and Werneck, G. L. Assessment of agreement of a quantitative variable: a new graphical approach. *Journal of Clinical Epidemiology*, 2003, 56: 963-967.

Madzima, T. A., Panton, L. B., Fretti, S. K., Kinsey, A. W., and Ormsbee, M. J. Night-time consumption of protein or carbohydrate results in increased morning resting energy expenditure in active college-aged men. *British Journal of Nutrition*, 2014, 111: 71-77.

Minagawa, S. *Influence of Dietary Macronutrient Composition in the Estimation of TMR Using Indirect Calorimetry*, 2016 (Doctoral dissertation, The Ohio State University).

Müller, L., Hildebrandt, C., and Raschner, C. The Role of a Relative Age Effect in the 7 International Children's Winter Games 2016 and the Influence of Biological Maturity Status on Selection. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2017, 16, 195-202.

Ormsbee, M. J., Gorman, K. A., Miller, E. A., Baur, D. A., Eckel, L. A., Contreras, R. J., Panton, L. B., and Spicer, M. T. Nighttime feeding likely alters morning metabolism but not exercise performance in female athletes. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 2016, 41: 719-727.

Re, A. H. N., Cattuzzo, M. T., Santos, F. M. C., and Monteiro, C. B. M. Anthropometric characteristics, field test scores and match-related technical performance in youth indoor soccer players with different playing status. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2014, 14: 482-492.

Sabounchi, N. S.; Rahmandad, H.; Ammerman, A. Best-fitting prediction equations for basal metabolic rate: informing obesity interventions in diverse populations. *International Journal of Obesity*, 2013, 37:(10), 1364-1370.

Sagayama, H., Yoshimura, E., Yamada, Y., Ichikawa, M., Ebine, N., Higaki, Y., Kiyonaga, A., and Tanaka, H. Effects of rapid weight loss and regain on body composition and energy expenditure. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 2014, 39: 21-27.

Shirali, S. et al. Effect of Caffeine Co-Ingested with Carnitine on Weight, Body-Fat Percent, Serum Leptin and Lipid Profile Changes in Male Teen Soccer Players: a Randomized Clinical Trial. *International Journal of Pediatrics-Mashhad*, 2016, 4:(10), 3685-3698.

Shirtcliff, E. A., Dahl, R. E., and Pollak, S. D. Pubertal development: correspondence between hormonal and physical development. *Child development*, 2009, 80(2), 327-337.

Stewart, A., Marfell-Jones, M., Olds, T., and Ridder, D. H. International Society for Advancement of Kinanthropometry. *International standards for anthropometric assessment. Lower Hutt, New Zealand: International Society for the Advancement of Kinanthropometry*, 2011, 50-3.

Taguchi, M., Ishikawa-Takata, K., Ouchi, S., and Higuchi, M. Validity of prediction equation of basal metabolic rate based on fat-free mass in japanese female athletes. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 2011, 60: 423-432.

Tanner, J. M. (1962). Growth at adolescence.

Weir, J. B. D. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *Journal of Physiology-London*, 1949, 109: 1-9.

Wong, J. E., Poh, B. K., Shanita, S. N., Izham, M. M., Chan, K. Q., Tai, M. D., Ng, W. W., and Ismail, M.N. Predicting basal metabolic rates in Malaysian adult elite athletes. *Singapore Medical Journal*, 2012, 53: 744-749.

Tabela 1- Caracterização e comparação das variáveis antropométricas, de composição corporal, maturação sexual, equações preditivas e calorimetria indireta (n=32).

	Média ou Mediana	± Desvio Padrão (DP)	Mínimo	Máximo	Teste T	CP
Idade (anos)	15,6	1,14	14	17	---	0,282
Estatura (cm)	172	7,533	161	191	---	0,493
Massa corporal (kg)	63,059	7,895	45,7	82,6	---	0,446
IMC (Kg/m ²)	21,04	1,80	17,6	25,6	---	0,130
Massa gorda (%)	19,06	4,67	7,8	26,2	---	0,396
Massa livre de gordura (%)	80,93	4,67	73,8	92,2	---	0,396
Escala de Tanner Genitália	4	----	3	5	---	0,017
Escala de TannerPêlos Pubianos	4	----	2	5	---	0,182
Calorimetria Indireta	1663,08	151,08	1364,22	2060,14	---	---
FAO/WHO/UNU	1773,47	139,64	1466,45	2119,06	0,001*	0,467
Harris Benedict	1692,77	136,10	1405,88	1983,11	0,248	0,504
Henry &Rees	1773,14	158,51	1424,63	2165,44	0,001*	0,446
Cunningham	1685,29	137,26	1367,84	2097,92	0,473	0,283

*apresentaram diferença significativa com $p < 0,05$. CP: Correlação de Pearson entre as variáveis e calorimetria Indireta. IMC: índice de massa corporal, média para idade, altura, massa corporal, IMC, massa gorda, massa livre de gordura e mediana para escala de tanner genitália e pelos pubianos

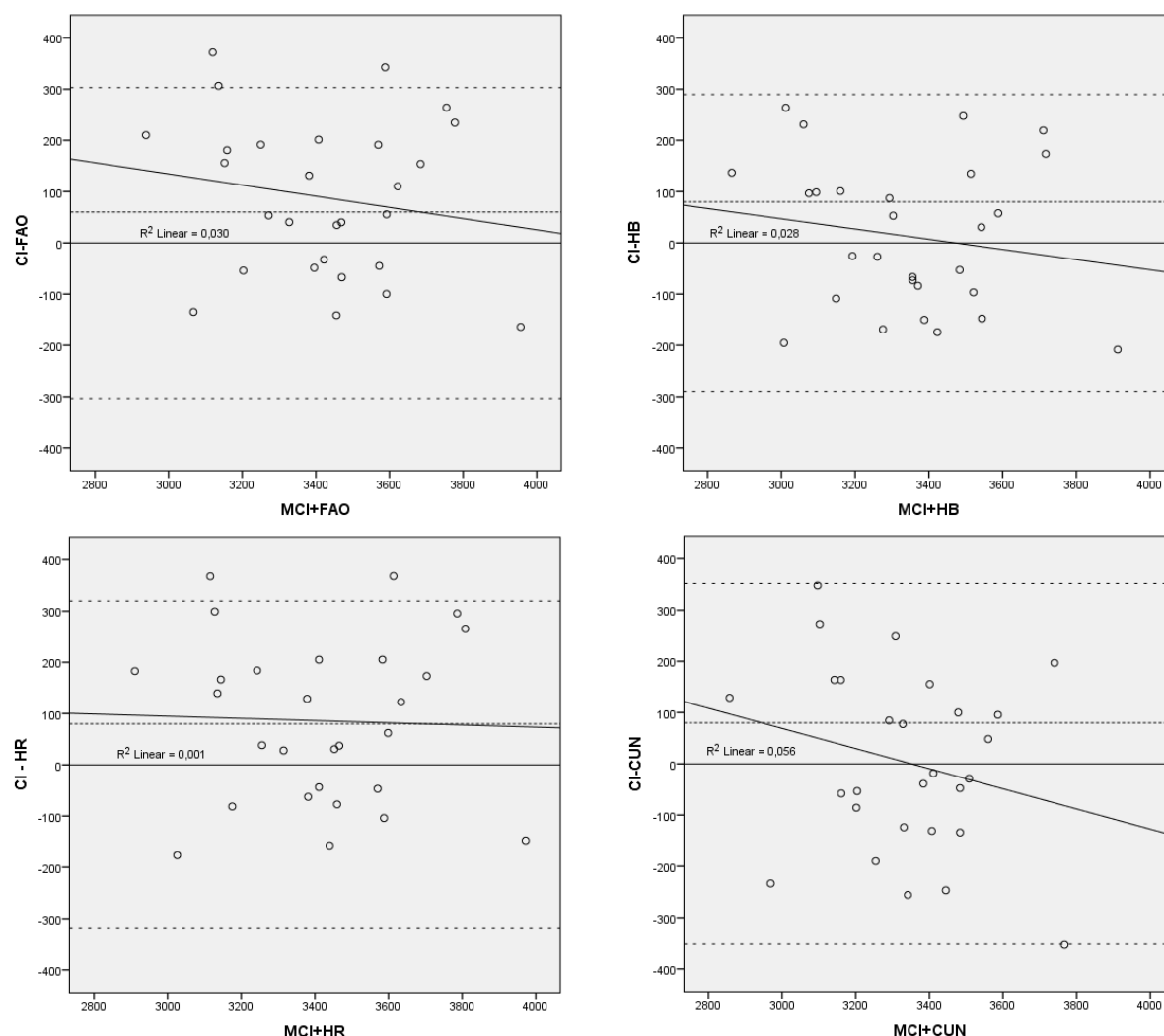


Fig1 – Representação gráfica de Blandand Altman.

(A) FAO; (B) Harris and Benedict (HB); (C) Henry and Rees (HR) e (D) Cunningham (CUN). Calorimetria indireta (CI). CI-FAO: diferença média entre CI e FAO; CI-HB: diferença média entre Calorimetria e HB; CI-HR: diferença média entre CI e HR; CI-Cun: diferença média entre CI e Cun. MCI+FAO: soma dos valores de CI e FAO; MCI+HB: soma entre CI e HB; MCI+HR: soma dos valores de CI e HR; MCI+CUN: soma dos valores de CI e CUN.

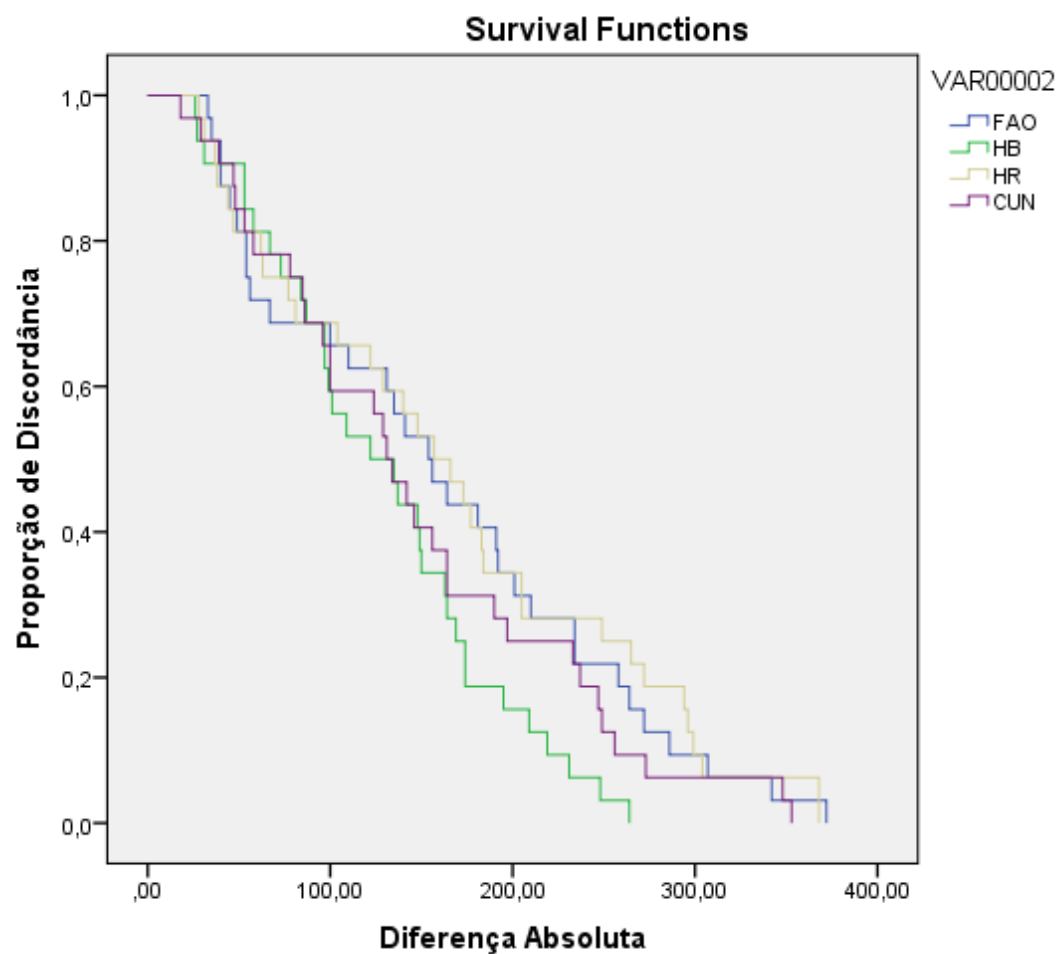


Fig2 – Acordo de Sobrevivência da calorimetria indireta e das equações preditivas. Harris Benedict (HB), Henry anda Rees (HR), Cunningham (CUN).

5.2. INVESTIGAÇÃO DA TAXA METABÓLICA DE REPOUSO E OS SUBSTRATOS ENERGÉTICOS DOS ATLETAS ADOLESCENTES E SUA ASSOCIAÇÃO COM PARÂMETROS LABORATORIAIS E CORPORAIS.

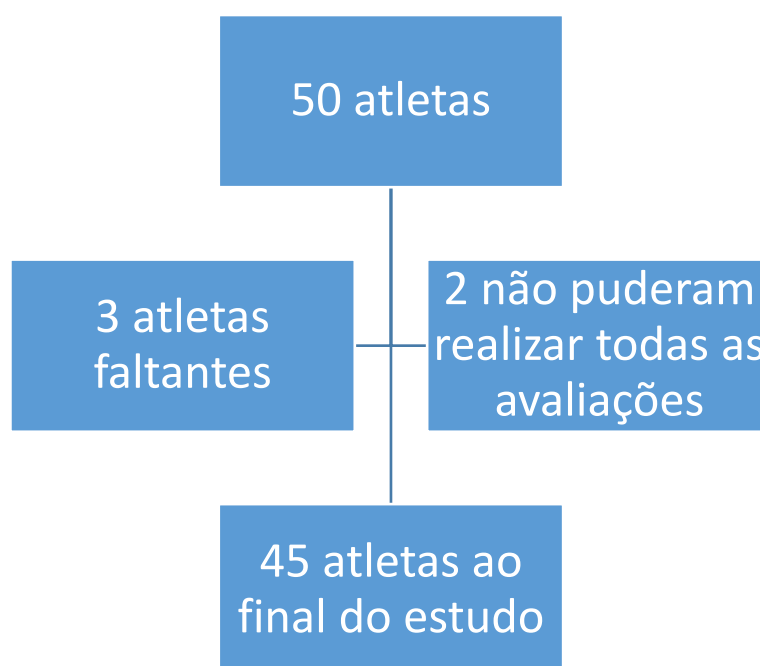


Figura 4: Fluxograma da participação dos voluntários e motivos de exclusão durante a pesquisa.

Para aproximar os resultados expressos em relação a composição corporal, as avaliações foram realizadas com a divisão do grupo seguindo a média geral apresentada de percentual de gordura, formando dois grupos com número de atletas semelhantes, denominados acima da média de MG e abaixo da média de MG.

Na tabela 2 estão expressos os dados gerais dos sujeitos, nossos indivíduos se mostraram com a estatura mais baixa do que seus pares avaliados na literatura, assim como a massa corporal e a massa gorda (OLIVEIRA et al, 2016; SHIRALI et al, 2016;). Em média eles apresentaram valores de CK também acima do encontrado em indivíduos da mesma faixa etária e em repouso (JOKSIMOVIC et al, 2015). Quanto à ingestão alimentar, se apresentou maior em nosso grupo, assim como o consumo de carboidratos, lipídios e proteínas (GRAVINA et al, 2012; PARNELL; WIENS; ERDMAN, 2016)

Na comparação entre os grupos estratificados pela massa gorda, somente a oxidação de carboidratos foi superior naqueles que apresentaram menor massa gorda, é possível que os menores valores de reservas lipídicas

levem à mobilização do metabolismo glicídico como primeira via de escolha para a produção de energética.

Tabela 2: Caracterização e comparação das variáveis antropométricas, de composição corporal, metabolismo energético, ingestão energética e de macronutrientes e laboratoriais entre os grupos.

	Todos sujeitos (n=45)	Acima média MG (n=23)	Abaixo média MG (n=22)	P valor
Idade (anos)	15,68±1,41	15,36±1,32	16,09±1,41	0,082
Massa corporal (kg)	67,62 ±7,36	69,15±7,46	65,88±7,14	0,141
Estatura (m)	1,73 ±0,07	1,75±0,06	1,72±0,07	0,270
IMC (kg/m ²)	22,31 ±1,61	22,52±1,75	22,03±1,44	0,323
MLG (kg)	53,09 ±5,94	52,06±6,03	54,37±5,78	0,198
MG (kg)	14,53 ±4,05	17,08±2,56	11,50±2,53	0,009
TMR (Kcal)	1716,26 ±202,58	1704,93±191,99	1723,92±220,50	0,759
CHO-ox (mg.min)	2,56 ±1,22	2,23±0,77	2,94±1,49	0,049
LIP-ox (mg.min)	0,83 ±0,41	0,93±0,26	0,72±0,51	0,088
CHO (g)	430,08 ±200,83	431,41±243,78	435,15±155,26	0,951
LIP (g)	103,04 ±57,41	97,23±63,84	111,53±50,54	0,410
PTN (g)	142,53 ±62,35	148,08±72,24	139,73±54,55	0,664
IET (Kcal)	3212,01 ±1391,20	3190,22±1718,25	3294,70±1004,84	0,805
CK (U/L)	402,91 ±349,28	315,00 ±210,8	498,80 ±433,10	0,075
GGT (U/L)	22,57 ±7,45	24,20 ±8,20	20,90 ±6,50	0,143
Insulina (mcU/mL)	8,94 ±8,75	8,40 ±4,30	9,80 ±11,70	0,593
Leptina (ng/mL)	1,66 ±0,63	1,73 ±0,65	1,52 ±0,49	0,049

Em negrito os indicadores que apresnetaram diferença significativa entre os grupos (p<0,05). Kilograma (kg), metros (m), índice de massa corporal (IMC), Taxa metabólica de repouso (TMR), Kilocalorias (Kcal), oxidação de carboidratos (CHO-ox) em miligrama por minutos (mg.min), oxidação de lipídeos (LIP-ox), ingestão de carboidratos (CHO), ingestão de lipídeos (LIP, ingestão de proteínas (PTN), ingestão energética total (IET), creatina quinase (CK), Gama GlutamilTranferase (GGT).

Os atletas que apresentaram massa gorda acima da média da população estudada foram os que mostraram que as variáveis presentes no estudo mais interferiram em seu metabolismo de repouso. Como representado na figura 5 em sujeitos que apresentam menor consumo de carboidrato, lipídios e energia total nas últimas vinte e quatro horas, os valores estão associados a maior oxidação de lipídios, assim como a concentração de creatina quinase.

Desta forma, em sujeitos com maior reserva energética a diminuição na ingestão calórica e dos principais macronutrientes envolvidos na produção de energia leva à lipólise, na literatura esse comportamento se apresenta associado ao controle hormonal, porém em nosso estudo as concentrações hormonais estudadas não demonstraram associação (WARREN, 2011).

Houve aumento na oxidação de carboidratos nos indivíduos com menor IMC e menor MG. Enquanto o consumo alimentar aumentado de proteínas, carboidratos e lipídeos, assim como a ingestão energética total levam a um aumento na dessa oxidação. Os presentes resultados demonstram que a ingestão lipídica apresenta a mesma associação encontrada na literatura, onde se relata que em jejum o metabolismo lipídico pode se adaptar a produção de precursores da glicólise, para a produção de energia (JENSEN et al, 2001)

Por fim na mesma figura, nas análises com foco na taxa metabólica de repouso, maior massa corporal total, estatura e MLG levaram ao aumento da TMR. A associação de massa corporal com TMR vem se tornando nessa população uma característica, assim como o já encontrado na literatura (SAGAYAMA et al 2014). Em atletas de maior percentual de gordura as principais variáveis associadas ao metabolismo energético foram a ingestão energética e de macronutrientes nas últimas 24 horas.

Na figura 6 a regressão linear multivariada dos atletas abaixo da massa gorda da população demonstra, a maior concentração sérica de leptina se associou a aumento na oxidação de lipídeos e diminuição na oxidação de carboidratos. Essa associação pode ser explicada pela sua ação na homeostase energética, onde a sinalização da leptina para a saciedade representa que os estoques adipocitários foram preenchidos, garantindo aporte de ácidos graxos para a lipólise. A leptina possui sinalização para controle glicídico e na sensibilidade a insulina, principal start ao catabolismo glicídico, o aumento da concentração de leptina regula o balanço.

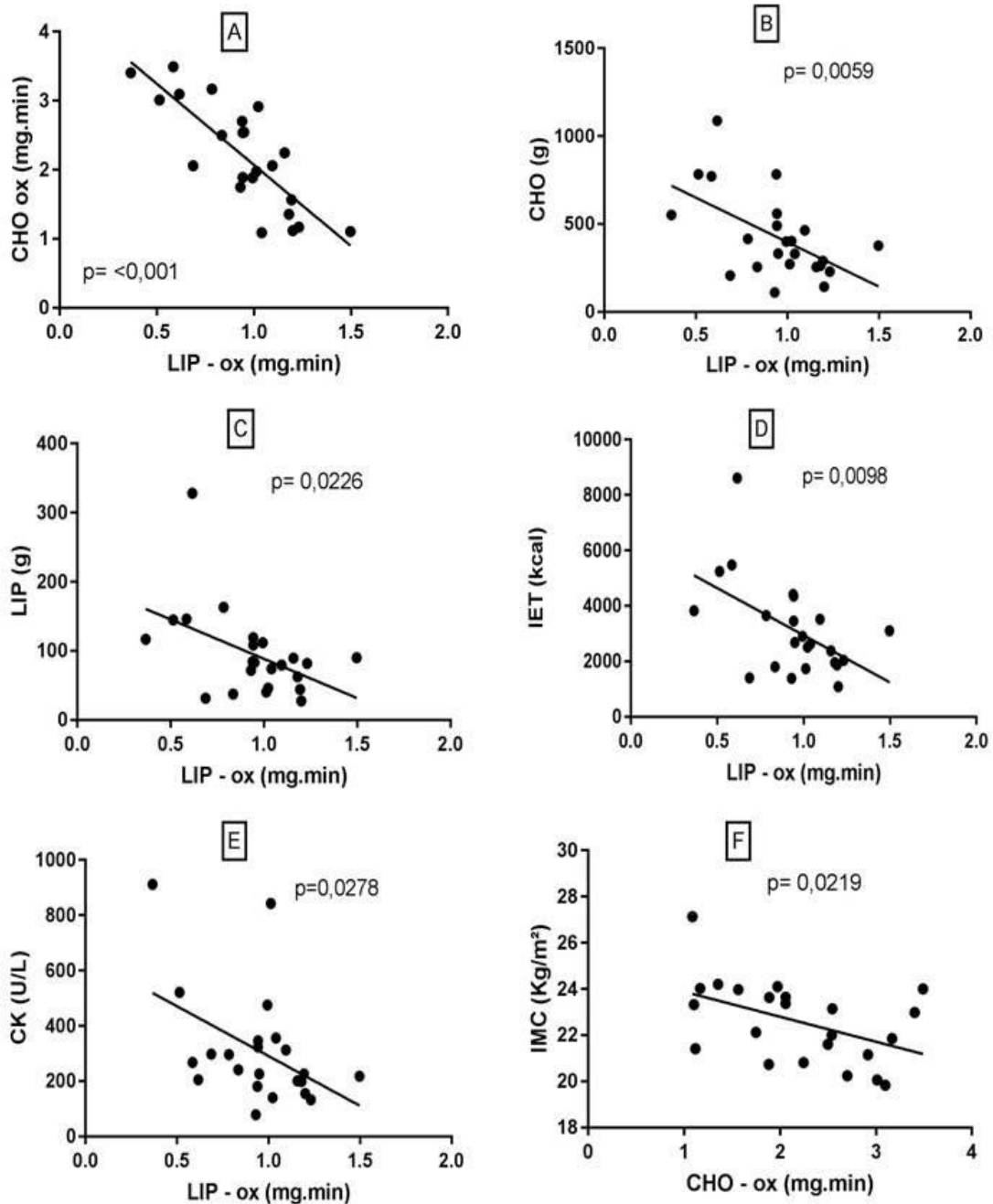


Figura 5: Regressão linear entre as variáveis desfecho oxidação de carboidratos, lipídeos e taxa metabólica de repouso e as variáveis presentes no estudo no grupo acima da média MG. Figura A: efeito da oxidação de carboidratos (CHO-ox) sobre a oxidação de lipídeos (LIP-ox); figura B: efeito da ingestão de carboidratos (CHO) sobre LIP-ox (oxidação de lipídeos); figura C: efeito da ingestão de lipídios (LIP) sobre LIP-ox; figura D: efeito da ingestão energética total (IET) sobre LIP-ox; Figura E: efeito da concentração de creatina quinase (CK) sobre LIP-ox; figura F: efeito do índice de massa corporal (IMC) sobre CHO-ox.

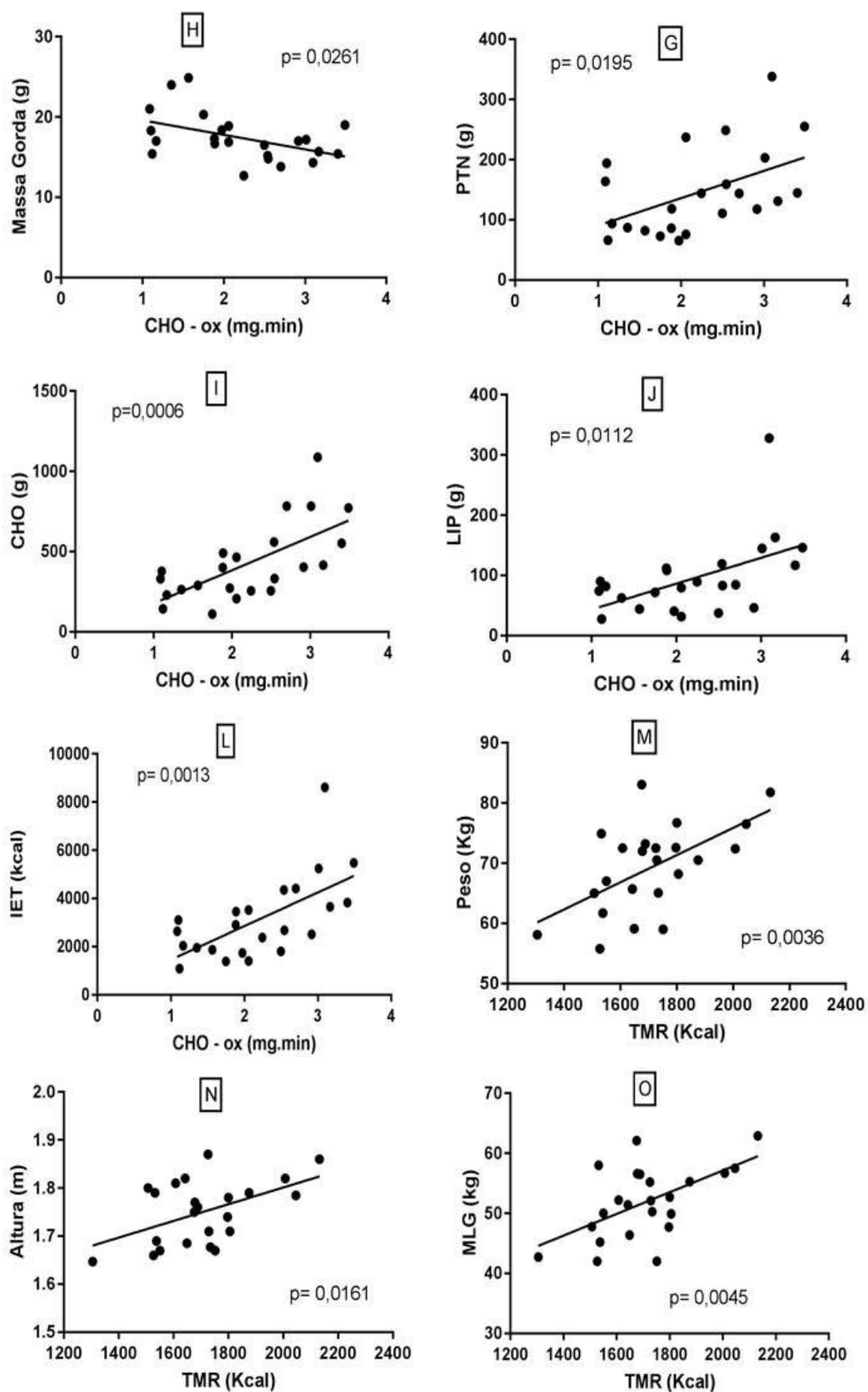


Figura 5 (cont.): Regressão linear entre as variáveis desfecho oxidação de

carboidratos, lipídeos e taxa metabólica de repouso e as variáveis presentes no estudo no grupo acima da média MG. Figura H: efeito da massa gorda sobre a CHO-ox; figura G: efeito da ingestão de proteínas (PTN) sobre CHO-ox (oxidação de lipídeos); figura I: efeito da ingestão de carboidratos (CHO) sobre CHO-ox; figura J: efeito da ingestão de lipídios (LIP) sobre CHO-ox; Figura L: efeito da ingestão energética total (IET) sobre CHO-ox; figura M: efeito do massa corporal sobre a taxa metabólica de repouso (TMR); figura N: efeito da estatura sobre TMR; figura O: efeito da massa livre de gordura (MLG) sobre TMR.

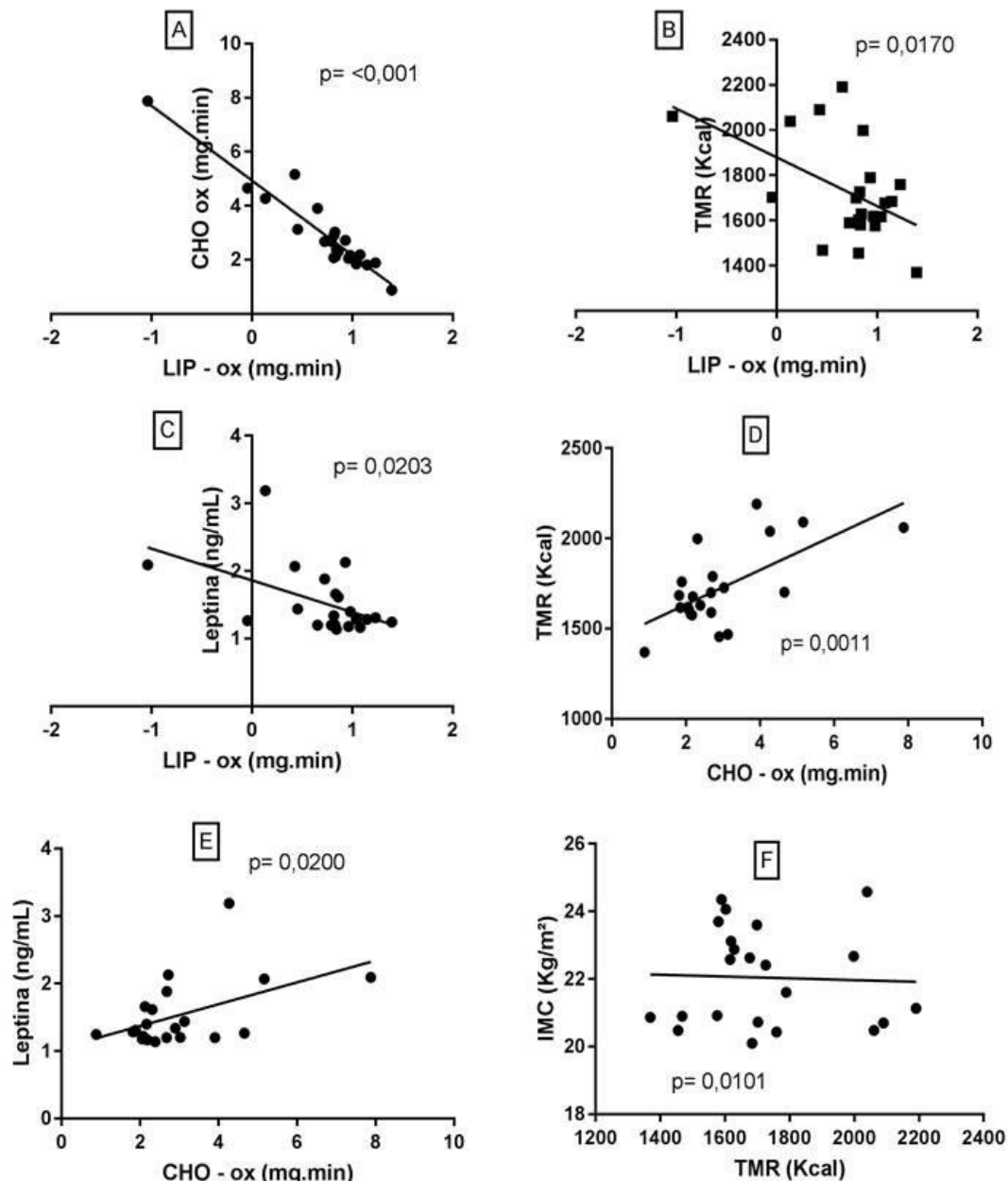


Figura 6: Regressão linear entre as variáveis desfecho oxidação de carboidratos, lipídeos e taxa metabólica de repouso e as variáveis presentes no estudo no grupo abaixo da média MG. Figura A: efeito da oxidação de carboidratos (CHO-ox) sobre a oxidação de lipídeos (LIP-ox); figura B: efeito da taxa metabólica de repouso (TMR) sobre LIP-ox (oxidação de lipídeos); figura C: efeito da concentração de leptina sobre LIP-ox; figura D: efeito da TMR sobre CHO-ox; Figura E: efeito da concentração de leptina sobre CHO-ox; figura F: efeito do índice de massa corporal (IMC) sobre TMR.

O presente estudo apresenta como limitações, a impossibilidade de fazer acompanhamento longitudinal das variáveis, a utilização da bioimpedância elétrica método duplamente indireto para avaliação da composição corporal e a utilização do R24, onde somente se avalia o dia anterior, o recomendado seria mais dias de inquérito dietético.

6. CONCLUSÃO

Quanto às equações preditivas para a população estudada HB apresentou os melhores resultados, porém o mais adequado seria a proposição de uma formula específica para adolescentes atletas.

Quando analisados quanto ao percentual de gordura, os atletas com menor percentual de gordura apresentam um controle metabólico mais associado a regulação hormonal. Enquanto nos atletas com maior percentual a ingestão energética influenciou no metabolismo de escolha.

REFERÊNCIAS

AERENHOUTS, D. et al. Estimating Body Composition in Adolescent Sprint Athletes: Comparison of Different Methods in a 3 Years Longitudinal Design. **Plos One**, v. 10, n. 8, p. 10, Aug 2015. ISSN 1932-6203. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000360299100140 >.

ALGROY, E. A. et al. Quantifying training intensity distribution in a group of Norwegian professional soccer players. **International Journal of Sports Physiology Performance**, v.6, n.1, p.70-81. 2011.

ARAÚJO, C. G. S. SCHARHAG, J. Athlete: a working definition for medical and health sciences research. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 26, n. 1, p. 4-7, 2016.

ARMSTRONG, N. Aerobic Fitness and Training in Children and Adolescents. **Pediatric Exercise Science**, v. 28, n. 1, p. 7-10, Feb 2016. ISSN 0899-8493. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000371446000003 >.

BABEY, S. H.; WOLSTEIN, J.; DIAMANT, A. L. Adolescent Physical Activity: Role of School Support, Role Models, and Social Participation in Racial and Income Disparities. **Environment and Behavior**, v. 48, n. 1, p. 172-191, Jan 2016. ISSN 0013-9165. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000368716800010 >.

BANTING, F. G.; BEST, C. H. The internal secretion of the pancreas (Reprinted from the Journal of Laboratory and Clinical Medicine, vol 7, pg 251-266, 1922). **Indian Journal of Medical Research**, v. 125, n. 3, p. A251-A266, Mar 2007. ISSN 0971-5916. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000246871300024 >.

BERGMAN, B. C.; BROOKS, G. A. Respiratory gas-exchange ratios during graded exercise in fed and fasted trained and untrained men (vol 86, pg 479, 1999). **Journal of Applied Physiology**, v. 87, n. 6, p. U33-U33, Dec 1999. ISSN 8750-7587. Disponível em: <<Goto ISI>://WOS:000084182000054 >.

BISSOCHI, C. O.; JUZWIAK, C. R. Avaliação nutricional e da percepção da autoimagem corporal de atletas adolescentes de voleibol. **Nutrire Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 37, n. 1, 2012.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Measuring agreement in method comparison studies. **Statistical Methods in Medical Research**, v. 8, n. 2, p. 135-160, Jun 1999. ISSN 0962-2802. Disponível em: <<Goto ISI>://WOS:000083700100004 >.

BRASIL, ministério do esporte, 2013, disponível in <http://www.esporte.gov.br/diesporte/2.html>.

BRASIL, ministério do esporte, 2016, disponível in <http://atletanaescola.mec.gov.br/>.

BRASIL. **Técnicas para coleta de sangue**. 2001. 63 p. II.

BRINK, M. S.; NEDERHOF, E.; VISSCHER, C.; SCHMIKLI, S. L.; LEMMINK, K. A. Monitoring load, recovery, and performance in young elite soccer players. **J Strength Cond Res**, v.24, n.3, p.597-603. 2010.

BROOKS, G. A. Mammalian fuel utilization during sustained exercise. **Comparative Biochemistry and Physiology B-Biochemistry & Molecular Biology**, v. 120, n. 1, p. 89-107, May 1998. ISSN 0305-0491. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000075742200009 >.

BROOKS, G. A.; MERCIER, J. Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise - the crossover concept. **Journal of Applied Physiology**, v. 76, n. 6, p. 2253-2261, Jun 1994. ISSN 8750-7587. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:A1994NR91600002 >.

BUCHHEIT, M. et al. Match running performance and fitness in youth soccer. **International Journal of Sports Medicine**, v.31, n.11, p.818-25, 2010.

BUCKINX, F. et al. Concordance between muscle mass assessed by bioelectrical impedance analysis and by dual energy X-ray absorptiometry: a cross-sectional study. **BMC Musculoskeletal Disorders**. Londres, 2015.

CALDWELL, B. P.; PETERS, D. M. Season alvariation in physiological fitness of a semiprofessional soccer team. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 5, p. 1370-7. 2009.

CARVALHO, C. M. Avaliação nutricional, composição corpórea e avaliação bioquímica de atletas de futebol de categorias de base na pré-temporada e meio temporada. 2014.

CASTAGNA, C. et al. Relationship between endurance field tests and match performance in young soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.12, p.3227-33, 2010.

CASTAGNA, C.; D'OTTAVIO, S.; ABT, G. Activity profile of young soccer players during actual match play. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.17, n.4, p.775-80. 2003.

CHERIAN, K. S. et al. Resting metabolic rate of Indian Junior Soccer players: Testing agreement between measured versus selected predictive equations. **American Journal of Human Biology**, 2017.

COELHO-E-SILVA, M. J. et al. Growth, maturation, functional capacities and sport-specifics skills in 12-13 year-old-basketball players. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 50, n. 1, p. 174-181, 2010.

COSTA, S. M. e colaboradores. Perfil antropométrico e consumo alimentar de adolescentes atletas nadadores de um clube esportivo do RS. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 11, n. 61, p. 81-86, 2017.

COURTEIX, D. et al. Preserved bone health in adolescent elite rhythmic gymnasts despite hypoleptinemia. **Hormone Research**, v. 68, n. 1, p. 20-

27,2007. ISSN 0301-0163. Disponível em:
<<GotoISI>://WOS:000246211400004 >.

CUNHA, L. et al. Hábito alimentar e frequência de consumo de suplementos alimentares: um estudo com atletas de Badminton. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 10, n. 60, p. 673-678, 2016.

CUNNINGHAM, J. J. A reanalysis of the factors influencing basal metabolic-rate in normal adults. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 33, n. 11, p. 2372-2374, 1980. ISSN 0002-9165. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:A1980KQ20700021 >.

CZECH, M. P.; CORVERA, S. Signaling mechanisms that regulate glucose transport. **Journal of Biological Chemistry**, v. 274, n. 4, p. 1865-1868, Jan 1999. ISSN 0021-9258. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000078185200002 >.

DEPREZ, D. et al. The Yo-Yo Intermittent Recovery test 1 is reliable in young high-level soccer players. **Biology of Sport**, v. 32, n. 1, p. 65-70, 2015.

DIENER, J. R. C. Calorimetria indireta. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 43, n. 3, pp. 245-253, 1997.

DJELIC, M. et al. Carbohydrate and fatty acid metabolism responses to a graded maximal exercise test and recovery period in athletes and sedentary subjects. **Science & Sports**, v. 30, n. 6, p. 321-327, Dec 2015. ISSN 0765-1597. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000366957200003 >.

DRENOWATZ, C. et al. Differences in energy expenditure between high- and low-volume training. **European Journal of Sport Science**, v. 13, n. 4, p. 422-430, Jul 2013. ISSN 1746-1391. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000321814100012 >.

EHOOG, S. **The assessment of nutritional status.** In: MAHAN, K. I. &

ARLEN, m. Krause's Food, Nutrition & Diet Therapy. 9a ed. Philadelphia: W.B. Saunders, p.361-386, 1996.

ELIAKIM, A.; NEMET, D.The Endocrine Response to Exercise and Training in Young Athletes. **Pediatric Exercise Science**, v. 25, n. 4, p. 605-615, Nov 2013. ISSN 0899-8493. Disponível em: <<Goto ISI>://WOS:000326636800010 >.

ELIZONDO, R. et al. Nutritional intake and nutritional status in elite Mexican teenagers soccer players of different ages. **Nutricion Hospitalaria**, v. 32, n. 4, p. 1735-1743, Oct 2015. ISSN 0212-1611. Disponível em: <<Goto ISI>://WOS:000363001400046 >.

FERRANNINI, E.The theoretical bases of indirect calorimetry - a review. **Metabolism-Clinical and Experimental**, v. 37, n. 3, p. 287-301, Mar 1988. ISSN 0026-0495. Disponível em: <<Goto ISI>://WOS:A1988M373500015 >.

FIGUEIREDO, A. J.; COELHO-E-SILVA, M. J.; MALINA, R. Predictors of functional capacity and skill in youth soccer players. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sport**, v. 21, n. 3, p. 446-454, 2011.

FIGUEIREDO, A.J. et al. Youth soccer players, 11-14 years: maturity, size, function, skill and goal orientation. **Annals of Human Biology**, v. 36, n. 1, p. 60-73, 2009.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. Human energy requirements: Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation, 2004.

FOSTER, C. Monitoring training in athletes with reference to over training syndrome. **Medicine Science Sports Exercise**, v.30, n.7, p.1164-8. 1998.

FRAYN, K. N. Calculation of substrate oxidation rates in vivo from gaseous exchange. **Journal of Applied Physiology**, v. 55, n. 2, p. 628-634, 1983. ISSN 8750-7587.Disponívelem: <<Go to ISI>://WOS:A1983RD30300051 >.

FREITAS, C. G. et al. Carga interna, tolerância ao estresse e infecções do trato respiratório superior em atletas de basquetebol. **Revista Brasileira Cineantropometria Desempenho Humano**, v.15, n.1, p.49-59. 2013.

FRY, R. Wet al. Biological responses to overload training in endurance sports. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v.64, n.4, p.335-44. 1992.

FRY, R. W.; MORTON, A. R.; KEAST, D. Overtraining in athletes. **Anupdate Sports Medicine**, v.12, n.1, p.32-65. 1991.

GELONEZE, B. et al. Avaliação laboratorial e diagnóstico da resistência insulínica. Arquivos **Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, 2006.

GEORG, A. B. Drug therapy of obesity. **Up To Date**, 2008 [Online].

GEORGE, A.; BRAY, M. D. Gut Signals and Energy Balance: Ghrelin, Peptide YY, Leptin, and Amylin (Slides With Transcript). **Medscape.com**, 2007.

GIBSON, R. S. **Principles of Nutritional Assesment**. Oxford: Oxford University Press, 1990.

GOING, S et al. Validation of bioelectrical impedance analysis (BIA) for estimation of body composition in Black, White and Hispanic adolescent girls. **International Journal of Body Composition**, v. 4, n. 4, p. 161-167, 2006.

GOMES, A. C. **Carga de treinamento nos esportes**. Londrina: Sport Training Ltda. 2010. 93 p.

GORRESE, A. Peer attachment and youth internalizing problems: a meta-analysis. **Child e youth care forum**, v. 45, ed. 2, pp. 177-204, 2016.

GRAVINA, L. et al. Influence of nutrient intake on antioxidant capacity, muscle damage and white blood cell count in female soccer players. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 9, p. 11, Jul 2012. ISSN 1550-

2783. Disponível em: <<Goto ISI>://WOS:000307357200001 >.

GUTIERREZ, R. et al. Relation between the body composition and the sports practice in teenagers. **Nutricion Hospitalaria**, v. 32, n. 1, p. 336-345, Jul2015a. ISSN 0212-1611. Disponível em: <<Goto ISI>://WOS:000357841700049 >.

HARLEY, J. A. et al. Motion analysis of match-play in elite U12 to U16 age-group soccer players. **Journal Sports Science**, v.28, n.13, p.1391-7. 2010.

HARRIS, J. A.; BENEDICT, F. G. A biometric study of human basal metabolism. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 4, n. 12, p. 370-373, 1918.

HAWLEY, J. A.; HOPKINS, W. G. Aerobic glycolytic and aerobic lipolytic power-systems - a new paradigm with implications for endurance and ultra endurance events. **Sports Medicine**, v. 19, n. 4, p. 240-250, Apr 1995. ISSN 0112-1642. Disponível em: <<Goto ISI>://WOS:A1995QU24700002 >.

HENRY, C. J. K.; REES, D. G. New predictive equations for the estimation of basal metabolic-rate in tropical peoples. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 45, n. 4, p. 177-185, Apr 1991. ISSN 0954-3007. Disponível em: <<Goto ISI>://WOS:A1991FV31000001 >.

HIDALGO, R. et al. Nutritional intake and nutritional status in elite Mexican teenagers soccer players of different ages. **Nutrición Hospitalaria**, v. 32, n. 4, 2015.

IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPININI, E.; MARCORA, S. M. Physiological assessment of aerobic training in soccer. **Journal Sports Science**, v.23, n.6, p.583-92. 2005.

ISSURIN, V. B. New horizons for the methodology and physiology of training periodization. **Sports Medicine**, v.40, n.3, p.189-206. 2010.

JENSEN, M. D.; EKBERG, K.; LANDAU, B. R. Lipid metabolism during fasting. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 281, n. 4, p. E789-E793, Oct 2001. ISSN 0193-1849. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000171583200018 >.

JEONG, T. S. et al. Quantification of the physiological loading of one week of "pre-season" and one week of "in-season" training in professional soccer players. **Journal of Sports Science**, v.29, n.11, p.1161-6. 2011.

JEUKENDRUP, A. et al. **Sport nutrition: an introduction to energy production and performance**. Human Kinetics, 2010.

JOHNSTONE, A. M. et al. Factors influencing variation in basal metabolic rate include fat-free mass, fat mass, age, and circulating thyroxine but not sex, circulating leptin, or triiodothyronine. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 82, n. 5, p. 941-948, Nov 2005. ISSN 0002-9165. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000233153000005 >.

JOKSIMOVIC, A. et al. Biochemical Profile of Serbian Youth National Soccer Teams. **International Journal of Morphology**, v. 33, n. 2, p. 483-490, Jun 2015. ISSN 0717-9502. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000362256800012 >.

JURIMAE, J. et al. Regular physical activity influences plasma ghrelin concentration in adolescent girls. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 10, p. 1736-1741, Oct 2007. ISSN 0195-9131. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000249964100009 >.

_____. Peripheral signals of energy homeostasis as possible markers of training stress in athletes: a review. **Metabolism-Clinical and Experimental**, v. 60, n. 3, p. 335-350, Mar 2011. ISSN 0026-0495. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000287894700003 >.

JURIMAE, J. Adipocytokine and Ghrelin Responses to Acute Exercise and

Sport Training in Children During Growth and Maturation. **Pediatric Exercise Science**, v. 26, n. 4, p. 392-403, Nov 2014. ISSN 0899-8493. Disponível em: <<Goto ISI>://WOS:000344926300004 >.

KAHN, C. R.; FOLLI, F. Molecular determinants of insulin action. **Hormone Research**, v. 39, p. 93-101, 1993. ISSN 0301-0163. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:A1993ME18700017 >.

KALAPOTHARAKOS, V. I.; ZIOGAS, G.; TOKMAKIDIS, S. P. Seasonal aerobic performance variations in elite soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.6, p.1502-7. 2011.

KIM, S. B. Effects of nutrition education providing school lunch by personalized daily needed food exchange units for adolescent athletes in Jeonbuk province. **Korean Journal of Community Nutrition**, v. 21, ed. 1, pp. 25-36, 2016.

KRAEMER, R. R.; CASTRACANE, V. D. Effect of acute and chronic exercise on ghrelin and adipocytokines during pubertal development. **Medicine Sports Science**, vol. 55, pp. 156-173, 2010.

KUNUTSOR, S. K. et al. Baseline and long-term gamma-glutamyl transferase, heart failure and cardiac arrhythmias in middle-aged Finnish men: Prospective study and pooled analysis of published evidence. **European Journal of Preventive Cardiology**, v. 23, n. 13, p. 1354-1362, Sep 2016. ISSN 2047-4873. Disponível em: <<Goto ISI>://WOS:000382655100001 >.

KUROWSKI, J. A. et al. Exertional Heat Stroke in a Young Athlete Resulting in Acute Liver Failure. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 63, n. 4, p. E75-E76, Oct 2016. ISSN 0277-2116. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000384358700007 >.

KUSY, K.; ZIELINSKI, J.; PILACZYNSKA-SZCZESNIAK, L. Insulin sensitivity and beta-cell function estimated by HOMA2 model in sprint-trained athletes aged 20-90 years vs endurance runners and untrained participants. **Journal of**

Sports Sciences, v. 31, n. 15, p. 1656-1664, Nov 2013. ISSN 0264-0414. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000326781600005 >.

LAZARIM, F. L. et al. The upper values of plasma creatine kinase of professional soccer players during the Brazilian National Championship. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 12, n. 1, p. 85-90, Jan 2009. ISSN 1440-2440. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000263390700015 >.

LE ROITH, D.; ZICK, Y. Recent advances in our understanding of insulin action and insulin resistance. **Diabetes Care**, v. 24, n. 3, p. 588-597, Mar 2001. ISSN 0149-5992. Disponível em: <<Goto ISI>://WOS:000167271200027 >.

LOUREIRO, L. L. et al. Basal Metabolic Rate of Adolescent Modern Pentathlon Athletes: Agreement between Indirect Calorimetry and Predictive Equations and the Correlation with Body Parameters. **Plos One**, v. 10, n. 11, p. 12, Nov 2015. ISSN 1932-6203. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000365070700086 >.

LUIZ, R. R. et al. Assessment of agreement of a quantitative variable: a new graphical approach. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 56, n. 10, p. 963-967, Oct 2003. ISSN 0895-4356. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000186147200006 >.

LUKASKI, H. C. et al. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 41, n. 4, p. 810-817, 1985.

MAIMOUN, L. et al. Bone mass acquisition in female rhythmic gymnasts during puberty: no direct role for leptin. **Clinical Endocrinology**, v. 72, n. 5, p. 604-611, May 2010. ISSN 0300-0664. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000276013000005 >.

MANORE, M. Energy requirements of the athlete: assessment and evidence of energy efficiency. In: Burke, L. Deakin, V. (2015). **Clinical Sports Nutrition**.

5theds. Sydney, Australia: McGraw-Hill 114–139.

MARCHIONI, D. M. L. et al. Prevalência de omissão do café da manhã e seus fatores associados em adolescentes de São Paulo: estudo ISA-Capital. **Nutrire Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, v. 40, n. 1, 2015.

MARQUET, L. A. et al. Enhanced Endurance Performance by Periodization of CHO Intake:" sleep low" strategy. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 48, n. 4, p. 663-672, 2016.

MARSON, F. et al. Correlation between oxygen consumption calculated using Fick's method and measured with indirect calorimetry in critically ill patients. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v. 82, n. 1, pp. 72-6,2004.

MARTIN, D.; CARL, K.; LEHNERTZ, K. **Manual de teoria do treinamento esportivo**. São Paulo: Phorte. 2008. 478 p.

MATTA, M. O. et al. Crescimento, maturação biológica e aptidão física e técnica de jovens futebolistas: uma revisão. **Revista Brasileira de Futebol**, v. 6, n. 1, p. 85-99, 2014.

MAUVAIS-JARVIS, F.; CLEGG, D. J.; HEVENER, A. L. The Role of Estrogens in Control of Energy Balance and Glucose Homeostasis. **Endocrine Reviews**, v. 34, n. 3, p. 309-338, Jun 2013. ISSN 0163-769X. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000319674300001 >.

MOHAMMED, Z. Body composition versus body fat percentage as predictors of posture/balance control mobility and stability among football players under 21 years. **Physical Education of Students**, v. 21, n. 2, p. 96-102, 2017. ISSN 2075-5279.Disponívelem: <<Go to ISI>://WOS:000404186900008 >.

MOTA, G.; ZANESCO, A. Leptina, Grelina e Exercício Físico, **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo**, v. 51, s. 1, pp. 25-32, 2007.

NAKAMURA, F. Y.; MOREIRA, A.; AOKI, M. S. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva de esforço é um método confiável? **Revista da Educação Física/UEM**, v.21, n.1, p.1-11. 2010.

NILSSON, L. H.; HULTMAN, E. Liver-glycogen in man - effect of total starvation or a carbohydrate-poor diet followed by carbohydrate refeeding. **Scandinavian Journal of Clinical & Laboratory Investigation**, v. 32, n. 4, p. 325-330, 1973. ISSN 0036-5513. Disponível em: <<Goto ISI>://WOS:A1973R785600008 >.

OLIVEIRA, A. V. et al. Methodological Agreement between Body-Composition Methods in Young Soccer Players Stratified by Zinc Plasma Levels. **International Journal of Morphology**, v. 34, n. 1, p. 49-56, 2016. ISSN 0717-9502. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000375223700008 >.

ONDRAK, K. S.; KACKNEY, A. C. Body composition differences in normal weight, obese-overweight and anorexic adolescents: role of adipocytokines. **Medicine Sports Science**, vol. 55, pp. 32-42, 2012.

OOSTERHOFF, B.; FERRIS, K. A.; METZGER, A. Adolescents' Sociopolitical Values in the Context of Organized Activity Involvement. **Youth & Society**, v. 49, n. 7, p. 947-967, Oct 2017. ISSN 0044-118X. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000408883400005 >.

PARK, H. K.; AHIMA, R. S. Physiology of leptin: energy homeostasis, neuroendocrine function and metabolism. **Metabolism-Clinical and Experimental**, v. 64, n. 1, p. 24-34, Jan 2015. ISSN 0026-0495. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000346694900004 >.

PARM, A. L. et al. Bone Mineralization in Rhythmic Gymnasts before Puberty: No Longitudinal Associations with Adipocytokine and Ghrelin Levels. **Hormone Research in Pediatrics**, v. 77, n. 6, p. 369-375, 2012. ISSN 1663-2818. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000306949200004 >.

PARNELL, J. A.; WIENS, K. P.; ERDMAN, K. A. Dietary Intakes and Supplement Use in Pre-Adolescent and Adolescent Canadian Athletes. **Nutrients**, v. 8, n. 9, p. 13, Sep 2016. ISSN 2072-6643. Disponível em: <<Goto ISI>://WOS:000385534000009 >.

PASCOAL, E. H. F. et al. Avaliação do conteúdo de treinamento e sua relação com biomarcadores imunológicos, dano muscular e desempenho físico em jogadores de futebol júnior. 2014.

PEAKE, J. M. et al. Exercise-induced muscle damage, plasma cytokines, and markers of neutrophil activation. **Medicine Science Sports Exercise**, v.37, n.5, May, p.737-45. 2005.

PLATONOV, V. N. **Teoria geral do treinamento desportivo olímpico**. Porto Alegre: Artmed. 2004. 683 p.

POLITO, L. F. T. et al. Intensity and sweating parameters in futsal players by game position. **Revista Brasileira De Medicina Do Esporte**, v. 21, n. 5, p. 355-359, Sep-Oct 2015. ISSN 1517-8692. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000365406000005 >.

Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 109, n. 3, p. 509-527, Mar 2016. ISSN 0002-8223. Disponível em: <<Goto ISI>://WOS:000264292600027 >.

RE, A. H. N. et al. Anthropometric characteristics, field test scores and match-related technical performance in youth indoor soccer players with different playing status. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 14, n. 2, p. 482-492, Aug 2014. ISSN 1474-8185. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000339567100012 >.

REILLY, T.; BANGSBO, J.; FRANKS, A. Anthropometric and physiological

predispositions for elite soccer. **Journal Sports Science**, v.18, n.9, p.669-83. 2000.

RICHMOND, E.; ROGOL, A. D. Endocrine Responses to Exercise in the Developing Child and Adolescent. In: LANFRANCO, F. e STRASBURGER, C. J. (Ed.). **Sports Endocrinology**. Basel: Karger, v.47, 2016. p. 58-67. (Frontiers of Hormone Research). ISBN 978-3-318-05869-7; 978-3-318-05868-0.

ROMERO, C.; ZANESCO, A.; O papel das hormonas leptina e grelina na génese da obesidade, **Revista de Nutrição**, v. 19, s. 1, p. 85-91, 2006.

ROSENBAUM, M.; LEIBEL, R. L. Role of leptin in energy homeostasis in humans. **Journal of Endocrinology**, v. 223, n. 1, p. T83-T96, Oct 2014. ISSN 0022-0795. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000341881300009 >.

ROTHMAN, D. L. et al. Quantitation of hepatic glycogenolysis and gluconeogenesis in fasting humans with c-13 nmr. **Science**, v. 254, n. 5031, p. 573-576, Oct 1991. ISSN 0036-8075. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:A1991GL79900050 >.

SABOUNCHI, N. S.; RAHMANDAD, H.; AMMERMAN, A. Best-fitting prediction equations for basal metabolic rate: informing obesity interventions in diverse populations. **International Journal of Obesity**, v. 37, n. 10, p. 1364-1370, Oct 2013. ISSN 0307-0565. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000325542200011 >.

SAGAYAMA, H. et al. Effects of rapid weight loss and regain on body composition and energy expenditure. **Applied Physiology Nutrition and Metabolism**, v. 39, n. 1, p. 21-27, Jan 2014. ISSN 1715-5312. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000329222600002 >.

SALTIEL, A. R.; PESSIN, J. E. Insulin signaling pathways in time and space. **Trends in Cell Biology**, v. 12, n. 2, p. 65-71, Feb 2002. ISSN 0962-

8924.Disponívelem: <<Go to ISI>://WOS:000173459800006 >.

SCHUTZ, Y. The basis of direct and indirect calorimetry their potentials.**Diabetes Metab Rev**, v. 11, n. 4, p. 383-408, Dec 1995.

SHEPHERD, P. R.; NAVE, B. T.; SIDDLE, K. Insulin stimulation of glycogen-synthesis and glycogen-synthase activity is blocked by wortmannin and rapamycin in 3t3-l1 adipocytes - evidence for the involvement of phosphoinositide 3-kinase and p70 ribosomal protein-s6 kinase. **Biochemical Journal**, v. 305, p. 25-28, Jan 1995. ISSN 0264-6021.Disponívelem: <<Go to ISI>://WOS:A1995QB51000003 >.

SHIN, K. A. et al. Comparison of Changes in Biochemical Markers for Skeletal Muscles, Hepatic Metabolism, and Renal Function after Three Types of Long-distance Running Observational Study. **Medicine**, v. 95, n. 20, May 2016. ISSN 0025-7974.Disponívelem: <<Go to ISI>://WOS:000377777200030 >.

SHIRALI, S. et al. Effect of Caffeine Co-Ingested with Carnitine on Weight, Body-Fat Percent, Serum Leptin and Lipid Profile Changes in Male Teen Soccer Players: a Randomized Clinical Trial. **International Journal of Pediatrics-Mashhad**, v. 4, n. 10, p. 3685-3698, Oct 2016. ISSN 2345-5047.Disponível em: <<Goto ISI>://WOS:000396605000012 >.

SILVA, J. R. et al. Training status and match activity of professional soccer players throughout a season. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.1, p. 20-30, 2013.

SIMÓN, E.; DEL BARRIO, A. S. Leptina y Obesidad, **AnalesSis San Navarra**, v. 25, s. 1, p.53-64, 2004.

SOARES, B. M. et al. Assessment of caloric intake and body composition of female futsal athletes in the city of Guarapuava-Parana. **Revista Brasileira De Futsal E Futebol**, v. 8, n. 29, p. 129-141, May-Aug 2016.

STEWART, A. et al. International Society for Advancement of Kinanthropometry. International standards for anthropometric assessment. Lower Hutt, New Zealand: International Society for the Advancement of Kinanthropometry, 2011, 50-3.

STOLEN, T.; CHAMARI, K.; CASTAGNA, C.; WISLOFF, U. Physiology of soccer: na update. **Sports Medicine**, v.35, n.6, p.501-36. 2005.

SZCZEKLIK, E.; ORLOWSKI, M.; SZEWCZUK, A. Serum g-glutamyl transpeptidase activity in liver disease. **Gastroenterology**, v. 41, p. 353–359, 1961.

Tabela brasileira de composição de alimentos TACO / NEPA – UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl.. -- Campinas: NEPAUNICAMP, 2011.

TAGUCHI, M. et al. Validity of prediction equation of basal metabolic rate based on fat-free mass in japanese female athletes. **Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine**, v. 60, n. 4, p. 423-432, Aug 2011. ISSN 0039-906X. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000295655600005 >.

TAWFIK, S.; EL KOOFY, N.; MOAWAD, E. M. I. Patterns of nutrition and dietary supplements use in young egyptian athletes: a community-based cross-sectional survey. **Plosone**, v. 11, n. 8, p. e0161252, 2016.

TOTH, M. J.; POEHLMAN, E. T. Effects of exercise on daily energy expenditure. **Nutrition Reviews**, v. 54, n. 4, p. S140-S148, Apr 1996. ISSN 0029-6643. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:A1996VB27200021 >.

USDA National Nutrient Database for Standard Reference, 2015. Disponível in <https://ndb.nal.usda.gov/>.

WARREN, M. P. Endocrine Manifestations of Eating Disorders. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 96, n. 2, p. 333-343, Feb 2011. ISSN 0021-972X. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000286972500035 >.

WEBER, J. M. Metabolic fuels: regulating fluxes to select mix. **Journal of Experimental Biology**, v. 214, n. 2, p. 286-294, Jan 2011. ISSN 0022-0949. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000285545400014 >.

WEIR, J. B. D. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. **Journal of Physiology-London**, v. 109, n. 1-2, p. 1-9, 1949. ISSN 0022-3751. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:A1949UH79000001 >.

WHITE, M. F. The IRS-signalling system: A network of docking proteins that mediate insulin action. **Molecular and Cellular Biochemistry**, v. 182, n. 1-2, p. 3-11, May 1998. ISSN 0300-8177. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000073343400002 >.

WHITFIELD, J. B. Gamma glutamyl transferase. **Critical reviews in clinical laboratory sciences**, v. 38, n. 4, p. 263-355, 2001.

WILASCO, M. I. A. Concentração de grelina, leptina, insulina e glicose em crianças eutróficas previamente hípidas, 2010, pp. 191

WILLET, W. **Nutritional Epidemiology**. 2^aed. New York: Oxford University Press, p. 514, 1998.

WONG, J. E. et al. Predicting basal metabolic rates in Malaysian adult elite athletes. **Singapore Medical Journal**, v. 53, n. 11, p. 744-749, Nov 2012. ISSN 0037-5675. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000314454000018 >.

WRIGLEY, R. et al. Quantification of the typical weekly in-season training load in elite junior soccer players. **Journal Sports Science**, v.30, n.15, p.1573-80. 2012.

WU, H. J. et al. Effects of 24 h ultra-marathon on biochemical and

hematological parameters. **World Journal of Gastroenterology**, v. 10, n. 18, p. 2711-2714, Sep 2004. ISSN 1007-9327. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000208097100019 >.

ZHANG, Y. Y. et al. Positional cloning of the mouse obese gene and its human homolog. **Nature**, v. 372, n. 6505, p. 425-432, Dec 1994. ISSN 0028-0836. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:A1994PV01200046 >.

ANEXOS

ANEXO A: CARTA DE ACEITE

Ao Comitê de Ética em Pesquisa do hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF/UFRJ)

Declaro estar de acordo com a realização do projeto de pesquisa intitulado “**GRUPO DE ANALISE E INTERVENÇÃO EM ADOLESCENTES ATLETAS (GAIAA)**” sob a coordenação da Profa. Anna Paola Trindade Rocha Pierucci, do Instituto de Nutrição Josué de Castro/UFRJ.

Na condição de instituição Co-participante a o projeto PESQUISA-AÇÃO DO DESENVOLVIMENTO INTEGRAL DE ATLETAS JOVENS DE FUTEBOL , declara ter lido e concordado com o parecer ético emitido pelo CEP da instituição proponente, conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução 466/12 do CNS. Esta instituição está ciente de suas co-responsabilidades como instituição co-participante do presente projeto de pesquisa nela recrutado, dispondo de infra-estrutura necessária para a garantia da segurança e bem estar.

Rio de Janeiro, 30 de Junho de 2016.



Profº Luciano Alonso Valente dos Santos

Coordenador do projeto PESQUISA-AÇÃO DO DESENVOLVIMENTO INTEGRAL DE ATLETAS JOVENS DE FUTEBOL Professor adjunto da
EEFID/UFRJ

ANEXO B: TERMO DE ASSENTIMENTO

TERMO DE ASSENTIMENTO**- Estudo do perfil nutricional de atletas adolescentes e fatores determinantes do desenvolvimento de talentos esportivos no Rio de Janeiro.-****Versão 26/07/2016**

A partir da sua participação no treinamento competitivo ministrado na _____, este estabelecimento em parceria com o projeto de pesquisa “Estudo do perfil nutricional de atletas adolescentes e fatores determinantes do desenvolvimento de talentos esportivos no Rio de Janeiro.” o selecionou para participar desta pesquisa.

A participação nesta pesquisa consistirá em responder as perguntas a serem realizadas sob a forma de questionários, medida da massa corporal, estatura, circunferências e dobras cutâneas, participação de testes físicos, para verificar a sua capacidade física, e realização de exames laboratoriais, como exames de sangue, isto é, retirada de sangue normal como em exames de rotina. Exame de calorimetria indireta que mede o gasto de energia no repouso, isto é, sem estar realizando nenhuma atividade, que é denominado bioimpedância, é um exame que consiste em uma corrente elétrica mínima, imperceptível ao paciente, passar pelo corpo a fim de medir percentual de gordura e massa livre de gordura. Ao fim você será convidado à realizar a educação nutricional, isto é o ensino de formas de se alimentar melhor, com jeitos deferentes e divertidos. Para tais atividades será necessárias três visitas:

1ª Visita: Avaliação corporal e nutricional, com duração de 40 minutos

2ª Visita: Realização dos exames, com duração de 1 hora

3ª Visita: Educação nutricional, com duração de 1 hora.

Você não terá nenhum custo, quaisquer custos, inclusive de acompanhantes, serão reembolsados pelo pesquisador. Caso sofra qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não neste termo será devidamente indenizado. Essa pesquisa apresenta risco potencial mínimo. Os benefícios relacionados à participação será a oportunidade de realizar uma avaliação nutricional completa e conhecimento sobre o

desempenho físico e o aumento do conhecimento científico para a área nutrição com ênfase em nutrição e atividade física.

As respostas serão tratadas de forma anônima e confidencial, isto é, em nenhum momento será divulgado nomes em qualquer fase do estudo. Quando for necessário exemplificar determinada situação, a privacidade será assegurada uma vez que o nome será substituído. Os dados coletados serão utilizados somente nesta pesquisa e os resultados divulgados em eventos e/ou revistas científicas.

A participação é voluntária, isto é, a qualquer momento você poderá recusar-se a responder qualquer pergunta ou desistir de participar e retirar seu consentimento. A recusa não trará nenhum prejuízo em relação ao(s) pesquisador (a) ou com a instituição que forneceu os dados.

Sr (a) poderá a qualquer momento entrar em contato com os pesquisadores através do telefone: (21) 313938-6697, assim como com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho/HUCFF/UFRJ – R. Prof. Rodolpho Paulo Rocco, n.º 255 – Cidade Universitária/Ilha do Fundão - Sala 01D-46/1º andar - pelo telefone 3938-2480, de segunda a sexta-feira, das 8 às 16 horas, ou por meio do e-mail: cep@hucff.ufrj.br, o Comitê de Ética em pesquisa é um órgão que controla as questões éticas das pesquisas na instituição (UFRJ) e tem como umadas principais funções proteger os participantes da pesquisa de qualquer problema.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações sobre o estudo acima citado que li ou que foram lidas para mim.

Eu discuti com o(a) pesquisador (a) _____ , sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia de acesso a tratamento hospitalar imediato e integral. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízos e sem a perda de atendimento nesta Instituição ou de qualquer benefício que eu possa ter adquirido. Eu receberei uma via desse Termo de Assentimento e a outra ficará com o pesquisador responsável por essa pesquisa. Além disso,

estou ciente de que eu e o pesquisador responsável deveremos rubricar todas as folhas desse e assinar na ultima folha.

Nome do Participante da Pesquisa

Data: ____/____/____

Assinatura do Participante da Pesquisa

Data: ____/____/____

Nome do Pesquisador Responsável

Assinatura do Pesquisador Responsável

Coordenadora: Prof^aDr^a Anna Paola Rocha Trindade Pierucci

Professora Adjunta do Instituto Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ.

E-mail: appierucci@gmail.com

Celular: (21) 99992-0101

ANEXO C: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
RESPONSÁVEL

- Estudo do perfil nutricional de atletas adolescentes e fatores determinantes do desenvolvimento de talentos esportivos no Rio de Janeiro.-

A partir da participação do seu filho no treinamento competitivo ministrado na _____, este estabelecimento em parceria com o projeto de pesquisa “Estudo do perfil nutricional de atletas adolescentes e fatores determinantes do desenvolvimento de talentos esportivos no Rio de Janeiro” o selecionou para participar desta pesquisa.

A participação nesta pesquisa consistirá em responder as perguntas a serem realizadas sob a forma de questionários, medida da massa corporal, estatura, circunferências e dobras cutâneas, participação de testes físicos, para verificar a capacidade física de seu filho, e realização de exames laboratoriais, como exames de sangue, isto é, retirada de sangue normal como em exames de rotina. Exame de calorimetria indireta exame que mede o gasto de energia no repouso, isto é, sem estar realizando nenhuma atividade, bioimpedância, um exame que uma corrente elétrica mínima que o paciente não sente, passa pelo corpo a fim de se medir percentual de gordura e massa livre de gordura. Ao fim seu filho será convidado a realizar a educação nutricional, isto é o ensino de formas de se alimentar melhor, com jeitos deferentes e divertidos. Para tais atividades será necessárias três visitas:

1ª Visita: Avaliação corporal e nutricional, com duração de 40 minutos

2ª Visita: Realização dos exames, com duração de 1 hora

3ª Visita: Educação nutricional, com duração de 1 hora.

Para avaliação da maturação sexual serão utilizadas as imagens abaixo, para que o seu filho demonstre qual delas melhor representa o estágio das suas genitálias. Você não terá nenhum custo, quaisquer custos, inclusive para acompanhar a pesquisa, serão reembolsados pelo pesquisador. Caso sofra qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, seu filho será devidamente indenizado. Essa pesquisa apresenta risco potencial mínimo. Os

benefícios relacionados à participação será a oportunidade de realizar uma avaliação nutricional completa e conhecimento sobre o desempenho físico e o aumento do conhecimento científico para a área nutrição com ênfase em nutrição e atividade física.

As respostas serão tratadas de forma anônima e confidencial, isto é, em nenhum momento será divulgado nomes em qualquer fase do estudo. Quando for necessário exemplificar determinada situação, a privacidade será assegurada uma vez que o nome será substituído. Os dados coletados serão utilizados somente nesta pesquisa e os resultados divulgados em eventos e/ou revistas científicas.

A participação é voluntária, isto é, a qualquer momento ele poderá recusar-se a responder qualquer pergunta ou desistir de participar e retirar seu consentimento. A recusa não trará nenhum prejuízo em relação ao(s) pesquisador (a) ou com a instituição que forneceu os dados.

Sr (a) poderá a qualquer momento entrar em contato com os pesquisadores através do telefone: (21) 313938-6697, assim como com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho/HUCFF/UFRJ – R. Prof. Rodolpho Paulo Rocco, n.º 255 – Cidade Universitária/Ilha do Fundão - Sala 01D-46/1º andar - pelo telefone 3938-2480, de segunda a sexta-feira, das 8 às 16 horas, ou por meio do e-mail: cep@hucff.ufrj.br, o Comitê de Ética em pesquisa é um órgão que controla as questões éticas das pesquisas na instituição (UFRJ) e tem como umas das principais funções proteger os participantes da pesquisa de qualquer problema.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações sobre o estudo acima citado que li ou que foram lidas para mim.

Eu discuti com o(a) pesquisador (a) _____, sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia de acesso a tratamento hospitalar imediato e integral. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízos e sem a perda de atendimento nesta Instituição ou de qualquer benefício que eu

possa ter adquirido. Eu receberei uma via desse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a outra ficará com o pesquisador responsável por essa pesquisa. Além disso, estou ciente de que eu (ou meu representante legal) e o pesquisador responsável deveremos rubricar todas as folhas desse TCLE e assinar na última folha.

Nome do Participante da Pesquisa

Data: ____/____/____

Assinatura do Participante da Pesquisa

Nome do representante legal

Data: ____/____/____

Assinatura do representante legal

Data: ____/____/____

Nome do Pesquisador Responsável

Assinatura do Pesquisador Responsável

Coordenadora: Prof^aDr^a Anna Paola Rocha Trindade Pierucci

Professora Adjunta do Instituto Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ.

E-mail: appierucci@gmail.com

Celular: (21) 99992-0101

