

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

Nicolli Cariello Martins

**COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO
CORPORAL EM ATLETAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Porto Alegre

2016

Nicolli Cariello Martins

**COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO
CORPORAL EM ATLETAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado ao Curso de Nutrição da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul como
requisito parcial para a obtenção do grau de
bacharel em Nutrição.

Orientadora: Prof^a Dr^a Gabriela Corrêa Souza

Coorientadora: Prof^a Dr^a Fernanda Donner Alves

Porto Alegre

2016

CIP - Catalogação na Publicação

Cariello Martins, Nicolli

Comparação entre métodos de avaliação da composição corporal em atletas: uma revisão sistemática /

Nicolli Cariello Martins. -- 2016.

60 f.

Orientadora: Gabriela Corrêa Souza.

Coorientadora: Fernanda Donner Alves.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade
de Medicina, Curso de Nutrição, Porto Alegre, BR-RS,
2016.

1. composição corporal. 2. atletas. 3.
antropometria. 4. densitometria. 5. bioimpedância. I.
Corrêa Souza, Gabriela, orient. II. Donner Alves,
Fernanda, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Nicolli Cariello Martins

**COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO
CORPORAL EM ATLETAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinalada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “**Comparação entre métodos de avaliação da composição corporal em atletas: uma revisão sistemática**”, elaborado por **Nicolli Cariello Martins**, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Nutrição.

Aprovado em: __ de _____ de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo Sehl – UFRGS

Prof^a Dr^a Valesca Dall’Alba – UFRGS

Prof^a Dr^a Gabriela Corrêa Souza – UFRGS – Orientadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha amiga, coorientadora e futura colega de profissão, Fernanda Donner, a qual me deu a oportunidade de trabalhar com a nutrição esportiva e que foi fundamental para desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

À minha família, em especial a minha avó Vera, por ser minha maior incentivadora, pela preocupação e esforços diários. Aos meus pais, Sandro e Natália, pelo apoio incondicional e carinho durante toda minha existência.

Gostaria de agradecer também a minha orientadora, Gabriela Souza, por ter aceitado fazer parte deste trabalho, por seu auxílio e sua compreensão. A todos os meus professores e colegas que contribuíram com a minha formação durante toda a graduação.

Por fim, agradeço as pessoas e os profissionais incríveis que tive a oportunidade de conhecer e conviver nesse último ano, por todos os aprendizados e lições que levarei pra vida.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Gordura corporal estimada com adipômetro.....11
- Figura 2 – Passagem da corrente elétrica durante a avaliação com bioimpedância elétrica.....13

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Métodos de avaliação da composição corporal e principais componentes avaliados	9
Quadro 2 – Descrição das dobras cutâneas utilizadas nas equações preditivas de percentual de gordura.....	12
Quadro 3 – Classificação do somatório de dobras desenvolvido por Francis Holway	12

LISTA DE ABREVIATURAS

ACSM – *American College of Sports Medicine*

ANTROP – Antropometria

BIA – Bioimpedância Elétrica

CMO – Conteúdo Mineral Ósseo

COI – Comitê Olímpico Internacional

DC – Densidade Corporal

DXA – Densitometria por Emissões de Raios X de Dupla Energia

DD – Diluição de Deutério

ISAK – *The International Society for Advancement of Kinanthropometry*

M2C – Modelo de 2 Compartimentos

M3C – Modelo de 3 Compartimentos

M4C – Modelo de 4 Compartimentos

M5C – Modelo de 5 Compartimentos

MG – Massa de Gordura

MLG – Massa Livre de Gordura

MLGO – Massa Livre de Gordura e Osso

MM – Massa Muscular

PH – Pesagem Hidrostática

PLTS – Pletismografia

RI – Raios Infravermelhos

SUMÁRIO

1	REFERENCIAL TEÓRICO	8
1.1	ATLETAS.....	8
1.2	COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	8
1.2.1	Antropometria.....	10
1.2.2	Bioimpedância elétrica.....	13
1.2.3	Densitometria por emissão de raios X de dupla energia	14
1.2.4	Outros métodos de avaliação.....	15
2	JUSTIFICATIVA	17
3	OBJETIVOS	18
3.1	OBJETIVO GERAL.....	18
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
	ARTIGO ORIGINAL – JOURNAL OF SPORTS SCIENCE	24
	ANEXO A – Normas de publicação da revista	55

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 ATLETAS

Por definição, atletas são indivíduos participantes de programas de treinamento esportivo, que visam uma melhoria de resultados na sua modalidade e participações em competições esportivas. O termo atleta está comumente relacionado ao alto rendimento, à *performance* e à busca da vitória de amadores ou profissionais que se dedicam exclusivamente ao esporte que praticam (ZILIO, 2005).

A exposição crônica ao exercício, devido à carga de treinos elevada, promove adaptações fisiológicas que permitem que o atleta realize sua atividade esportiva com maior eficiência. A intensidade e o volume do treinamento, quando adequados, proporcionam níveis máximos de condicionamento físico para as competições. O treinamento diário impõe elevadas e repetidas demandas sobre as reservas energéticas do corpo. Esse estímulo repetido promove uma adaptação no organismo, tornando a produção de energia mais eficaz e reduzindo o risco de fadiga (WILMORE *et al.*, 1994).

O desempenho de um atleta depende de aspectos que incluem as capacidades de potência aeróbia e anaeróbia, assim como outros fatores fisiológicos (WINTER *et al.*, 2007). Também, outros aspectos importantes incluem fatores genéticos, psicológicos e nutricionais (WINTER *et al.*, 2007). O manejo dos aspectos nutricionais dentro de um ciclo de treinamento poderá resultar em mudanças favoráveis na composição corporal que poderão indiretamente influenciar no desempenho esportivo (HERNANDEZ e NAHAS, 2009).

O treinamento intenso de atletas resulta num perfil corporal adequado e específico às exigências do esporte, diferente do perfil da maioria das pessoas não praticantes de exercício. A avaliação da composição corporal poderá refletir tanto o estado nutricional, quanto a saúde dos atletas. O acompanhamento dessas avaliações pode permitir a detecção de alterações nocivas que acontecem como consequência de práticas nutricionais inadequadas e/ou treinamentos excessivos (GOING, 2007).

1.2 COMPOSIÇÃO CORPORAL

A composição corporal de atletas varia de acordo com o tipo de esporte, sexo (SANTOS *et al.*, 2014), frequência e duração de cada sessão de treino (ZAPOLSKA *et al.*, 2014). Por exemplo, estudos mostram um menor percentual de gordura corporal em atletas de esportes que requerem leveza para saltos, tal como na ginástica rítmica (D'ALESSANDRO *et*

al., 2007; GALETTA *et al.*, 2015) e aumento da massa muscular em atletas que necessitam de maior força e potência absoluta, como nos esportes de combates e velocidade (KIN *et al.*, 2011; RAMIREZ-VELEZ *et al.*, 2014). Um estudo, publicado em 2014, desenvolveu valores de referência para densidade mineral óssea, massa de gordura, percentual de gordura e massa livre de gordura, em atletas de diferentes modalidades esportivas, pelos métodos de densitometria por emissões de raios X de dupla energia (DXA) e antropometria, evidenciando as diferenças entre os esportes e, principalmente, entre os sexos. Foi observada uma diferença significativa entre os percentuais de gordura de homens (13%) e mulheres (24%) atletas. No que diz respeito ao somatório de sete dobras cutâneas (tríceps, subescapular, bíceps, suprailíaca, abdominal, coxa e panturrilha), os valores também foram superiores nas mulheres (SANTOS *et al.*, 2014).

Existem diferentes métodos utilizados para avaliação da composição corporal, podendo ser classificados em diretos, indiretos ou duplamente indiretos. O único método considerado direto é a dissecação de cadáveres, visto que neste ocorre a separação dos diversos componentes estruturais do corpo humano, a fim de verificar sua massa isoladamente, estabelecendo relações entre estes componentes e a massa corporal total. Porém, o método direto também apresenta limitações, tal como dificuldades técnicas com a dissecação e a variabilidade nas populações estudadas, o que justifica a pequena quantidade de estudos com cadáveres, aumentando a utilização de métodos mais acessíveis (DA COSTA, 2001). Os métodos indiretos consistem nas medidas quantitativas dos diferentes componentes corporais através de princípios físicos e químicos. Por sua vez, os duplamente indiretos são aqueles que utilizam equações de regressão que tomam como padrão de referência os métodos indiretos (MARTIN e DRINKWATER, 1991 *apud* MONTEIRO e FERNANDES FILHO, 2002). Os métodos diretos, indiretos e duplamente indiretos, bem como os principais componentes corporais que cada um avalia, estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1 - Métodos de avaliação da composição corporal e principais componentes avaliados

Classificação dos métodos	Métodos	Principais componentes avaliados
Diretos	Dissecação de cadáveres	Pele, tecido adiposo, músculos, ossos e órgãos
	Densitometria por Emissões de Raios X de Dupla Energia	Massa óssea, massa muscular, massa de gordura
	Diluição de Óxido de Deutério	Água corporal total

Indiretos	Excreção de Creatinina	Massa livre de gordura
	Pesagem Hidrostática	Densidade corporal e massa de gordura
	Pletismografia	Densidade corporal e massa de gordura
	Potássio 40	Massa livre de gordura
	Ressonância Magnética	Massa de gordura, massa óssea e massa muscular
	Tomografia Computadorizada	Massa de gordura, massa óssea e massa muscular
	Ultrassom	Massa de gordura
Duplamente indiretos	Antropometria	Densidade corporal e massa de gordura
	Bioimpedância Elétrica	Água corporal total
	Condutividade Elétrica Total	Massa livre de gordura
	Raios Infravermelhos	Massa de gordura

Fonte: elaborada pelo autor.

Os modelos de composição corporal são baseados em compartimentos, variando de 2 a 5 divisões. De acordo com Wilmore *et al.* (1994) essa divisão pode ser descrita da seguinte forma:

- Modelo de dois componentes: massa gorda e massa livre de gordura;
- Modelo anatômico de cinco componentes: tecido adiposo, músculo, residual, osso e pele;
- Modelo químico de cinco componentes: gordura, proteínas, carboidratos, água e minerais.

Dependendo da maneira que o método de avaliação da composição corporal foi validado, ele será classificado como uma medida indireta ou duplamente indireta. Também poderá refletir diferentes medidas, como no caso das dobras cutâneas, que podem tanto contemplar densidade corporal, com o uso de fórmulas validadas para tal, ou estimar gordura subcutânea (DRISKELL *et al.*, 2011).

1.2.1 Antropometria

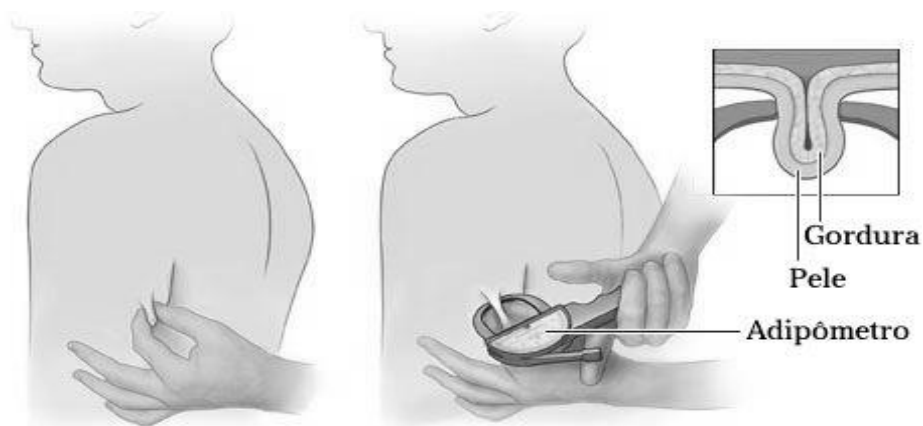
Um método bastante utilizado no ambiente esportivo para avaliação da composição corporal é a antropometria. A partir da medição de perímetros, dobras cutâneas com adipômetro, diâmetros ósseos com paquímetro e a utilização de equações preditivas, pode-se

estimar o percentual de gordura e demais componentes corporais, tais como massa óssea e massa muscular (STORNILO e BIANCHI, 2013).

Ao contrário de outros métodos que exigem técnicas e/ou equipamentos caros para a avaliação, este requer apenas um equipamento relativamente barato e que é facilmente transportável. Entretanto, se torna necessário que o avaliador seja tecnicamente treinado, visto que técnicas de medição discrepantes podem produzir diferenças significativas nos resultados (DRISKELL *et al.*, 2011).

A gordura corporal é estimada pela medida das dobras cutâneas, ou seja, a medida da espessura de uma dupla camada de pele e tecido adiposo subcutâneo, conforme demonstrado na Figura 1.

Figura 1 – Gordura corporal estimada com adipômetro



Fonte: banco de imagens da internet

A relação entre a densidade do corpo e a gordura corporal foi demonstrada inicialmente por Behnke em 1942. As medidas encontradas na avaliação com o adipômetro são usadas em protocolos de estimativa de densidade corporal e, posteriormente, pode-se estimar o percentual de gordura (%G) utilizando a equação proposta por Siri (1961) que consiste em: $\%G = [(4,95/D) - 4,50] \times 100$, ou a equação proposta por Brozek (1963): $\%G = [(4,57/D) - 4,142] \times 100$, sendo D o valor de densidade corporal encontrado nas equações utilizadas inicialmente. Essas equações consideram que a densidade de massa gorda e de massa livre de gordura são constantes em todas as pessoas. Entretanto, a densidade de massa livre de gordura varia consideravelmente (HEYWARD e WAGNER, 2004; WILMORE *et al.*, 1994).

Alguns dos protocolos para estimativa de percentual de gordura utilizados na prática esportiva estão descritos no Quadro 2.

Quadro 2 – Descrição das dobras cutâneas utilizadas nas equações preditivas de percentual de gordura

Equações	Dobras utilizadas
Jackson, 1978-80	♂: peitoral, abdominal, coxa
	♀: peitoral, tríceps, supra ilíaca, coxa
Thorland, 1984	♂: axilar média, tríceps, subescapular
	♀: tríceps, subescapular, supra ilíaca
Petroski, 1996	♂: tríceps, subescapular, supra ilíaca, panturrilha
	♀: axilar média, supra ilíaca, coxa, panturrilha
Guedes, 1985	♂: tríceps, abdominal, supra ilíaca
	♀: subescapular, supra ilíaca, coxa
Yuhasz, 1962	♂: peitoral, tríceps, subescapular, abdominal, supra ilíaca, coxa
Slaughter, 1988	♂: tríceps, panturrilha
	♀: tríceps, panturrilha

Fonte: elaborada pelo autor.

Entretanto, devido à especificidade das populações estudadas, as fórmulas de predição de gordura corporal muitas vezes não são aplicáveis. Desta forma, o Comitê Olímpico Internacional (COI) recomenda a utilização do somatório de dobras cutâneas para essa estimativa. Atualmente, existem tabelas de classificação desses somatórios de dobras, como a desenvolvida em argentinos por Francis Holway (2005), demonstrada no Quadro 3.

Quadro 3 – Classificação do somatório de dobras desenvolvido por Francis Holway

Classificação	Homens	Mulheres
Muito baixo	< ou = 33,6	< ou = 61,9
Baixo	33,7 a 47,1	62 a 69,5
Normal	47,2 a 84,2	69,6 a 112,4
Elevado	84,3 a 94,3	112,5 a 121,6
Muito elevado	> 94,3	> 121,6

Fonte: Francis Holway (2005)

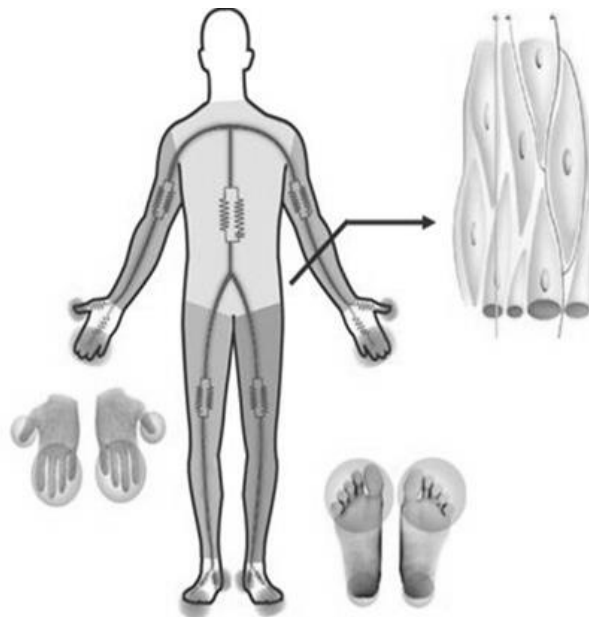
Métodos de padronização de medidas visam à redução de erros intra-avaliadores e inter-avaliadores, e desses pode-se citar o autor americano Lohman (1988) e o método ISAK (*International Society for Advancement of Kinanthropometry*). A ISAK desenvolveu padrões internacionais para avaliação antropométrica, priorizando o controle de qualidade através da descrição detalhada das técnicas e tolerância de erro entre as medidas, sendo então recomendado pelo COI.

Como já citado acima, a avaliação antropométrica depende da capacitação do avaliador, devendo este ser um profissional tecnicamente bem treinado; da calibração e adequação do equipamento (ACSM, 2006); como também das equações para populações específicas, as quais levam em consideração sexo e faixa etária (JACKSON *et al.*, 1980; GUEDES *et al.*, 1985; PETROSKI e NETO., 1996).

1.2.2 Bioimpedância elétrica (BIA)

A BIA, por sua vez, é um método não invasivo, rápido e relativamente preciso quando protocolos e padronizações são utilizados (NORGAN, 2005). O método consiste na passagem de uma corrente elétrica de baixa amplitude e alta frequência pelo corpo, conforme demonstrado na Figura 2.

Figura 2 – Passagem da corrente elétrica durante a avaliação com bioimpedância elétrica



Fonte: banco de imagens da internet

A passagem dessa corrente permite mensurar a resistência (R) e reactância (X_c) dos diferentes tecidos corporais. A partir de valores encontrados nessas variáveis, a impedância (Z) e o ângulo de fase (AF) são calculados e a água corporal total, extracelular e intracelular são estimadas. Por conseguinte, parâmetros como massa livre de gordura e massa magra também são estimados (CÔMODO *et al.*, 2009).

Atualmente diversos equipamentos são utilizados na prática clínica, podendo ser de 2, 4 ou até 8 polos de contato com a pele, avaliando o paciente deitado ou em pé, utilizando frequência simples ou múltiplas frequências (CÔMODO *et al.*, 2009). Além das diferenças entre os equipamentos, uma das principais limitações do método refere-se ao fato de que suas equações preditivas se baseiam em um percentual de hidratação constante. O treinamento de atletas e outras alterações hídricas são fatores que podem modificar de forma inadequada os resultados do aparelho, superestimando a massa muscular em alguns casos (ROSSI e TIRAPÉGUI, 2001; DE BRITTO e MESQUITA, 2008).

No esporte, a BIA já foi utilizada para estimar água corporal total (extracelular e intracelular) por sua importância no desempenho de atletas, já que outros métodos possuem alto custo e impraticabilidade na clínica (MATIAS *et al.*, 2016). Entretanto, o uso da BIA em atletas ainda é controverso e parece necessitar de equações preditivas específicas. Moon (2013) também concluiu esta necessidade após avaliar a composição corporal de atletas, garantindo uma maior confiabilidade do método quando equações preditivas específicas para a população alvo foram utilizadas. Outros estudos (ESCO *et al.*, 2015; KRZYKALA *et al.*, 2016) fazem uma comparação entre BIA e diferentes métodos de avaliação de composição corporal, tais como dobras cutâneas e densitometria por emissões de raios X de dupla energia (DEXA).

1.2.3 Densitometria por emissões de raios X de dupla energia (DXA)

O método DXA oferece uma avaliação rápida e não invasiva da composição corporal. O equipamento avalia indiretamente a massa mineral óssea, bem como faz estimativas para massa livre de gordura e massa gorda (LEE e GALLAGHER, 2008), e vem sendo utilizado na literatura para comparar diferentes métodos de avaliação da composição corporal, para validar equações preditivas, para avaliação da gordura relativa em obesos e para avaliação da massa muscular em crianças (POORTMANS *et al.*, 2005).

Pineau e Frey (2015) descreveram que em atletas de judô o método DXA apresentou maiores valores de percentual de gordura quando comparado com dobras cutâneas. Outro

estudo identificou que a BIA mensurou menor percentual de gordura em relação à DXA em atletas de beisebol e ginástica (LOENNEKE *et al.*, 2012), demonstrando a variabilidade dos resultados na literatura. E ainda, a partir de dobras cutâneas comparadas com DXA, fórmulas de regressão podem ser estimadas para corrigir erros em populações específicas (OLIVER *et al.*, 2012).

Na prática e rotina de avaliações de composição corporal com a população em geral, a DXA possui limitações devido à exigência de um local adequado, um custo relativamente elevado para múltiplas avaliações e a exposição aos raios X (SILLANPÄÄ *et al.*, 2013).

1.2.4 Outros métodos de avaliação

A pesagem hidrostática (PH) é um dos métodos aplicados para determinação da densidade corporal, baseando-se no princípio de Arquimedes. Consiste na pesagem de um corpo fora e dentro da água, calculando a sua densidade a partir do deslocamento da mesma (ALVIM, 1991). Conhecido esse valor, é possível estimar o percentual de gordura utilizando as equações já descritas anteriormente (SIRI, 1961; BROZEK, 1963). Este método é bastante utilizada para comparações mais fidedignas de densidade corporal, visto que outros métodos de avaliação da composição corporal foram validados através dela. Entretanto, pode ser problemática devido ao seu acesso limitado e as metodologias rigorosas do teste (HEYWARD e WAGNER, 2004).

Semelhante a PH, a pletismografia por deslocamento de ar (PLTS) também é um método densitométrico. Esta técnica utiliza a relação entre pressão e volume. O volume corporal de um indivíduo é aferido dentro de uma cabine de fibra de vidro, conforme demonstrado na Figura 3. Uma vez determinado este volume, é possível calcular a densidade corporal (DEMPSTER *et al.*, 1995).

A ultrassonografia é um dos métodos práticos e seguros da avaliação da composição corporal. É utilizada para medir a espessura da gordura entre a pele e o músculo, como também pode mensurar a espessura muscular. Quando o feixe de ultrassom, emitido pelo aparelho, entra em contato com uma interface de tecido, ele é parcialmente refletido de volta para o transdutor do equipamento como um eco. Os transdutores de ultrassom variam em relação ao modo e a frequência, e a digitalização da imagem leva apenas alguns segundos (WAGNER, 2013).

O método de raios infravermelhos, por sua vez, se baseia nos princípios de absorção e reflexão. Um raio infravermelho é emitido pelo aparelho no tecido subcutâneo de um

determinado local do corpo, normalmente o bíceps, a fim de avaliar indiretamente a quantidade de gordura corporal (ANDRÉ *et al.*, 2010).

Visto que a composição corporal possui papel fundamental para atletas de alto rendimento esportivo, sua avaliação se faz extremamente importante para determinar metas e objetivos a serem traçados. A variabilidade de referências, métodos e protocolos faz com que ainda exista muita discrepância nos resultados obtidos, impossibilitando a comparação entre os atletas estudados.

2 JUSTIFICATIVA

A composição corporal de atletas pode ser um fator decisivo para o desempenho esportivo. Diversas são as formas de avaliar os componentes corporais, desde mensurações indiretas até duplamente indiretas, como também equipamentos sofisticados ou medidas corporais com equações de precisão. A escolha de um melhor método para avaliação e acompanhamento das medidas corporais de atletas é uma dúvida frequente na prática clínica. São muitas as variáveis que afetam os resultados sobre a avaliação da composição corporal, dificultando a comparação de resultados entre métodos, gêneros e modalidades esportivas diferentes. Estudos que comparam métodos de avaliar a composição corporal em atletas podem elucidar essas diferenças.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Identificar e descrever por meio de revisão sistemática os estudos comparativos de métodos de avaliação da composição corporal utilizados em atletas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRÉ, L. et al. **Interactância de infravermelhos**. 2010. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAwdMAE/interactancia-infravermelho>>. Acesso em: 10 nov. 2016.
- ALVIM, Alda Jorge Rodrigues. **Métodos para avaliação da composição corporal**. 1991. 47 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Ciências de Nutrição) – Universidade do Porto, Porto, 1991.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **ACSM's health-related physical fitness assessment manual**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
- BROZEK, Josef et al. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 110, n. 1, p. 113-140, 1963.
- CÔMODO, ARO et al. **Utilização da bioimpedância para avaliação da massa corpórea**. Projeto Diretrizes. Associação Médica Brasileira e Conselho Federal de Medicina, 2009.
- DA COSTA, Roberto Fernandes. **Valores referenciais de somatórias de dobras cutâneas em moradores da cidade de Santos-SP, de 20 a 69 anos de idade**. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- D'ALESSANDRO, Claudia et al. Profiling the Diet and Body Composition of Sub-elite Adolescent Rhythmic Gymnasts. **Pediatric Exercise Science**, v. 19, n. 2, p. 215, 2007.
- DE BRITTO, Eleonora Peixoto; MESQUITA, Evandro Tinoco. Bioimpedância elétrica aplicada à insuficiência cardíaca. **Sociedade de Cardiologia do estado do Rio de Janeiro**, v. 21, n. 3, p. 178-183, 2008.
- DEMPSTER, Philip et al. A new air displacement method for the determination of human body composition. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 27, n. 12, p. 1692-1697, 1995.
- DRISKELL, Judy A. et al. Anthropometric assessment of athletes. In: **Nutritional assessment of athletes**. 2. ed. Boca Raton, London, New York: CRC press, 2011. p. 73-121.

ESCO, Michael R. et al. Comparison of total and segmental body composition using DXA and multifrequency bioimpedance in collegiate female athletes. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, n. 4, p. 918-925, 2015.

GALETTA, Franzoni. et al. Body composition and cardiac dimensions in elite rhythmic gymnasts. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 55, n. 9, p. 946-952, 2015.

GOING, Scott. Otimizando as técnicas para determinar a composição corporal. Sports Science Exchange. Gatorade Sports Science Institute. 2007. Disponível em: <<http://www.gssiweb.org/pt-br>>. Acesso em: out. 2016.

GUEDES, Dartagnan P. Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e da espessura de dobras em universitários. **Kinesis**, v. 1, n. 2, 1985.

HERNANDEZ, Arnaldo José; NAHAS, Ricardo Munir. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n. 3, supl. 0, p. 3-12, 2009.

HEYWARD, Vivian; WAGNER, Dale. **Applied body composition assessment**. 2. ed. Champaign: Human Kinetics, 2004.

HOLWAY, Francis. Datos de Referencia Antropométricos para el Trabajo en Ciencias de la Salud: Tablas "Argo-Ref". **Club Atlético River plate, Argentina**, 2005.

JACKSON, Andrew S. et al. Generalized equations for predicting body density of women. **Medicine Science Sports Exercise**, v. 12, n. 3, p. 175-81, 1980.

JACKSON, Andrew S.; POLLOCK, Michael L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497-504, 1978.

KRZYKALA, M. et al. Fatness of female field hockey players: Comparison of estimates with different methods. **HOMO-Journal of Comparative Human Biology**, v. 67, n. 3, p. 245-257, 2016.

KIM, Jongkyu et al. Influence of performance level on anaerobic power and body composition in elite male judoists. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 5, p. 1346-1354, 2011.

LEE, Seon Yeong; GALLAGHER, Dympna. Assessment methods in human body composition. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v. 11, n. 5, p. 566, 2008.

LOENNEKE, Jeremy P. et al. The estimation of the fat free mass index in athletes. **Asian Journal of Sports Medicine**, v. 3, n. 3, p. 200-203, 2012.

LOHMAN Tomothy G. et al. **Anthropometric Standardisation Reference Manual**. Human Kinetics Books, 1988.

MARTIN, Alan D.; DRINKWATER, Donald T. Variability in the measures of body fat. **Sports Medicine**, v. 11, n. 5, p. 277-288, 1991.

MATIAS, Catarina N. et al. Estimation of total body water and extracellular water with bioimpedance in athletes: A need for athlete-specific prediction models. **Clinical Nutrition**, v. 35, n. 2, p. 468-474, 2016.

MOON, J. R. Body composition in athletes and sports nutrition: an examination of the bioimpedance analysis technique. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 67, p. S54-S59, 2013.

MONTEIRO, Ana Beatriz; FERNANDES FILHO, José. Análise da composição corporal: uma revisão de métodos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 4, n. 1, p. 80-92, 2002.

NORGAN, N. G. Laboratory and field measurements of body composition. **Public Health Nutrition**, v. 8, n. 7a, p. 1108-1122, 2005.

OLIVER, Jonathan M. et al. Predicting football players' dual-energy x-ray absorptiometry body composition using standard anthropometric measures. **Journal of Athletic Training**, v. 47, n. 3, p. 257, 2012.

PETROSKI, Edio L.; NETO, Cândido P. Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em homens. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 1, n. 3, p. 5-14, 1996.

PINEAU, Jean C.; FREY, Alain. Comparison of skinfold thickness models with dexa: impact of visceral adipose tissue. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, 2015.

POORTMANS, Jacques R. et al. Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents. **Medicine Science Sports Exercise**, v. 37, n. 2, p. 316-322, 2005.

RAMIREZ-VELEZ, Robinson et al. Anthropometric characteristics and physical performance of colombian elite male wrestlers. **Asian Journal of Sports Medicine**, v. 5, n. 4, 2014.

REES, Tim et al. The Great British medalists project: A review of current knowledge on the development of the world's best sporting talent. **Sports Medicine**, p. 1-18, 2016.

ROSSI, Luciana; TIRAPGUI, Júlio. Comparação dos métodos de bioimpedância e equação de Faulkner para avaliação da composição corporal em desportistas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 37, n. 2, 2001.

SANTOS, Diana A. et al. Reference values for body composition and anthropometric measurements in athletes. **PloS one**, v. 9, n. 5, p. e97846, 2014.

SILLANPÄÄ, Elina; HÄKKINEN, Arja; HÄKKINEN, Keijo. Body composition changes by DXA, BIA and skinfolds during exercise training in women. **European Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 9, p. 2331-2341, 2013.

SIRI, William E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. **Techniques for Measuring Body Composition**, v. 61, p. 223-44, 1961.

SLAUGHTER, Mary H. et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Human Biology**, p. 709-723, 1988.

STORNIOLO, J.; BIANCHI, H. **Antropometria Teoria e Prática**. Porto Alegre, 2013.

Disponível em:

<<http://www.ufrgs.br/locomotion/Agenda/apresentacoes/ANTROPOMETRIA.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2016.

THORLAND, William G. et al. Estimation of body density in adolescent athletes. **Human Biology**, p. 439-448, 1984.

WAGNER, Dale R. Ultrasound as a tool to assess body fat. **Journal of Obesity**, v. 2013, 2013.

WILMORE, Jack H. et al. Physiology of Sport and Exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 27, n. 5, p. 792, 1994.

WINTER, Edward. M. et al. Sport and Exercise Physiology Testing Guidelines. The British Association of Sport and Exercise Sciences Guide. **Exercise and Clinical Testing**, v. 2, p. 253-254, 2007.

YUHASZ, Michael. S. **The effects of sports training on body fat in man with predictions of optimal body weight**. 1962. Doctoral dissertation (Phylosophy in Physical Education) – Graduate College of the University of Illinois, University of Illinois, 1962.

ZAPOLSKA, Joanna et al. Assessment of nutrition, supplementation and body composition parameters on the example of professional volleyball players. **Roczniki Państwowego Zakładu Higieny**, v. 65, n. 3, 2014.

ZILIO, Alduino. **Treinamento físico: terminologia**. 2. ed. Canoas: Ulbra, 2005.

ARTIGO ORIGINAL – JOURNAL OF SPORTS SCIENCE**Comparação entre métodos de avaliação da composição corporal em atletas: uma revisão sistemática**

NICOLLI CARIELLO MARTINS¹, FERNANDA DONNER ALVES², GABRIELA CORRÊA SOUZA^{3*}

¹Curso de Nutrição, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, ^{2}Professora do Departamento de Nutrição, Faculdade de Nutrição, Centro Universitário Ritter dos Reis (UniRitter), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil e ³Professora do Departamento de Nutrição, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil*

***Autor correspondente:**

Fernanda D. Alves
Centro Universitário Ritter dos Reis (UniRitter)
Rua Orfanotrófio, 555, Alto Teresópolis
Porto Alegre – RS, Brasil. CEP: 90840-440
Fone: 55 51 32303333
Email: f.donneralves@gmail.com

RESUMO

A composição corporal possui papel fundamental no desempenho de atletas e, desta forma, sua avaliação se faz importante a fim de determinar metas e objetivos a serem alcançados no esporte. Diferentes métodos e protocolos são utilizados para análise dos componentes corporais e em atletas não há um consenso sobre a utilização ou as comparações entre eles. O objetivo desta revisão sistemática foi identificar e descrever os estudos comparativos de métodos de avaliação da composição corporal utilizados em atletas. Foram buscadas as palavras-chave “atletas” e “composição corporal” e seus termos correspondentes em inglês, utilizando limite de tempo, idioma, delineamento e apenas humanos, nas bases de dados Pubmed, Embase, Scopus, Lilacs e Scielo. Das 1.688 referências encontradas, 29 atenderam os critérios de inclusão, totalizando 2.004 atletas adultos de diferentes esportes. Foram identificados 8 métodos diferentes, sendo os mais comparados: antropometria, densitometria de raios-X (DXA) e bioimpedância (BIA); e os menos utilizados: pletismografia, raios infravermelhos e ultrassom. Houve uma maior predominância de estudos onde a BIA apresentou valores superiores de componentes corporais quando comparada a outros métodos. As discrepâncias entre os resultados, populações, equações de predição e equipamentos utilizados, dificultam a generalização dos achados, fazendo-se necessária a padronização das avaliações dentro de cada método.

Palavras-chave: *composição corporal, atletas, antropometria, densitometria, bioimpedância*

ABSTRACT

Body composition plays a fundamental role in athletes's performance, therefore their evaluation becomes important in order to determine goals and objectives to be achieved in sports. Different methods and protocols are used to analyze body componentes however there is no consensus about use or comparisons between them in athletes. The objective of this systematic review is identifying and describing the comparative studies about body composition evaluation methods used in athletes. The research included the keywords "athletes" and "body composition". The parameters considered in Pubmed, Embase, Scopus, Lilacs and Scielo databases were time limit, language, design and only for humans. Twentynine of the 1,688 references met the inclusion criteria, with a total of 2,004 adult athletes from different sports. Eight different methods were identified, the most compared were anthropometry, X-ray densitometry (DXA) and bioelectrical bioimpedance (BIA); and the least used were plethysmography, infra-red and ultrasound. There was a predominance of studies where BIA presented higher values of body components when compared to other methods. The discrepancies between the results, populations, formulas and equipment used difficults the generalization of results. It is essencial to standardize the evaluations within each method.

Keywords: *body composition, athletes, anthropometry, dual-energy X-ray absorptiometry, bioelectrical impedance*

Introdução

Atletas, amadores ou profissionais, são indivíduos participantes de programas de treinamento esportivo que visam uma melhoria de resultados na sua modalidade e participações em competições esportivas (Zilio, 2005). O desempenho de um atleta no esporte em que pratica depende de muitas condições, incluindo fatores genéticos, psicológicos e nutricionais (Winter *et al.*, 2007). Dos aspectos nutricionais, a composição corporal pode ser resultado de treinamentos específicos, mas também pode ser um objetivo a ser alcançado na prática de uma modalidade específica (Hernandez & Nahas, 2009).

A composição corporal de atletas varia de acordo com o tipo de esporte, sexo (Santos *et al.*, 2014), frequência e duração de cada sessão de treino (Zapolska *et al.*, 2014). Existem diferentes métodos utilizados para avaliação da composição corporal, podendo ser classificados em métodos indiretos ou duplamente indiretos. Entre os métodos indiretos mais utilizados no meio esportivo, os quais dizem respeito às medidas quantitativas dos diferentes componentes corporais, está a pesagem hidrostática (PH), o ultrassom, a pletismografia (PLTS), a tomografia computadorizada e a densitometria por emissões de raios X de dupla energia (DXA). Os métodos duplamente indiretos, por sua vez, utilizam equações de regressão baseadas em um método indireto, e dentre eles podem ser citados a bioimpedância elétrica (BIA), os raios infravermelhos (RI) e a antropometria (ANTROP) (Monteiro e Fernandes Filho, 2002). A composição corporal também pode ser avaliada através de um método de dois ou mais compartimentos, o qual utiliza diferentes métodos, fornecendo estimativas mais precisas por permitir a avaliação isolada de importantes componentes corporais (Fogelholm & Van Marken, 1997; Lohman, 1986).

A variabilidade de métodos e protocolos faz com que ainda exista muita discrepância nos resultados obtidos por essas avaliações, impossibilitando a comparação entre os atletas estudados. Assim, o objetivo desta revisão sistemática foi identificar e descrever os estudos comparativos de métodos de avaliação da composição corporal utilizados em atletas, a fim de auxiliar pesquisadores e profissionais que atuam na prática clínica esportiva, fornecendo informações a respeito dos diferentes métodos já utilizados na literatura.

Métodos

Estratégia de busca e seleção dos estudos

Para a realização da presente revisão sistemática, a busca aos artigos foi realizada no período de setembro a outubro de 2016, nas bases de dados Pubmed, Lilacs, Embase, Scopus e Scielo. As palavras-chave utilizadas foram “atletas” e “composição corporal” e seus termos correspondentes em inglês. Foram incluídos limite de tempo (1996 a 2016), estudos apenas em humanos, idioma (inglês, português e espanhol) e com limitação para delineamento (estudos comparativos, observacionais, clínicos, de validação, artigos completos).

A revisão sistemática foi conduzida de acordo com o *Guidelines for Meta-Analyses and Systematic Reviews of Observational Studies* (MOOSE) (Stroup *et al.*, 2000), de forma independente por dois revisores (NCM e FDA), primeiramente analisando o conteúdo dos títulos e resumos dos artigos, ressaltando que as referências dos artigos de revisão também foram analisadas para reduzir a chance de perdas. Discordâncias foram discutidas com o terceiro autor (GCS). O índice de concordância Kappa foi calculado entre os estudos selecionados pelos revisores.

Critérios de elegibilidade

Os estudos foram considerados elegíveis quando apresentaram uma população de atletas adultos (> 18 anos) de qualquer modalidade esportiva, amadores ou profissionais, desde que aptos a praticarem seu treinamento específico. Os métodos de avaliação de composição corporal não foram limitados na busca e nem na seleção dos artigos. Foram incluídos apenas artigos que realizaram a comparação entre métodos de avaliação da composição corporal, mesmo que não fosse o desfecho primário.

Extração dos dados e qualidade metodológica dos estudos incluídos

As variáveis analisadas foram extraídas dos estudos por dois revisores de forma independente. Os dados extraídos foram: autor e ano da publicação, população do estudo, prevalência de gêneros, idade média, esporte praticado, métodos de avaliação da composição corporal comparados, componentes corporais avaliados e principais achados sobre a comparação dos métodos. A análise de qualidade foi realizada de acordo com os critérios do *Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-Sectional Studies* do *National Institutes of Health* (NIH) (2014) e do *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation* (GRADE) (Balslem *et al.*, 2011).

Resultados

A Figura 1 mostra os resultados da pesquisa realizada nas diferentes bases de dados. A busca inicial, utilizando as palavras chaves e demais filtros, gerou 1.688 resultados dos quais 323 foram excluídos por duplicatas. A triagem manual identificou que 1.318 artigos não preencheram os critérios de inclusão, e que 18 não estavam disponíveis para leitura, restando 29 trabalhos a serem incluídos nesta revisão. A concordância entre os revisores foi de 97% e o índice Kappa foi de 0,981 ($p < 0,001$). O ano de publicação dos estudos incluídos variou de 1998 a 2016, sendo que mais de $\frac{1}{3}$ foram artigos publicados na década de 2010.

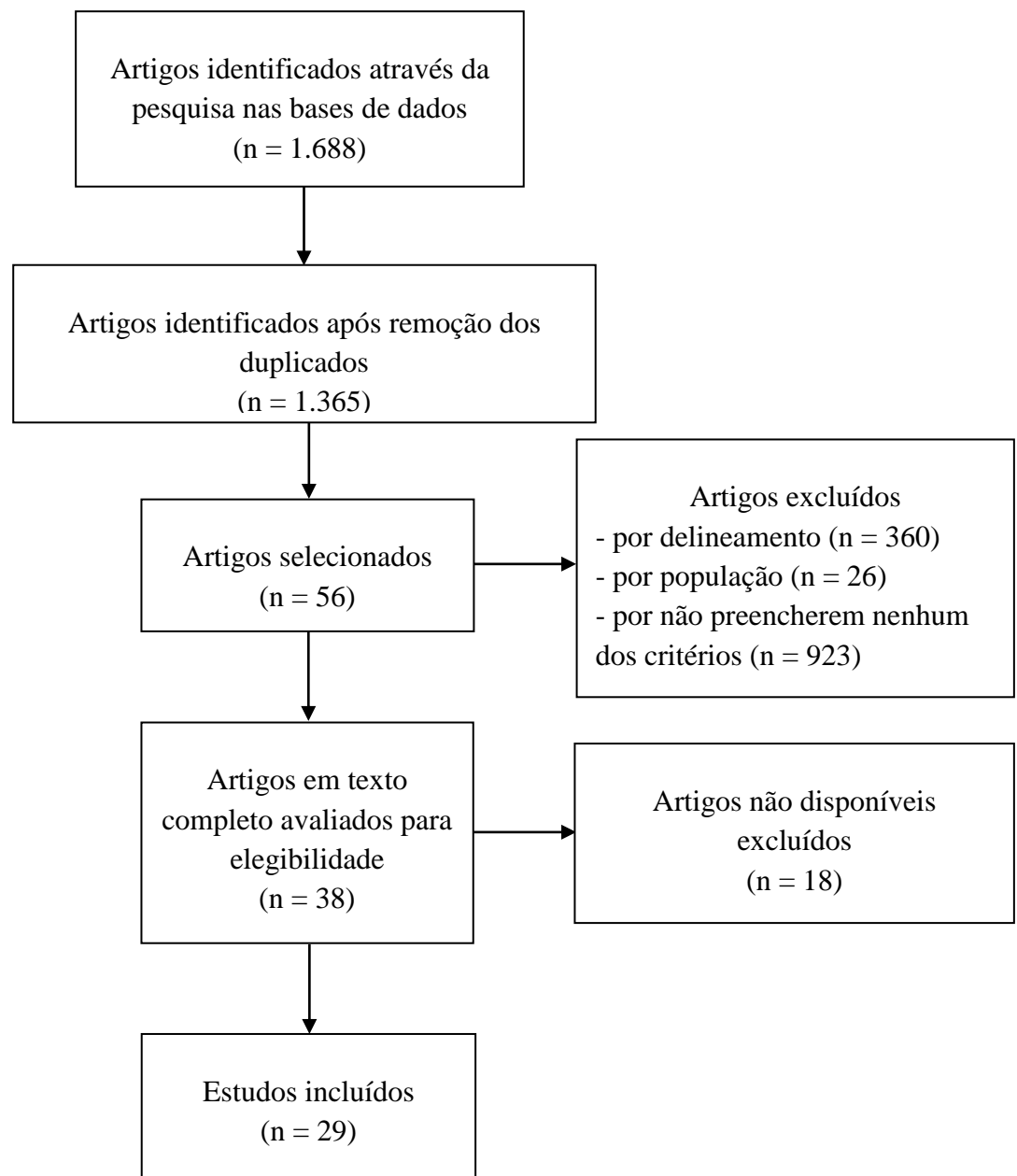


Figura 1. Fluxograma da seleção dos estudos.

Características dos estudos

Um total de 2.004 atletas foi avaliado nesses estudos, sendo em torno de 40% deles atletas universitários. As modalidades esportivas foram diversas, estando entre elas esportes como o hóquei, o futebol, o basquete, o judô, a ginástica e o atletismo. A porcentagem de homens (59%) foi superior a de mulheres (41%). Por sua vez, a faixa etária média dos estudos foi de 22,6 anos, sendo que apenas um deles (Knechtle *et al.*, 2011) apresentou média de idade de 43,8 anos. Não foi levada em consideração a etnia das populações, visto que o principal objetivo da presente revisão foi o comparativo dos resultados entre os métodos de avaliação, e não uma descrição da composição corporal destes atletas. Todos os participantes eram saudáveis, não apresentando qualquer tipo de lesão ou condição de saúde que pudesse influenciar a avaliação da composição corporal nestes trabalhos.

A avaliação de qualidade dos estudos pelo método GRADE os identifica como “baixa qualidade”, por serem em sua maioria estudos observacionais. No método sugerido pelo NIH para estudos observacionais e transversais, a maioria atendeu os critérios de qualidade que eram aplicáveis, com exceção do cálculo do tamanho da amostra, onde apenas três artigos apresentaram alguma justificativa ou poder para o número de atletas incluídos (Tabelas 1-a e 1-b). Dos objetivos primários definidos pelos autores, apenas três artigos compararam os métodos de composição corporal como objetivo secundário.

Tabela 1-a – Avaliação da qualidade dos estudos incluídos (1/2)

Autor, ano	Objetivos e questão de pesquisa claros?	População definida e específica?	Taxa de participação dos pacientes elegíveis de pelo menos 50%?	Todos os indivíduos foram selecionados ou recrutados de populações iguais ou semelhantes (incluindo o mesmo período de tempo)?	Foi fornecida uma justificativa de tamanho de amostra, descrição de poder ou estimativas de variância e efeito?	As exposições de interesse foram medidas antes dos desfechos?	O prazo era suficiente para que se pudesse esperar ver uma associação entre exposição e desfecho, se existisse?	Para exposições que podem variar em quantidade ou nível, o estudo examinou diferentes níveis de exposição relacionados ao desfecho?
Astorino <i>et al.</i> (2004)	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	NA	NA	NA
Ballard <i>et al.</i> (2004)	Sim	Não	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Bentzur <i>et al.</i> (2008)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Bierzniec <i>et al.</i> (2015)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Carvalho <i>et al.</i> (2012)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Deutz <i>et al.</i> (2000)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Esco <i>et al.</i> (2011)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Esco <i>et al.</i> (2015)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Evans <i>et al.</i> (2005)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Fornetti <i>et al.</i> (1999)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Fukuda <i>et al.</i> (2015)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Houtkooper <i>et al.</i> (2001)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Kilduff <i>et al.</i> (2007)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Knechtle <i>et al.</i> (2011)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Loenneke <i>et al.</i> (2013)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA

Continuação Tabela 1-a – Avaliação da qualidade dos estudos incluídos (2/2)

Autor, ano	Objetivos e questão de pesquisa claros?	População definida e específica?	Taxa de participação dos pacientes elegíveis de pelo menos 50%?	Todos os indivíduos foram selecionados ou recrutados de populações iguais ou semelhantes (incluindo o mesmo período de tempo)?	Foi fornecida uma justificativa de tamanho de amostra, descrição de poder ou estimativas de variância e efeito?	As exposições de interesse foram medidas antes dos desfechos?	O prazo era suficiente para que se pudesse esperar ver uma associação entre exposição e desfecho, se existisse?	Para exposições que podem variar em quantidade ou nível, o estudo examinou diferentes níveis de exposição relacionados ao desfecho?
Loenneke <i>et al.</i> (2014)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Matias <i>et al.</i> (2012)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	NA	NA	NA
Moon <i>et al.</i> (2009)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Mouad <i>et al.</i> (2015)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Ostojic <i>et al.</i> (2006)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Pineau <i>et al.</i> (2009)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Silva <i>et al.</i> (2009)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	NA	NA	NA
Sparling <i>et al.</i> (1998)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Stewart <i>et al.</i> (2000)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Svantesson <i>et al.</i> (2008)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Thompson <i>et al.</i> (2000)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Vescovi <i>et al.</i> (2002)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Wagner <i>et al.</i> (2016)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA
Williams <i>et al.</i> (1998)	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	NA	NA	NA

Baseado nos critérios do *Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-Sectional Studies* do National Institutes of Health (NIH) (2014).

Tabela 1-b – Avaliação da qualidade dos estudos incluídos (1/2)

Autor, ano	As medidas de exposição foram claramente definidas, válidas, confiáveis e implementadas consistentemente em todos os participantes do estudo?	As exposições foram avaliadas mais de uma vez ao longo do tempo?	As medidas de desfecho foram claramente definidas, válidas, confiáveis e implementadas consistentemente em todos os participantes do estudo?	Os avaliadores de desfecho foram cegados ao estado de exposição dos participantes?	A perda de seguimento após o início do estudo foi de 20% ou menos?	As principais variáveis de confusão potenciais foram medidas e ajustadas estatisticamente para o seu impacto na relação entre exposição (ões) e resultado (s)?	Objetivo primário era o objetivo dessa revisão?
Astorino <i>et al.</i> (2004)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Sim	Não
Ballard <i>et al.</i> (2004)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Sim	Sim
Bentzur <i>et al.</i> (2008)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Sim	Sim
Bierzniece <i>et al.</i> (2015)	Sim	Sim	Sim	NA	NA	Sim	Sim
Carvalho <i>et al.</i> (2012)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Sim	Sim
Deutz <i>et al.</i> (2000)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Sim	Não
Esco <i>et al.</i> (2011)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Sim	Sim
Esco <i>et al.</i> (2015)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Sim	Sim
Evans <i>et al.</i> (2005)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Não	Não
Fornetti <i>et al.</i> (1999)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Sim	Sim
Fukuda <i>et al.</i> (2015)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Sim	Sim
Houtkooper <i>et al.</i> (2001)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Sim	Sim
Kilduff <i>et al.</i> (2007)	Sim	Sim	Sim	NA	NA	Sim	Sim
Knechtle <i>et al.</i> (2011)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Sim	Sim
Loenneke <i>et al.</i> (2013)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Sim	Sim

Continuação Tabela 1-b – Avaliação da qualidade dos estudos incluídos (2/2)

Autor, ano	As medidas de exposição foram claramente definidas, válidas, confiáveis e implementadas consistentemente em todos os participantes do estudo?	As exposições foram avaliadas mais de uma vez ao longo do tempo?	As medidas de desfecho foram claramente definidas, válidas, confiáveis e implementadas consistentemente em todos os participantes do estudo?	Os avaliadores de desfecho foram cegados ao estado de exposição dos participantes?	A perda de seguimento após o início do estudo foi de 20% ou menos?	As principais variáveis de confusão potenciais foram medidas e ajustadas estatisticamente para o seu impacto na relação entre exposição (ões) e resultado (s)?	Objetivo primário era o objetivo dessa revisão?
Loenneke <i>et al.</i> (2014)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Sim	Sim
Matias <i>et al.</i> (2012)	Sim	Sim	Sim	NA	NA	Sim	Sim
Moon <i>et al.</i> (2009)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Sim	Sim
Mouad <i>et al.</i> (2015)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Não	Sim
Ostojic <i>et al.</i> (2006)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Não	Sim
Pineau <i>et al.</i> (2009)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Sim	Sim
Silva <i>et al.</i> (2009)	Sim	Sim	Sim	NA	NA	Sim	Sim
Sparling <i>et al.</i> (1998)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Não	Sim
Stewart <i>et al.</i> (2000)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Não	Sim
Svantesson <i>et al.</i> (2008)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Não	Sim
Thompson <i>et al.</i> (2000)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Sim	Sim
Vescovi <i>et al.</i> (2002)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Sim	Sim
Wagner <i>et al.</i> (2016)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Sim	Sim
Williams <i>et al.</i> (1998)	Sim	Não	Sim	NA	NA	Sim	Sim

Baseado nos critérios do *Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-Sectional Studies* do National Institutes of Health (NIH) (2014)

*Desfechos avaliados***MÉTODOS DE AVALIAÇÃO E COMPONENTES CORPORAIS**

Todos os métodos de avaliação da composição corporal utilizados nos estudos desta revisão são classificados como indiretos ou duplamente indiretos. Dos 29 artigos selecionados, 59% utilizaram ANTROP e DXA. BIA foi comparada em 52% dos estudos, PLTS e PH em 21% e os métodos de compartimentos em 17%. Ainda, 10% avaliaram a composição corporal com Ultrassom, e apenas 7% aplicaram RI como método. Os compartimentos corporais avaliados e comparados foram massa de gordura (MG), massa livre de gordura (MLG), massa livre de gordura e de osso (MLGO), conteúdo mineral ósseo (CMO) e massa muscular (MM). O percentual de gordura (%G) foi estimado em mais de 80% dos trabalhos, e MG em quilos, por sua vez, em apenas 20% do total de artigos. Aproximadamente 45% dos estudos avaliaram MLG. A MLGO e o CMO, bem como a MM, foram estimados em apenas dois dos estudos.

Os métodos comparados, os principais componentes avaliados e a essência dos resultados encontram-se descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Descrição dos estudos (1/7)

Métodos	Autor, ano	População (n, % sexo, média de idade)	Métodos comparados	Principais componentes avaliados e comparados	Resultados
Antropometria X	Astorino <i>et al.</i> (2004)	n = 13 atletas de hóquei ♀ = 100% (19,6 ± 1,3 anos)	ANTROP (Lohman <i>et al.</i>); BIA (Omron HBF-300)	MG (kg) %G	BIA e dobras cutâneas apresentaram uma correlação significativa.
Bioimpedância	Knechtle <i>et al.</i> (2011)	n = 257 atletas de ultra-resistência ♂ = 100% (43,8 ± 9,0 anos)	BIA (101 Impedance Analyzer); ANTROP (Ball <i>et al.</i> , Stewart <i>et al.</i> , Faulkner, Wilmore <i>et al.</i> , Lee <i>et al.</i> e Janssen <i>et al.</i>)	MG (kg) MM (kg)	MG e MM estimadas por BIA foram ↑ quando comparadas às equações antropométricas.
	Ostojic <i>et al.</i> (2006)	n = 219 atletas de diferentes modalidades esportivas ♂ = 100% (24,2 ± 5,1 anos)	ANTROP (Jackson <i>et al.</i>); BIA (Tanita BF-662W)	%G	%G estimado por BIA e por ANTROP não foi significativamente ≠. Os métodos foram altamente correlacionados.
Antropometria X DXA	Carvalho <i>et al.</i> (2012)	n = 41 atletas de rugby ♂ = 100% (19,9 ± 2,2 anos)	ANTROP (Lohman <i>et al.</i>); DXA (Hologic QDR-4500)	MLG (kg)	Estimativa de MLG por ANTROP foi ↑ do que a estimativa por DXA.

Continuação Tabela 2. Descrição dos estudos (2/7)

Métodos	Autor, ano	População (n, % sexo, média de idade)	Métodos comparados	Principais componentes avaliados e comparados	Resultados
Antropometria					
X	Deutz <i>et al.</i> (2000)	n = 62 atletas de ginástica e corrida ♀ = 100% (19,1 ± 5,9 anos)	ANTROP (Jackson <i>et al.</i>); DXA (Lunar Corporation DPXL)	%G	%G estimado por DXA foi ↑ em relação à ANTROP. Os métodos foram significativamente correlacionados.
DXA	Sparling <i>et al.</i> (1998)	n = 12 atletas de hóquei ♀ = 100% (27,0 ± 3,0 anos)	ANTROP (Jackson <i>et al.</i>); DXA (Lunar DPX-L); PH	%G	Não foram observadas diferenças significativas na estimativa de %G entre os três métodos.
	Loenneke <i>et al.</i> (2013)	n = 35 atletas de beisebol ♂ = 100% (20,0 ± 1,0 anos)	DXA (GE Lunar Prodigy); BIA (Tanita TBF-350 e Omron HBF-306 e 500); ANTROP (Jackson & Pollock – Siri e Brozek)	%G	%G estimado por BIA e pelas equações antropométricas foram ↓ em relação à DXA, com exceção da BIA-500 que estimou valores ↑.
	Houtkooper <i>et al.</i> (2001)	n = 19 heptatletas ♀ = 100% (25,5 ± 3,5 anos)	ANTROP (Jackson & Pollock); BIA (Valhalla Scientific); DXA (Lunar Corporation DPXL)	%G	Os valores médios de %G foram ↑ quando estimados pelas equações de BIA, sendo duas delas ↑ em relação à DXA. As equações antropométricas apresentaram estimativas semelhantes entre si e em comparação à DXA.
	Stewart <i>et al.</i> (2000)	n = 106 atletas de diferentes modalidades esportivas ♂ = 100% (28,3 ± 7,4 anos)	DXA (Hologic QDR 1000W); BIA (RJL Systems); ANTROP (Jackson & Pollock e Durnin & Womersley)	%G MLG (kg)	ANTROP foi superior à BIA em detectar gordura principalmente nas regiões abdominal, coxa e supra ilíaca.

Continuação Tabela 2. Descrição dos estudos (3/7)

Métodos	Autor, ano	População (n, % sexo, média de idade)	Métodos comparados	Principais componentes avaliados e comparados	Resultados
BIA X DXA	Birzniece <i>et al.</i> (2015)	n = 71 atletas treinados recreacionalmente ♂ = 60,6% (27,1 ± 0,8 anos) ♀ = 39,4% (24,4 ± 1,2 anos)	BIA (ImpediMed SFB7); DXA (Model DPX)	MG (kg) MLG (kg)	MG estimada por BIA foi ↓ em relação à DXA. Por sua vez, a MLG estimada por BIA foi ↑. A diferença entre os métodos foi observada apenas no sexo masculino. DXA e BIA se correlacionaram significativamente.
	Esco <i>et al.</i> (2011)	n = 40 atletas universitárias de futebol, tênis e basquete ♀ = 100% (21,1 ± 2,3 anos)	BIA (Omron HBF-300); DXA (GE Lunar Prodigy)	%G MLG (kg)	%G estimado por BIA foi ↓ e MLG foi ↑, em relação à DXA.
	Esco <i>et al.</i> (2015)	n = 45 atletas universitárias de futebol, basquete, ross-country e tênis ♀ = 100% (21,2 ± 2,0 anos)	BIA (InBody 720); DXA (GE Lunar Prodigy)	%G MLG (kg)	BIA forneceu valores de %G ↓ e valores de MLG ↑, em relação à DXA.
	Fornetti <i>et al.</i> (1999)	n = 132 atletas universitárias de diferentes modalidades esportivas ♀ = 100% (20,4 ± 1,5 anos)	BIA (RJL 101A analyzer); RI; DXA (Hologic QDR-1000W)	%G MLG (kg)	Valores estimados por BIA e RI foram altamente correlacionados com os valores de MLG de DXA.
	Mouad <i>et al.</i> (2015)	n = 79 atletas de diferentes modalidades esportivas ♂ = 44,3% (24,3 ± 8,3 anos) ♀ = 55,6% (21,3 ± 5,3 anos)	BIA (Tanita MC-180); DXA (Hologic Explorer W)	%G MG (kg) MLG (kg) MLGO (kg) CMO (kg)	BIA subestimou a MG (kg) e %G em relação à DXA e superestimou as outras variáveis: MLGO, CMO.

Continuação Tabela 2. Descrição dos estudos (4/7)

Métodos	Autor, ano	População (n, % sexo, média de idade)	Métodos comparados	Principais componentes avaliados e comparados	Resultados
Pletismografia X DXA	Svantesson <i>et al.</i> (2008)	n = 33 atletas de hóquei e futebol ♂ = 100% (24,8 ± 5,0 anos)	DXA (Lunar Prodigy); BIA (Hydra 4200)	%G MLG (kg)	BIA superestimou a quantidade de MLG e subestimou o %G em relação aos valores estimados por DXA. A MLG estimada por BIA nos jogadores de hóquei foi ↑ em comparação aos jogadores de futebol.
	Ballard <i>et al.</i> (2004)	n = 47 atletas de diferentes modalidades esportivas ♀ = 100% (19,7 ± 1,0 anos)	PLTS; DXA (Hologic QDR 4500A)	%G MLG (kg)	PLTS não apresentou ≠ no %G e MLG (kg) em relação à DXA.
	Bentzur <i>et al.</i> (2008)	n = 30 atletas universitárias de atletismo ♀ = 100% (20,3 ± 1,6 anos)	PLTS; PH; DXA (Lunar DPX); ANTROP (Jackson & Pollock)	%G	%G estimado por PLTS foi ↑ que PH e ↓ que o estimado por DXA. Em relação à ANTROP, não houve ≠ significativa.
Métodos de compartimentos corporais	Evans <i>et al.</i> (2005)	n = 132 atletas universitários de diferentes modalidades esportivas ♂ = 59,1% (20,9 ± 1,7 anos) ♀ = 40,9% (20,7 ± 3,0 anos)	ANTROP (Jackson <i>et al.</i> , Jackson & Pollock E equação do estudo); M4C [PH, DD e DXA]	%G	%G estimado por M4C, equação do estudo e equações da literatura, não apresentou ≠ significativas, exceto o estimado pela equação de Jackson <i>et al.</i> para de mulheres., onde o valor foi ↓.

Continuação Tabela 2. Descrição dos estudos (5/7)

Métodos	Autor, ano	População (n, % sexo, média de idade)	Métodos comparados	Principais componentes avaliados e comparados	Resultados
	Matias <i>et al.</i> (2012)	n = 35 atletas de judô ♂ = 100% (22,2 ± 2,8 anos)	BIA (Xitron Technologies 4000B); M4C [DD, DXA e PLTS]	MLG (kg)	Mudanças na MLG estimadas pela BIA não foram significativamente ≠ do M4C.
	Moon <i>et al.</i> (2009)	n = 29 atletas de vôlei, softball e atletismo ♀ = 100% (20,0 ± 1,0 anos)	M3C (Siri e Lohman); M4C (Wang <i>et al.</i>); M5C (Wang <i>et al.</i>); PH (Siri e Brozek); PLTS (Siri e Brozek); DEXA (Lunar Prodigy Advance)	%G	M4C (Wang) e M3C (Siri) produziram as estimativas mais precisas de %G em relação ao M5C.
	Silva <i>et al.</i> (2009)	n = 18 atletas de judô ♂ = 100% (22,6 ± 2,9 anos)	ANTROP (Jackson & Pollock e Evans 3 e 7 dobras); M4C [DXA, PLTS e BIA]	%G MG (kg) MLG (kg)	%G, MG (kg) e MLG avaliados pela equação de Jackson & Pollock não apresentaram ≠ significativas quando comparados ao M4C. As de Evans superestimaram %G e MG (kg) e subestimaram MLG em relação ao M4C.
Pesagem hidrostática X Antropometria	Thompson <i>et al.</i> (2000)	n = 11 atletas universitárias ♀ = 100% (20,6 ± 1,4 anos)	M2C (Brozek e Schutte model) M4C (Heymsfield model) [PH, DD e DXA]	%G MG (kg) MLG (kg)	O modelo de Schutte apresentou valores similares ao M4C. %G e MG (kg) estimados pelo modelo de Brozek foram ↓ quando comparados ao M4C, e MLG ↑. Os M2C foram altamente correlacionados com o M4C.

Continuação Tabela 2. Descrição dos estudos (6/7)

Métodos	Autor, ano	População (n, % sexo, média de idade)	Métodos comparados	Principais componentes avaliados e comparados	Resultados
	Fukuda <i>et al.</i> (2015)	n = 20 atletas de remo ♂ = 100% (24,8 ± 2,2 anos)	PH; RI; ANTROP (Brozek <i>et al.</i>)	%G	Os valores de %G estimados por PH foram similares aos valores estimados por RI e ANTROP, sem ≠ significativas. Os métodos não foram correlacionados.
	Vescovi <i>et al.</i> (2002)	n = 80 atletas universitárias de diferentes modalidades esportivas ♀ = 100% (20,2 ± 1,5 anos)	PLTS; PH; ANTROP (descrita em ACSM)	%G	%G estimado por PLTS foi ↑ do que o estimado por PH e ANTROP, não havendo ≠ significativa entre estes dois.
	Williams <i>et al.</i> (1998)	n = 232 atletas universitários ♂ = 50,4% (21,2 ± 1,2 anos) ♀ = 49,6% (21,1 ± 1,3 anos)	ANTROP (Lohman <i>et al.</i>); BIA (RJL Systems 101); PH	%G	%G estimado por PH foi ↓ quando comparado à BIA em ambos os sexos. PH comparado a ANTROP foi ↓ no sexo feminino, mas não no masculino.
Ultrassom	Loenneke <i>et al.</i> (2014)	n = 13 atletas de ginástica ♀ = 100% (20,0 ± 1,0 anos)	DXA (GE Lunar Prodigy); Ultrassom	%G	%G estimado por Ultrassom foi ↑ em relação à DXA.
	Pineau <i>et al.</i> (2009)	n = 93 atletas de diferentes modalidades esportivas ♂ = 74,1% (23,9 ± 3,9 anos) ♀ = 25,9% (22,3 ± 2,7 anos)	DXA (QDR 4500W); Ultrassom	%G	%G estimado por ultrassom foi similar ao estimado por DXA. Os métodos foram altamente correlacionados em ambos os sexos.

Continuação Tabela 2. Descrição dos estudos (7/7)

Métodos	Autor, ano	População (n, % sexo, média de idade)	Métodos comparados	Principais componentes avaliados e comparados	Resultados
	Wagner <i>et al.</i> (2016)	n = 45 atletas universitários de diferentes modalidades esportivas ♂ = 48,8% (20,6 ± 1,6 anos) ♀ = 51,2% (19,6 ± 1,4 anos)	Ultrassom; ANTROP (Jackson & Pollock); PLTS	%G	%G estimado por ultrassom foi ↑ do que as estimativas por PLTS e ANTROP.
Diferentes métodos	Kilduff <i>et al.</i> (2007)	n = 55 atletas universitários ♂ = 100% (20,6 ± 1,4 anos)	ANTROP (Jackson & Pollock); BIA (Bodystat Quadscan); PLTS; PH; RI	MLG (kg)	Todos os métodos foram correlacionados significativamente.

≠ = diferente(s); ↑ = significativamente maior(es)/superior(es); ↓ = significativamente menor(es)/inferior(es); %G = percentual de gordura; ACSM = American College of Sports Medicine; ANTROP = antropometria; BIA = bioimpedância elétrica; CMO = conteúdo mineral ósseo; DC = densidade Corporal; DXA = densitometria por emissões de raios X de dupla energia; DD = diluição de deutério; M2C = modelo de 2 compartimentos; M3C = modelo de 3 compartimentos; M4C = modelo de 4 compartimentos; M5C = modelo de 5 compartimentos; MG = massa de gordura; MLG = massa livre de gordura; MLGO = massa livre de gordura e osso; MM = massa muscular; PH = pesagem hidrostática; PLTS = pletismografia; RI = raios infravermelhos.

COMPARAÇÕES ENTRE OS MÉTODOS

BIA vs ANTROP. A comparação entre BIA e ANTROP foi realizada em três estudos, dos quais dois apresentaram uma alta correlação entre os métodos (Astorino *et al.*, 2004; Ostojic *et al.*, 2006) e um demonstrou médias superiores de MG e MM quando estimadas por BIA (Knechtle *et al.*, 2011).

Outros dois trabalhos compararam esses dois métodos com DXA, considerado um método “padrão ouro”, revelando resultados divergentes. Por um lado, Loenneke *et al.* (2013) com atletas de beisebol, avaliaram BIA e ANTROP, encontrando um menor %G em ambos os métodos quando comparados à DXA. Ao contrário, em outro estudo, incluindo heptatletas, o %G foi superestimado por BIA e semelhante entre as equações antropométricas e DXA (Houtkooper *et al.*, 2001).

ANTROP vs DXA. Comparando somente o método de ANTROP com DXA, Deutz *et al.* (2000) e Sparling *et al.* (1998) também demonstraram resultados diferentes entre os estudos. O primeiro, realizado em atletas de ginástica e corrida, mostrou uma correlação significativa entre os métodos, mas um maior %G médio estimado por DXA. O segundo, em atletas de hóquei, não observou diferenças significativas na estimativa de %G entre os métodos. Quando a estimativa foi de MLG, a equação antropométrica apresentou médias superiores à DXA (Carvalho *et al.*, 2012).

BIA vs DXA. Birzniece *et al.* (2015), indicaram valores inferiores de MG e superiores de MLG nas estimativas por BIA comparado à DXA, porém apenas no sexo masculino de atletas treinados recreacionalmente. Esco *et al.* (2011) apresentou resultados semelhantes em atletas do sexo feminino. Menor %G e maior quantidade de MLG aferidos por BIA em relação à DXA, também foram evidenciados em outros artigos (Esco *et al.*, 2015; Svantesson *et al.*, 2008). Outros componentes estimados, tais como MLGO e CMO, em estudo realizado por Mouad *et al.* em 2015, foram igualmente superestimados por BIA. Resumidamente, a maioria dos estudos que comparou BIA com DXA concordou que o primeiro método detectou menores valores de MG e maiores valores de MLG.

PLTS vs DXA. Um artigo publicado em 2008 por Bentzur *et al.* aplicou os métodos de PLTS e DXA em atletas universitárias de atletismo, resultando em um menor %G estimado por PLTS. Outro estudo não apresentou diferenças entre as duas metodologias.

PH vs ANTROP. A comparação entre PH e ANTROP não demonstrou diferenças significativas na estimativa de %G (Fukuda *et al.*, 2015; Vescovi *et al.*, 2002), exceto em um dos estudos (Williams *et al.*, 1998), onde a estimativa por PH foi significativamente menor no sexo feminino, mas não no masculino. Neste mesmo estudo, os valores por PH também foram superiores quando comparados à BIA.

Ultrassom. Os artigos que utilizaram Ultrassom como método de avaliação identificaram estimativas de %G significativamente maiores que outras técnicas, tais como DXA, PLTS e ANTROP (Loenneke *et al.*, 2014; Wagner *et al.*, 2016). Por outro lado, Pineau *et al.* (2009) não observaram diferenças entre Ultrassom e DXA, apenas uma alta correlação entre os métodos.

Métodos de compartimentos corporais. Cinco estudos desta revisão compararam métodos de compartimentos com outras técnicas. O M4C não apresentou diferenças significativas na estimativa de MG e MLG quando comparado à ANTROP e à BIA, respectivamente (Evans *et al.* 2005; Matias *et al.* 2012; Silva *et al.*, 2009). Entretanto, a estimativa de %G pela equação de Jackson *et al.* para mulheres mostrou-se significativamente mais baixa (Evans *et al.*, 2005) e pela equação de Evans (2005) significativamente mais alta (Silva *et al.*, 2009).

RI vs BIA e DXA. Os autores que empregaram RI na avaliação da composição corporal não salientaram diferenças nas estimativas em relação a outras técnicas (Fukuda *et al.*, 2015), apenas uma correlação positiva entre RI, BIA e DXA na estimativa de MLG (Fornetti *et al.*, 1999).

Kilduff *et al.* (2007) apresentaram uma correlação significativa entre ANTROP, BIA, PLTS, PH e RI. Todos os cinco métodos detectaram alterações semelhantes na MLG após um período em que os atletas receberam suplementação de creatina.

Discussão

Esta revisão teve como objetivo descrever os estudos comparativos de métodos de avaliação da composição corporal em atletas de diversas modalidades esportivas, e foi identificada grande discrepância entre os resultados, populações, equações e equipamentos utilizados, o que pode ter grande influência para a generalização dos achados.

Dos artigos revisados, houve uma maior predominância de estudos onde a BIA apresentou valores superiores de componentes corporais, tais como MM, MLG, MLGO e CMO, quando comparada a outros métodos (Birzniece *et al.*, 2015; Esco *et al.*, 2011; Esco *et al.*, 2015; Knechtle *et al.*, 2011; Mouad *et al.*, 2015; Svantesson *et al.*, 2008; Williams *et al.*, 1998), e valores inferiores de MG em relação à DXA (Birzniece *et al.*, 2015; Esco *et al.*, 2011; Esco *et al.*, 2015; Loenneke *et al.*, 2013; Mouad *et al.*, 2015; Svantesson *et al.*, 2008). Essas variações podem ocorrer devido a como os métodos avaliam os mesmos componentes corporais. O método de BIA mensura primeiramente a água corporal total (Cômmodo *et al.*, 2009), sendo assim, qualquer modificação nos níveis de hidratação poderá afetar inadequadamente os resultados da avaliação. Por esta razão, a estimativa por BIA deve seguir um protocolo específico, incluindo aspectos relacionados à alteração da hidratação (Kyle *et al.*, 2004). Astorino *et al.* (2004) e Ostojic *et al.* (2006) utilizaram uma mesma diretriz pré-teste, a qual contemplava as seguintes orientações: fazer jejum de pelo menos 4 horas, incluindo a não ingestão de água; não praticar exercício físico 12 horas antes; urinar 30 minutos antes da avaliação; abster-se do consumo de álcool 48 horas antes; não utilizar diuréticos nos 7 dias que antecedem a avaliação. Em ambos os estudos, os valores de BIA com o método comparado foram altamente correlacionados. Outros artigos inclusos nesta revisão também realizaram orientações gerais semelhantes, a fim de realizarem estimativas mais fidedignas (Esco *et al.* 2015; Loenneke *et al.*, 2013; Mouad *et al.*, 2015; Stewart *et al.*, 2000; Williams *et al.*, 1998). Entretanto, a maioria deles não avaliou o estado de hidratação, o que pode ter contribuído para os resultados divergentes no caso de uma não adesão dos atletas aos rigorosos protocolos. Matias *et al.* (2012) garantiram o nível de hidratação dos atletas através da coloração de urina coletada. A MLG estimada nesse estudo não foi significativamente diferente entre os métodos.

Além disso, já foi demonstrado diferenças entre os aparelhos de BIA de frequência simples e de frequência múltipla, quando comparados à DXA (Leahy *et al.*, 2012; Malavolti *et al.*, 2003). Estudos mais recentes (Birzniece *et al.*, Esco *et al.*, Mouad *et al.*, 2015) utilizaram BIA de multifrequência e obtiveram achados semelhantes. Nestes estudos, a MG

foi subestimada, bem como nos resultados apresentados por outros autores (Esco *et al.*, 2011; Svantesson *et al.*, 2008), os quais não identificaram a frequência do equipamento. Outros componentes (MLG, MLGO e CMO) foram superestimados nesses estudos. Também precisa ser levado em consideração o número de eletrodos do aparelho, o qual pode ter 2, 4 ou 8 polos, e a posição em que são colocados, por exemplo, pé-mão, pé-pé ou mão-mão (Cômodo *et al.*, 2009). O estudo de Esco *et al.* (2011), citado anteriormente, utilizou BIA manual de 2 polos em atletas universitárias do sexo feminino. Foi discutido que os resultados da pesquisa podem estar relacionados com a região examinada, ou seja, com o fato da corrente elétrica transpor apenas a porção superior do corpo, subestimando a MG na população feminina, indivíduos que normalmente apresentam maior gordura distribuída abaixo na cintura.

As avaliações com DXA mostraram que em alguns casos, como nas comparações com antropometria e pletismografia, o método de referência apresentou valores superiores de componentes corporais (Bentzur *et al.*, 2008; Deutz *et al.*, 2000; Loenneke *et al.*, 2013). A DXA se baseia em um modelo de três compartimentos (Heymsfield *et al.*, 2005). O equipamento avalia diretamente a massa mineral óssea, bem como faz estimativas para massa livre de gordura e massa de gordura (Lee *et al.*, 2009). O processo pelo qual essa tecnologia diferencia os componentes corporais se dá por meio da emissão dos raios X através dos tecidos ósseos e moles de um indivíduo (Adams, 1998 apud Rech *et al.*, 2007). É um método considerado ideal para analisar a composição corporal de mulheres, devido à variação de densidade mineral óssea que essa população apresenta (Heymsfield *et al.*, 2005; Warner *et al.*, 2004). No entanto, a DXA ainda é uma técnica pouco acessível na prática clínica pelo seu alto custo e necessidade de local específico para a realização da avaliação (Heyward, 2001). Desta forma, técnicas mais simplificadas como a antropometria se tornam mais atingíveis no contexto do público atleta e, por esta razão, se faz essencial saber as limitações da avaliação antropométrica quando comparada à DXA.

Tanto BIA quanto ANTROP foram os métodos mais utilizados pelos artigos desta revisão, porém, apenas três (Houtkooper *et al.*, 2001; Loenneke *et al.*, 2013; Stewart *et al.*, 2000) compararam com o método DXA a fim de evidenciar qual apresenta maiores discrepâncias. Houtkooper *et al.* (2001) não demonstrou diferenças significativas entre os métodos. Por sua vez, Loenneke *et al.* (2013) apresentaram valores de gordura corporal, pelo método antropométrico, inferiores as estimativas por DXA. Uma das justificativas para os diferentes achados pode ter sido a amostra de atletas, visto que o primeiro avaliou heptatletas do sexo feminino e o segundo atletas do sexo masculino de um esporte de equipe, o beisebol. Além disso, a ANTROP varia de acordo com o método de padronização das medidas,

equações de predição apropriadas e habilidade técnica dos avaliadores (Houtkooper et al., 2001). No estudo de Stewart *et al.* (2000), as estimativas pela equação de Jackson & Pollock (1978) concordaram mais com os valores de DXA do que a equação de Durnin & Womersley (1974), em atletas de diferentes modalidades esportivas. Outros artigos também se difeririam em relação às equações de predição dos componentes corporais, sendo que a de Jackson & Pollock foi a mais utilizada pelos autores para estimar MG (Bentzur *et al.*, 2008; Evans *et al.*, 2005; Houtkooper *et al.*, 2001; Ostojic *et al.*, 2006; Wagner *et al.*, 2016) e a que mais se assemelhou aos resultados dos métodos comparados nesses estudos. Knechtle *et al.* (2011) utilizou diferentes equações para estimar MG (Ball *et al.*, 2004, Faulkner, 1968, Stewart *et al.*, 2000 e Wilmore *et al.*, 1987) e MM (Janssen *et al.* e Lee *et al.*, 2000) em atletas de ultra-resistência do sexo masculino. Todos os resultados foram inferiores à BIA e diferentes entre si.

As técnicas menos utilizadas foram a pletismografia, os raios infravermelhos e o ultrassom. Os estudos com RI não denotaram diferenças em relação a outros métodos (Fornetti *et al.*, 1999; Fukuda *et al.*, 2015; Kilduff *et al.*, 2007). As estimativas com ultrassom mostraram-se maiores que as por DXA e ANTRON (Loenneke et al., 2014; Wagner et al., 2016). Dois autores aplicaram PLTS (Bentzur *et al.*, 2008; Vescovi *et al.*, 2002) e identificaram maior %G nos atletas em relação à pesagem hidrostática. Ainda que sejam métodos semelhantes (Dempster *et al.*, 1995), a diferença foi significativa. A PH também foi comparada em outros cinco artigos, dos quais quatro não mostraram diferenças em relação à outros métodos (Fukuda *et al.*, 2015; Kilduff *et al.*, 2007; Moon *et al.*, 2009; Sparling *et al.*, 1998) e um dos estudos identificou valores inferiores em relação à BIA em atletas universitários (Williams *et al.*, 1998). É importante ressaltar que muitas das equações antropométricas para estimativas de %G corporal foram validadas com pesagem hidrostática e, desta forma, são consideradas um método duplamente indireto (Martin & Drinkwater, 1991 *apud* Monteiro & Fernandes Filho, 2002).

Uma maneira de avaliar a composição corporal com mais precisão é uso de modelos com compartimentos. O de quatro compartimentos, por exemplo, permite a determinação de volume corporal, usando PH ou PLTS, de água corporal total, utilizando bioimpedância ou diluição de deutério, e de densidade mineral óssea, normalmente com o uso de DXA. Desta forma, vários componentes da MLG são medidos de maneira independente, reduzindo, teoricamente, possíveis erros relacionados às medições de um só método (Fogelholm & Van Marken Lichtenbelt, 1997). Entretanto, é uma avaliação cara e de difícil acesso na prática clínica devido aos inúmeros equipamentos utilizados. Em geral, os estudos desta revisão que

utilizaram método de quatro compartimentos apresentaram estimativas de componentes corporais semelhantes à ANTROP (Evans *et al.*, 2005; Silva *et al.*, 2009), à BIA (Matias *et al.*, 2012) e a um método de 5 compartimentos (Moon *et al.*, 2009).

Algumas técnicas apresentaram disparidades nas comparações entre os sexos, como foi notado nos estudos de Williams *et al.*, (1998) e Evans *et al.*, (2005), onde as estimativas de %G no sexo feminino foram inferiores quando avaliadas por PH e ANTROP, respectivamente. Essa desconformidade pode ocorrer devido à diferença de composição corporal entre homens e mulheres e o poder que cada método tem de avaliar melhor MG ou MLG (Driskell & Wolinsky, 2011).

As principais limitações dos artigos apresentados nesta revisão consistem na falta de padronização das medidas antropométricas, na variabilidade de equações pré-estabelecidas, nos diferentes tipos de equipamentos, na heterogeneidade da composição corporal dos atletas de diferentes esportes, bem como o não monitoramento do estado de hidratação dos indivíduos avaliados. O tamanho da amostra de alguns estudos também é reconhecido como uma limitação para fim de validação dos métodos. Algumas referências não foram incluídas nesta revisão por não contatar os autores, podendo caracterizar um viés de publicação.

Conclusões

Os estudos desta revisão compararam diferentes técnicas de avaliação da composição corporal e denotaram discrepâncias nos resultados obtidos. Essas diferenças se devem à variabilidade de referências, protocolos, métodos e indivíduos. Salientando que a composição corporal possui papel fundamental para atletas de alto rendimento esportivo, se faz necessário a padronização das avaliações em cada método e dentro de cada modalidade esportiva para redução dos erros nas estimativas.

Referências

- Adams, J. E. (1998). *Single-and dual-energy: X-ray absorptiometry*. In Bone densitometry and osteoporosis (pp. 305-334). Springer Berlin Heidelberg.
- Astorino, T. A., Tam, P. A., Rietschel, J. C., Johnson, S. M., & Freedman, T. P. (2004). Changes in physical fitness parameters during a competitive field hockey season. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 850-854.
- Ball, S. D., Altena, T. S., & Swan, P. D. (2004). Comparison of anthropometry to DXA: a new prediction equation for men. *European Journal of Clinical Nutrition*, 58(11), 1525-1531.
- Ballard, T. P., Fafara, L. A. U. R. A., & Vukovich, M. D. (2004). Comparison of Bod Pod and DXA in female collegiate athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(4), 731-735.
- Balshem, H., Helfand, M., Schünemann, H. J., Oxman, A. D., Kunz, R., Brozek, J., ... & Guyatt, G. H. (2011). GRADE guidelines: 3. Rating the quality of evidence. *Journal of Clinical Epidemiology*, 64(4), 401-406.
- Bentzur, K. M., Kravitz, L., & Lockner, D. W. (2008). Evaluation of the BOD POD for estimating percent body fat in collegiate track and field female athletes: a comparison of four methods. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(6), 1985-1991.
- Birzniece, V., Khaw, C. H., Nelson, A. E., Meinhardt, U., & Ho, K. K. (2015). A critical evaluation of bioimpedance spectroscopy analysis in estimating body composition during GH treatment: comparison with bromide dilution and dual X-ray absorptiometry. *European Journal of Endocrinology*, 172(1), 21-28.
- Carvalho, H. M., Coelho-e-Silva, M. J., Franco, S., Figueiredo, A. J., Tavares, Ó. M., Ferry, B., ... & Malina, R. M. (2012). Agreement between anthropometric and dual-energy X-ray absorptiometry assessments of lower-limb volumes and composition estimates in youth-club rugby athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 37(3), 463-471.
- Cômodo, A. R. O., Dias, A. C. F., Tomaz, B. A., Silva Filho, A. A., Werustsky, C. A., et al. (2009). *Utilização da bioimpedância para avaliação da massa corpórea*. Projeto Diretrizes. Associação Médica Brasileira e Conselho Federal de Medicina.
- Dempster, P. H. I. L. I. P., & Aitkens, S. U. S. A. N. (1995). A new air displacement method for the determination of human body composition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(12), 1692-1697.
- Deutz, R. C., Benardot, D., Martin, D. E., & Cody, M. M. (2000). Relationship between energy deficits and body composition in elite female gymnasts and runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(3), 659-668.
- Driskell, J. A., & Wolinsky, I. (2 Ed.). (2011). *Nutritional assessment of athletes*. CRC press.

- Durnin, J. V. G. A., & Womersley, J. V. G. A. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, 32(01), 77-97.
- Esco, M. R., Olson, M. S., Williford, H. N., Lizana, S. N., & Russell, A. R. (2011). The accuracy of hand-to-hand bioelectrical impedance analysis in predicting body composition in college-age female athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(4), 1040-1045.
- Esco, M. R., Snarr, R. L., Leatherwood, M. D., Chamberlain, N. A., Redding, et al. (2015). Comparison of total and segmental body composition using DXA and multifrequency bioimpedance in collegiate female athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(4), 918-925.
- Evans, E. M., Rowe, D. A., Misic, M. M., Prior, B. M., & Arngrimsson, S. A. (2005). Skinfold prediction equation for athletes developed using a four-component model. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(11), 2005.
- Faulkner, J. A. (1968). Physiology of swimming and diving. *Exercise physiology*, (part II).
- Fogelholm, M., & van Marken, L. W. (1997). Comparison of body composition methods: a literature analysis. *European Journal of Clinical Nutrition*, 51(8), 495-503.
- Fornetti, W. C., Pivarnik, J. M., Foley, J. M., & Fiechtner, J. J. (1999). Reliability and validity of body composition measures in female athletes. *Journal of Applied Physiology*, 87(3), 1114-1122.
- Fukuda, D. H., Wray, M. E., Kendall, K. L., Smith-Ryan, A. E., & Stout, J. R. (2015). Validity of near-infrared interactance (FUTREX 6100/XL) for estimating body fat percentage in elite rowers. *Clinical Physiology and Functional Imaging*.
- Hernandez, A. J.; Nahas, R. M. (2009). Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 15, n. 3, p. 3-12.
- Heymsfield, SB, Lohman, TG, Wang, Z, and Going, SB. (2005). *Human Body Composition* (Vol. 918). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Heyward, V. (2001). ASEP methods recommendation: body composition assessment. *Journal of Exercise Physiology*, 4(4), 1-12.
- Houtkooper, L. B., Mullins, V. A., Going, S. B., Brown, C. H., & Lohman, T. G. (2001). Body composition profiles of elite American heptathletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 11, 162-173.
- Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, 40(03), 497-504.

- Janssen, I., Heymsfield, S. B., Baumgartner, R. N., & Ross, R. (2000). Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *Journal of Applied Physiology*, 89(2), 465-471.
- Kilduff, L. P., Lewis, S., Kingsley, M. I., Owen, N. J., & Dietzig, R. E. (2007). Reliability and detecting change following short-term creatine supplementation: comparison of two-component body composition methods. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 378-384.
- Knechtle, B., Wirth, A., Knechtle, P., Rosemann, T., Rüst, C. A., & Bescos, R. (2011). A comparison of fat mass and skeletal muscle mass estimation in male ultra-endurance athletes using bioelectrical impedance analysis and different anthropometric methods. *Nutricion Hospitalaria*, 26(6), 1420-7.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., ... & Scharfetter, H. (2004). Bioelectrical impedance analysis—part II: utilization in clinical practice. *Clinical Nutrition*, 23(6), 1430-1453.
- Leahy, S., O'Neill, C., Sohun, R., & Jakeman, P. (2012). A comparison of dual energy X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis to measure total and segmental body composition in healthy young adults. *European Journal of Applied Physiology*, 112(2), 589-595.
- Lee, R. C., Wang, Z., Heo, M., Ross, R., Janssen, I., & Heymsfield, S. B. (2000). Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(3), 796-803.
- Lee, S. Y., & Gallagher, D. (2008). Assessment methods in human body composition. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 11(5), 566.
- Loenneke, J. P., Barnes, J. T., Waggoner, J. D., & Pujol, T. J. (2014). Validity of a portable computer-based ultrasound system for estimating adipose tissue in female gymnasts. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 34(5), 410-412.
- Loenneke, J. P., Wray, M. E., Wilson, J. M., Barnes, J. T., Kearney, M. L., & Pujol, T. J. (2013). Accuracy of field methods in assessing body fat in collegiate baseball players. *Research in Sports Medicine*, 21(3), 286-291.
- Lohman, T. G. (1986). 11 Applicability of Body Composition Techniques and Constants for Children and Youths. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 14(1), 325-358.
- Malavolti, M., Mussi, C., Poli, M., Fantuzzi, A. L., Salvioli, G., Battistini, N., & Bedogni, G. (2003). Cross-calibration of eight-polar bioelectrical impedance analysis versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of total and appendicular body composition in healthy subjects aged 21-82 years. *Annals of Human Biology*, 30(4), 380-391.
- Martin, A. D., & Drinkwater, D. T. (1991). Variability in the measures of body fat. *Sports Medicine*, 11(5), 277-288.

- Matias, C. N., Santos, D. A., Fields, D. A., Sardinha, L. B., & Silva, A. M. (2012). Is bioelectrical impedance spectroscopy accurate in estimating changes in fat-free mass in judo athletes?. *Journal of Sports Sciences*, 30(12), 1225-1233.
- Monteiro, A. B., & Fernandes Filho, J. (2002). Análise da composição corporal: uma revisão de métodos. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 4(1), 80-92.
- Moon, J. R., Eckerson, J. M., Tobkin, S. E., Smith, A. E., Lockwood, C. M., Walter, A. A., ... & Stout, J. R. (2009). Estimating body fat in NCAA Division I female athletes: a five-compartment model validation of laboratory methods. *European Journal of Applied Physiology*, 105(1), 119-130.
- Mouad, M., Matias, C. N., Santos, D. A., Teixeira, V. H., Sardinha, L. B., & Silva, A. M. (2015). Validação da bioimpedância elétrica por multifrequência em atletas. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 23(1), 48-57.
- National Institutes of Health (NIH). *Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-Sectional Studies*. U.S., 2014. Disponível em: <<https://www.nhlbi.nih.gov/health-pro/guidelines/in-develop/cardiovascular-risk-reduction/tools/cohort>>. Acesso em: 22 nov. 2016.
- Ostojic, S. M. (2006). Estimation of body fat in athletes: skinfolds vs bioelectrical impedance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(3), 442.
- Pineau, J. C., Filliard, J. R., & Bocquet, M. (2009). Ultrasound techniques applied to body fat measurement in male and female athletes. *Journal of Athletic Training*, 44(2), 142-147.
- Rech, C. R., Ferreira, L. D. A., Cordeiro, B. A., Vasconcelos, F. D. A. G. D., & Petroski, E. L. (2007). Estimativa da composição corporal por meio da absorptometria radiológica de dupla energia. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 15(4), 87-98.
- Santos, D. A., Dawson, J. A., Matias, C. N., Rocha, P. M., Minderico, C. S., Allison, D. B., ... & Silva, A. M. (2014). Reference values for body composition and anthropometric measurements in athletes. *PloS one*, 9(5), e97846.
- Silva, A. M., Fields, D. A., Quitério, A. L., & Sardinha, L. B. (2009). Are skinfold-based models accurate and suitable for assessing changes in body composition in highly trained athletes?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6), 1688-1696.
- Sparling, P. B., Snow, T. K., Roskopf, L. B., O'Donnell, E. M., Freedson, P. S., & Byrnes, W. C. (1998). Bone mineral density and body composition of the United States Olympic women's field hockey team. *British Journal of Sports Medicine*, 32(4), 315-318.
- Stewart, A., & Hannan, W. J. (2000). Prediction of fat and fat-free mass in male athletes using dual X-ray absorptiometry as the reference method. *Journal of Sports Sciences*, 18(4), 263-274.

- Stroup, D. F., Berlin, J. A., Morton, S. C., Olkin, I., Williamson, G. D. et al. (2000). Meta-analysis of observational studies in epidemiology: a proposal for reporting. *Jama*, 283(15), 2008-2012.
- Svantesson, U., Zander, M., Klingberg, S., & Slinde, F. (2008). Body composition in male elite athletes, comparison of bioelectrical impedance spectroscopy with dual energy X-ray absorptiometry. *Journal of Negative Results in Biomedicine*, 7(1), 1.
- Thompson, D. L., & Moreau, K. L. (2000). Brozek two-compartment model underestimates body fat in black female athletes. *Clinical Physiology*, 20(4), 311.
- Vescovi, J. D., Hildebrandt, L., Miller, W., Hammer, R., & Spiller, A. (2002). Evaluation of the BOD POD for estimating percent fat in female College athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(4), 599-605.
- Wagner, D. R., Cain, D. L., & Clark, N. W. (2016). Validity and Reliability of A-Mode Ultrasound for Body Composition Assessment of NCAA Division I Athletes. *PloS one*, 11(4), e0153146.
- Warner, E. R., Fornetti, W. C., Jallo, J. J., & Pivarnik, J. M. (2004). A skinfold model to predict fat-free mass in female athletes. *Journal of Athletic Training*, 39(3), 259.
- Winter, E. M., Jones, A. M., Davison, R. R., Bromley, P. D., & Mercer, T. H. (2007). Sport and Exercise Physiology Testing Guidelines. *The British Association of Sport and Exercise Sciences Guide*, 253-254.
- Williams, C. A., & Bale, P. (1998). Bias and limits of agreement between hydrodensitometry, bioelectrical impedance and skinfold calipers measures of percentage body fat. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 77(3), 271-277.
- Zapolska, J., Witczak, K., Manczuk, A., & Ostrowska, L. (2014). Assessment of nutrition, supplementation and body composition parameters on the example of professional volleyball players. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 65(3).
- Zilio, A. (2005). *Treinamento físico: terminologia*. 2. ed. Canoas: Ulbra.

ANEXO A – Normas de publicação da revista

The *Journal of Sports Sciences* is published on behalf of the *British Association of Sport and Exercise Sciences*, in partnership with the *World Commission of Science and Sports* and in association with the *International Society for Advancement of Kinanthropometry*. The emphasis is on the human sciences applied to sport and exercise. Topics covered also include technologies such as design of sports equipment, research into training, and modelling and predicting performance; papers evaluating (rather than simply presenting) new methods or procedures will also be considered. The *Journal of Sports Sciences* also accepts ‘Letters to the Editor’ and ‘Case Studies’.

Journal of Sports Sciences considers all manuscripts on the strict condition that

- the manuscript is your own original work, and does not duplicate any other previously published work, including your own previously published work.
- the manuscript has been submitted only to *Journal of Sports Sciences*; it is not under consideration or peer review or accepted for publication or in press or published elsewhere.
- the manuscript contains nothing that is abusive, defamatory, libellous, obscene, fraudulent, or illegal.

Please note that *Journal of Sports Sciences* uses CrossCheck™ software to screen manuscripts for unoriginal material. By submitting your manuscript to *Journal of Sports Sciences* you are agreeing to any necessary originality checks your manuscript may have to undergo during the peer-review and production processes.

Any author who fails to adhere to the above conditions will be charged with costs which *Journal of Sports Sciences* incurs for their manuscript at the discretion of *Journal of Sports Sciences*’s Editors and Taylor & Francis, and their manuscript will be rejected.

Submission fee

There is no submission fee for *Journal of Sports Sciences*.

Page charges

There are no page charges for *Journal of Sports Sciences*.

Style guidelines

Papers should be written and arranged in a style that is succinct and easy to follow. An informative title, a concise abstract and a well written introduction will help to achieve this. Authors should avoid some of the more common pitfalls, such as excessive use of the passive voice and past tense and unnecessary use of fabricated abbreviations within the text. The Journal would prefer authors to describe human volunteers as participants rather than subjects in the methods section. Figures and tables should be used to add to the clarity of the paper, not to pad it out. At all times, please try to think about your readers, who will not all be specialists in your discipline.

(a) General

The manuscript must be in English; British English spellings and words should be used in preference to other versions of English. It must be word-processed, double-spaced throughout, with a 4 cm margin on the left side, with no 'headers and footers' (other than page numbers), and without footnotes unless these are absolutely necessary. Arrange the manuscript under headings (such as Introduction, Methods, Results, Discussion, Conclusions) and subheadings. Ideally, the main body of the text should not exceed 4,000 words, excluding references. Longer manuscripts may be accepted at the discretion of the respective Section Editor. Authors must make every effort to ensure that manuscripts are presented as concisely as possible. The Editors cannot consider for publication papers that are seriously deficient in presentation or that depart substantially from these 'Notes and Guidelines'.

(b) Ethics of human experimentation

The Journal will accept only papers that conform to the highest standards of ethics and participant protection (see section 5 below). All experimental work in which humans are participants must conform to requirements stipulated in the Declaration of Helsinki (<http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/>) and as appropriate, the laws of the country in which the work was undertaken. The manuscript should contain a statement to the effect that the work reported has been approved by a recognised ethics committee or review board. Even where information is in the public domain such as on a website that contains statistical or other archive-type data, formal ethics approval should be obtained to demonstrate that appropriate consideration of ethics-related matters has occurred. Similarly, where retrospective analyses of data have been performed, such as those produced as a result of long-term monitoring of athletes or other occupational categories where fitness-type testing is

a contractual obligation, ethics approval is also required. Normally, statements about ethics approval should be made at the beginning of the Methods section and should include any approval number obtained.

(c) *Anonymous refereeing*

Because of the adoption of anonymous refereeing by the Journal with effect from 1 January 1998, the title page and manuscript should include no information that clearly identifies the authors or their affiliations. Authors should submit a separate cover letter, which is not part of the manuscript, that can include the following information: the full title; the names of the authors without qualifications or titles; the affiliations and full addresses of the authors; the name, address, telephone and fax numbers, and e-mail address of the author responsible for all correspondence and correction of proofs. Any acknowledgements should also appear on this page, not in the manuscript. These acknowledgements will appear in the printed version if the manuscript is accepted.

(d) *Title page*

Include the following information on the first page of the manuscript: the full title; a running title of no more than 75 characters and spaces; and up to five keywords for indexing purposes.

(e) *The abstract*

The abstract must not exceed 200 words and it must summarize the paper, giving a clear indication of the conclusions it contains.

(f) *Tables and illustrations*

Illustrations and tables must accompany the manuscript but not be included in the text. Authors may wish to express a preference for the location of tables and figures by including comments such as ******Table 1 near here****** or ******Figure 2 near here****** separated by at least one line space from the main text. Tables, referred to as 'Table 1', 'Table 2', and so on, must be numbered in the order in which they occur in the text. Tables must be clearly and simply laid out with clear row and column legends, units where appropriate, no vertical lines and horizontal lines only between the table title and column headings, between the column headings and the main body of the table, and after the main body of the table.

Photographs and line drawings, referred to as 'Figure 1', 'Figure 2', and so on, must be numbered in the order in which they occur in the text. Diagrams and drawings should be produced using a computer drawing or graphics package. All illustrations must be suitable for reduction to single column (84 mm) or page width (174 mm) of the Journal, with particular attention to lettering size. Photographs must be reproduced as black and white image files (see section 3 below).

(g) *Terms and nomenclature*

Terms and nomenclature should abide by the *Système International d'Unités*. For a detailed guide to symbols, units and abbreviations, please consult the following text:

The Symbols Committee of the Royal Society (1975, addenda 1981). *Quantities, Units and Symbols*. London: The Royal Society.

For a comprehensive review of applications to sport and physical activity, please consult the following publication:

Winter, E.M. and Fowler, N. (2009). Exercise defined and quantified according to the *Système International d'Unités*. *Journal of Sports Sciences*, 27, 447-460.

(h) *Statistical analyses*

Authors must at least accompany conventional *P* values with metrics such as effect sizes, confidence intervals of difference/change and minimum clinically or practically important difference.

An effect size expresses a difference between groups or change within groups as a fraction of the variability between participants. Usually, this denominator is the standard deviation.

Effect sizes can be evaluated as trivial (0–0.19), small (0.20–0.49), medium (0.50–0.79) and large (0.80 and greater) (Cohen, J. [1992]. *Psychological Bulletin*, 112, 155–159). Similarly, confidence intervals of difference/change (Cumming, G. & Finch, S., [2001]. *Educational and Psychological Measurement*, 61, 532–574) can evaluate outcomes on the basis of their inclusion of zero, i.e. no effect.

The confidence interval represents a plausible range of values within which the true (but unknown) population value lies (Cumming, G. [2012]. *Understanding the new statistics*. New

York: Routledge). The greatest likelihood will arise from effects with narrow confidence intervals and therefore high precision.

Another way to evaluate the effectiveness of an intervention is by way of the minimum clinically (or practically) important difference. This difference should be stated before a study commences and expresses the smallest change in the principal outcome measure that must occur if the intervention is to be considered effective. It is usually taken to be equivalent to an effect size of 0.20.

Copyright and authors' rights

To assure the integrity, dissemination, and protection against copyright infringement of published articles, you will be asked to assign us, via a Publishing Agreement, the copyright in your article. Your Article is defined as the final, definitive, and citable Version of Record, and includes: (a) the accepted manuscript in its final form, including the abstract, text, bibliography, and all accompanying tables, illustrations, data; and (b) any supplemental material hosted by Taylor & Francis. Our Publishing Agreement with you will constitute the entire agreement and the sole understanding between you and us; no amendment, addendum, or other communication will be taken into account when interpreting your and our rights and obligations under this Agreement.

Mais informações disponíveis em:

<<http://www.tandfonline.com/action/authorSubmission?journalCode=rjsp20&page=instructions#submission>>.