

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO

CURSO DE NUTRIÇÃO

Larissa Vieira da Silva

**COMPARAÇÃO E VALIDAÇÃO DO PERCENTUAL DE GORDURA CORPORAL DE
ÁRBITROS DE FUTEBOL DE ELITE POR DIFERENTES MÉTODOS DE AVALIAÇÃO
DA COMPOSIÇÃO CORPORAL**

Florianópolis - SC

2019

LARISSA VIEIRA DA SILVA

**COMPARAÇÃO E VALIDAÇÃO DO PERCENTUAL DE GORDURA CORPORAL DE
ÁRBITROS DE FUTEBOL DE ELITE POR DIFERENTES MÉTODOS DE AVALIAÇÃO
DA COMPOSIÇÃO CORPORAL**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso
de Nutrição da Universidade Federal de Santa
Catarina como pré-requisito para obtenção do grau de
Bacharel em Nutrição.

Professora orientadora: Fernanda Hansen

Florianópolis - SC

2019

Comparação e validação do percentual de gordura corporal de árbitros de futebol de elite por diferentes métodos de avaliação da composição corporal

Larissa Vieira da Silva¹, Fernanda Hansen¹

¹Department of Nutrition, Health Sciences Center, Federal University of Santa Catarina, University Campus, Trindade, 88040-900 Florianópolis, Santa Catarina, Brazil

Corresponding author:

Fernanda Hansen

Department of Nutrition, Health Sciences Center, Federal University of Santa Catarina
University Campus, Trindade, Florianópolis, Santa Catarina, Brazil, 88040-900

Telephone: +55 48 3721-2783

fernandahansen@hotmail.com

Resumo

A composição física é um componente importante da aptidão, porque o excesso de tecido adiposo atua como peso morto para atividades como de corrida, que é desempenhada durante a partida. Em virtude disso, a arbitragem de futebol de elite brasileira é avaliada constantemente pelo percentual de gordura corporal (%GC) - estimado por antropometria - e desempenho em testes físicos. O objetivo deste estudo foi comparar o %GC obtido por diferentes métodos de avaliação de composição corporal em 21 árbitros de futebol de elite do sexo masculino de Santa Catarina, membros da Confederação Brasileira de Futebol (CBF). O %GC foi estimado por antropometria, Impedância bioelétrica (BIA), Pletismografia por deslocamento de ar (BOD POD), Densitometria óssea de dupla absorção de raio-X (DXA) e equações de 3 e 4 compartimentos (3C e 4C, respectivamente). Antropometria e DXA foram utilizados como referência de comparação neste estudo. O teste *t* de *Student* ou *Mann Whitney* foi utilizado para comparar os dois grupos quanto às variáveis contínuas quando simétricas ou assimétricas, respectivamente. A comparação das variáveis qualitativas foi realizada pelo teste de qui-quadrado. A validade entre os métodos foram avaliados pelo coeficiente de correlação intraclass ou pelo Kappa ponderado de Cohen coeficiente e a comparação entre diferentes métodos foi avaliada por ANOVA de uma via, seguido pelo teste de Tukey quando significativa. Pela análise do coeficiente de correlação intraclass, BIA, BOD POD e 3C possuem correlação excelente ($r=0,82$; $r=0,84$; $r=0,83$, respectivamente) comparada com a antropometria, já DXA ($r=0,70$) apresentou resultado satisfatório. Quando usado DXA como padrão de comparação, BIA e BOD POD ($r=0,72$; $r=0,72$, respectivamente) apresentaram correlação satisfatória e 3C correlação excelente ($r=0,78$). Contudo, 4C apresentou correlação pobre ($r=0,00$) comparado com ambos métodos. De acordo com os gráficos de concordância de Bland-Altman, antropometria subestimou o %GC quando comparada com os diferentes métodos (DXA, BIA, BOD POD e 3C), enquanto que com o modelo de 4C, superestimou o %GC. Já DXA superestima o %GC comparada com BIA, BOD POD, 3C e 4C (respectivamente: média=2,77, DP=2,40; média=3,25, DP=2,75; média=2,52,

DP=2,21; média=11,19, DP=3,82). Pela análise de kappa ponderado, quando comparado com a antropometria, BOD POD, BIA e 3C possuem uma concordância substancial (0,65, $p<0,001$; 0,68, $p<0,001$; 0,72, $p<0,001$, respectivamente), DXA concordância moderada (0,64, $p<0,0001$) e 4C concordância pobre (0,12, $p=0,902$). Comparados ao DXA, BOD POD, BIA e 3C apresentaram concordância moderada (0,55, $p=0,001$; 0,58, $p<0,001$; 0,59, $p=0,001$, respectivamente) e 4C concordância fraca (0,35, $p=0,909$). A antropometria apresentou concordância significativa com a BIA, BOD POD, DXA e modelo de 3C, exceto com modelo de 4C. Portanto, a antropometria pode ser um bom método para análise do %GC em árbitros de futebol da elite brasileira, apesar da variabilidade intra e interindividual inerente a este método.

Palavras-chave: árbitros de futebol, composição corporal, métodos de avaliação, métodos de campo, métodos laboratoriais.

Introdução

O futebol é considerado o esporte mais popular do mundo (PEISER, B., MINTEN, J. 2003; REILLY, T. 1997) e o árbitro é o responsável pela implementação das regras durante o jogo. Para isso, é necessário que o árbitro acompanhe as jogadas e esteja em uma posição adequada para perceber infrações (REILLY, T., & GREGSON, W. 2006), fato que ressalta a necessidade de um bom condicionamento físico. Estudos de Castagna *et al.*, (2007) mostraram que árbitros centrais europeus percorrem em média distâncias que variam entre 9 e 13 km, atingindo aproximadamente 85-90% da frequência cardíaca e aproximadamente 70-80% do consumo de VO_2 máximo (STOLLEN *et al.*, 2005). Os árbitros centrais brasileiros percorrem distância semelhante, de ~9 a ~12 km, em partidas oficiais (DA SILVA; RODRIGUEZ-AÑEZ, 1999; VIEIRA; COSTA; AOK, 2010). Já os árbitros assistentes brasileiros, que tem metade do campo para se movimentar, percorrerem de 6 a 7 km por partida (CARVALHO, 2015).

A composição física é um componente importante da aptidão, porque o excesso de tecido adiposo atua como peso morto para atividades como de corrida, que é desempenhada durante a partida (WILLIAMS; REILLY, 1996). Também é reconhecido que os níveis de gordura corporal afetam o gasto de energia, a relação potência/peso dos jogadores e a capacidade de aceleração (DUTHIE; PYNE; HOOPER, 2003). Existem estudos que buscaram conhecer o perfil morfológico dos árbitros por meio de antropometria (SILVA; RECH, 2008; FERNÁNDEZ; SILVA; ARRUDA, 2008) e tem sido apontado que existe correlação inversa entre o %GC e o rendimento em testes de sprint de velocidade (AMONETTE *et al*, 2014).

Os membros do quadro de arbitragem da Confederação Brasileira de Futebol (CBF) são avaliados pelo percentual de gordura corporal (%GC) e pelo desempenho no teste físico (Manual Pruebas Físicas: protocolo y parametros da Federação Internacional de Futebol, 2016). Apesar do índice de massa corporal (IMC) ser um índice bastante utilizado como ferramenta de avaliação nutricional, este não determina a composição corporal (HOWLEY; FRANKS, 2008). Portanto, pesquisadores utilizam a generalização de Jackson e Pollock de 3 e 7 dobras, que foram validadas em atletas profissionais de futebol (FONSECA; MARINS; SILVA, 2007) a fim de estimar a densidade corporal e, com isso, o %GC. A generalização de Jackson e Pollock (1978) de 7 dobras cutâneas e estimativa de densidade corporal de Siri (1961) são as utilizadas pela CBF na avaliação dos árbitros e os métodos de campo são os mais frequentemente utilizados para monitorar a composição corporal em aplicações esportivas e de saúde, mas com diferentes graus de validade (ACKLAND *et al.*, 2012; FONSECA; MARINS; SILVA, 2007).

A utilização de técnicas de laboratório de avaliação da composição corporal mais robustas é fundamental para melhor caracterização do perfil corporal de árbitros de futebol. Alguns aparelhos estimam o %GC, apesar de ter como foco a mensuração de componentes corporais específicos, apesar de também. A densitometria óssea de dupla absorção de raio-X (DXA) que tem como foco mensurar a densidade mineral óssea, a pletismografia por deslocamento de ar (BOD POD) avaliar a densidade corporal e a

impedância bioelétrica (BIA) estimar a taxa de água corporal (SAUNDERS; BLEVINS; BROEDER, 1998; NICKERSON *et al.*, 2017). As variáveis citadas para cada um desses métodos são utilizadas para calcular o %GC pelos modelos de equação de três e quatro compartimentos (3C e 4C), sendo que este último é considerado padrão-ouro atualmente aceito para avaliar a composição corporal de adultos saudáveis. Apesar de suas vantagens, a composição corporal de 4C é raramente usada porque requer diversos aparelhos, demanda tempo e possui alto custo (NG *et al.*, 2018).

Tendo em vista que a composição corporal implica na atuação dos árbitros de futebol, que estes são constantemente avaliados pelo %GC e que os estudos de comparação e validação de métodos de avaliação de composição corporal neste público são escassos, o presente estudo tem como objetivo principal comparar o %GC obtido por antropometria com BOD POD, BIA, DXA e equações de 3C e 4C, e também destes com DXA em árbitros de futebol de elite.

Materiais e métodos

Sujeitos

Este é um estudo observacional, transversal, realizado na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A amostra foi selecionada por conveniência. Foram avaliados 21 árbitros de futebol, do sexo masculino, de Santa Catarina (SC) integrantes da Confederação Brasileira de Futebol (CBF), sendo 8 centrais e 13 assistentes (Tabela 1). Foram excluídos participantes do sexo feminino e indivíduos com prótese de metal no corpo. A pesquisa ocorreu no período de pré-teste de aptidão física, em julho de 2018.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da UFSC (CAAE: 82584318.0.0000.0121, Número do Parecer: 2.572.301) e os participantes leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), seguindo a Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466 de 2012 (BRASIL, 2013).

Coleta de dados

As etapas do estudo consistiram em: preenchimento de questionário socioeconômico, de questionário internacional de atividade física - versão reduzida (IPAQ) (MATSUDO *et al.*, 2011) e avaliação da composição corporal (Figura 1).

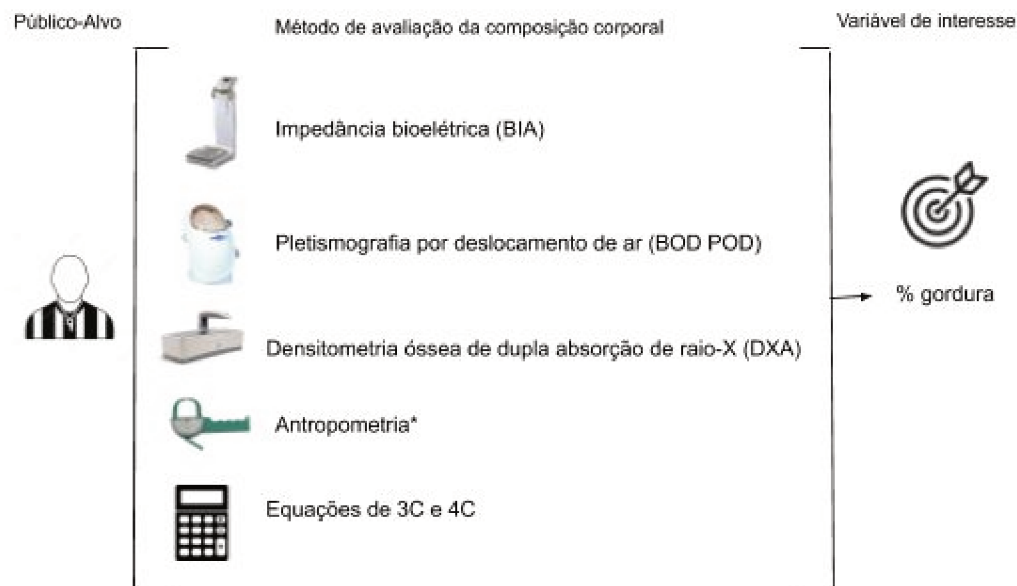


Figura 1. Design do estudo. 3C, modelo de três compartimentos, 4C, modelo de quatro compartimentos

*7 dobras cutâneas = Jackson e Pollock (1978). O cálculo do percentual de gordura foi realizado pela equação de Siri (1961).

Métodos de avaliação da composição corporal

Preparação para as análises

A coleta ocorreu no Laboratório de Composição Corporal do Departamento de Nutrição, da Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. Todos os testes foram realizados no mesmo dia, no turno da manhã, em todos os participantes. Para diminuir os eventuais erros, todos os indivíduos receberam por escrito e com antecedência um procedimento operacional padrão para a preparação para realização dos testes. As recomendações integram cuidados necessários para a execução de todos os testes

(BIA, BOD POD, DXA e antropometria) de composição corporal deste estudo (ELLIS *et al.*, 1994; FIELDS *et al.*, 2002.; KYLE *et al.*, 2004). Os participantes foram orientados para no momento da coleta estarem descalço e utilizar preferencialmente roupa de banho (sunga) ou roupa de ginástica (short curto e aderido ao corpo). Não utilizar adornos ou objetos metálicos como brincos, anéis, correntes, piercing, entre outros. Estar com o corpo seco. Não comer ou beber 10 horas antes do horário de início do teste e não praticar exercício físico moderado ou vigoroso 24 horas antes do horário de início do teste. Estar de bexiga vazia (urinar 30 minutos antes do teste) e não ingerir bebidas alcoólicas 48 horas antes do horário de início do teste. Não ingerir bebidas com cafeína no dia anterior ao teste e não tomar medicamentos diuréticos sete dias antes do teste. Informar se fazia uso de marcapasso ou se possuía algum pino (prótese óssea).

Antropometria

Para a coleta da massa corporal foi utilizada uma balança eletrônica (modelo RIW 200 Welmy®, Canoas, RS, Brasil), com precisão de 100 g. A estatura foi medida em estadiômetro (Alturaexata®, Belo Horizonte, BH, Brasil), com precisão de 1 milímetro. Estes dados foram utilizados para determinar o Índice de Massa Corporal (IMC). As medidas das pregas cutâneas (peito, meio axilar, tríceps, subescapular, abdominal, suprailíaca e coxa mediana) foram aferidas por 2 antropometristas, certificados pela International Society for Advancement of Kinanthropometry, (ISAK) nível I. Foi utilizado plicômetro da marca Lange® (Beta Tech Inc, Cambridge, Maryland), escala de 0 a 60 mm, pressão constante de 10 g/mm² e resolução de 1 mm, respectivamente. Todas as medidas foram coletadas do lado direito do indivíduo, em duplicata e se a diferença entre as duas medidas ultrapassasse 12,5% utilizou-se uma terceira medida a fim de estimar a mediana. O erro técnico de medida (ETM) do primeiro e segundo avaliador foi de 4,7 e 3,8, respectivamente. A densidade corporal (DC) foi estimada usando a fórmula de Jackson e Pollock (1978), a qual utiliza a soma da espessura das 7 dobras cutâneas aferidas. O cálculo do %GC foi realizado pela equação de Siri (1961) - $\%G = [(4,95/D) - 4,50] \times 100$.

Impedância bioelétrica (BIA)

A análise de impedância bioelétrica foi realizada utilizando o modelo octapolar, multifrequencial, Inbody 720 (Biospace, Los Angeles, CA, USA). A calibração do aparelho foi realizada de acordo com manual do fabricante. Os indivíduos foram orientados a permanecerem parados durante o exame, em posição vertical com os braços afastados do corpo. O posicionamento dos participantes e dos eletrodos seguiram a instrução do fabricante (DE CASTRO; LIMA; SILVA, 2017). O teste foi realizado pelo mesmo pesquisador para todos os participantes.

Densitometria óssea de dupla absorção de raio-X (DXA)

Todas as análises foram realizadas em corpo todo, em um scanner de dupla absorção de raio-X Lunar Prodigy Advance, Discovery Wi Fan -Beam -S / N 81593, (GE®, Medical Systems, Madison, USA) com análise realizada usando o software enCORE™ 2011 versão 13.6. A calibração do DXA foi realizada conforme instrução do fabricante. Os indivíduos foram dispostos no leito de varredura em posição supina, com palmas das mãos para baixo, próxima ao corpo, conforme protocolo do fabricante (LAZZER, *et al.* 2008). Em seguida, foram adicionados duas faixas de contenção em torno dos tornozelos e dos joelhos para minimizar qualquer movimento do participante e garantir uma posição consistente para análise. As digitalizações foram analisadas automaticamente pelo software DXA. O teste foi realizado pelo mesmo pesquisador para todos os participantes.

Pletismografia por deslocamento de ar (BOD POD)

A calibração do aparelho e a avaliação da densidade corporal foram realizadas no BOD POD (COSMED, Rome, Italy) conforme as recomendações do fabricante (LAZZER, *et al.* 2008). Os participantes utilizaram touca de natação, permaneceram sentados, sem realizar movimentos. O cálculo da densidade corporal foi efetuado pelo software body composition Tracking System, segundo a equação de Siri (1961).

Equações de 3 e 4 compartimentos (3C e 4C)

O modelo de 3 compartimentos (3C) foi criado para calcular o percentual de gordura utilizando a equação de Siri, a partir do valor de densidade corporal obtido por meio do BOD POD e da taxa de água corporal adquirido da BIA: $\% \text{ GC} = 211,5 / \text{densidade corporal} - 78,0 \times (\text{água corporal total} / \text{massa corporal total}) - 134,8$ (WITHERS *et al.* 1985).

O modelo de 4 compartimentos (4C) conta com uma variável adicional de densidade mineral óssea obtida pela DXA: $\% \text{ GC} = 251,3 / \text{densidade corporal} - 73,9 \times (\text{água corporal total} / \text{massa corporal total}) + 94,7 \times (\text{massa mineral óssea} / \text{massa corporal total}) - 179$ (WITHERS *et al.* 1985).

Análise estatística

A análise estatística foi realizada no STATA para Windows, Versão 13.1 (StataCorp LP, USA) e os gráficos foram realizados no software Prism 5.0 (*GraphPad*) para Mac. As variáveis contínuas foram apresentadas como média e desvio padrão, mínimo e máximo, mediana e intervalo interquartil a depender da simetria dos dados. As variáveis qualitativas foram descritas em frequência absoluta e relativa. A avaliação da normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para caracterização da amostra, os árbitros foram separados conforme posição de atuação (centrais ou assistentes). O teste *t* de *Student* ou *Mann Whitney* foi utilizado para comparar os dois grupos quanto às variáveis contínuas quando simétricas ou assimétricas, respectivamente. A comparação das variáveis qualitativas foi realizada pelo teste de qui-quadrado. Para comparação entre os seis diferentes métodos de avaliação da composição corporal foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) de uma via e, quando significativa, foi efetuado o pós-teste de *Tukey*. A validade das medidas comparando-as com a antropometria e com o DXA foi realizada pelo coeficiente de correlação intraclasse, método de Bland-Altman e kappa ponderado. Valores de coeficiente de correlação intraclasse (ICC) e kappa ponderado foram classificados, sendo $\text{ICC} \geq 0,75$

correlação excelente, $0,40 \geq ICC < 0,75$ satisfatória e $ICC < 0,4$ pobre; Valores de kappa ponderado $< 0,00$ não apresentam concordância, $0,00-0,19$ pobre, $0,20-0,39$ fraca, $0,40-0,59$ moderada, $0,60-0,79$ substancial e $0,80-1,00$ perfeita. A análise de concordância pelo kappa ponderado foi realizada com a categorização dos dados de %GC obtido pelos diferentes métodos de análise segundo a classificação de acordo com o Manual de Normas Gerais da Arbitragem Brasileira (CBF, 2014). Utilizou-se o nível de significância de 5% para a tomada de decisão estatística.

Resultados

Caracterização da amostra

A amostra foi composta por 21 árbitros de futebol da CBF de Santa Catarina, sendo 8 árbitros centrais e 13 assistentes. As variáveis descritas na tabela 1 não apresentaram diferença significativa quando comparada à posição de atuação do árbitro. Ressalta-se que a amostra possui alto nível de escolaridade, sendo que dentre os árbitros centrais, 87,5% apresentaram no mínimo ensino superior completo. Dos assistentes, 76,9% possuíam no mínimo ensino superior completo. A variável tempo de arbitragem teve mediana de 31,5 meses para centrais e 31,0 meses para assistentes. Quando avaliado o nível de atividade física, 87,5% ($n=7$) dos centrais e 76,9% ($n=10$) dos assistentes possuem nível intenso. Nenhum indivíduo apresentou nível leve de atividade física de acordo com o IPAQ.

Tabela 1 - Dados de caracterização de árbitros de futebol do sexo masculino de Santa Catarina (SC) integrantes da Confederação Brasileira de Futebol (CBF). Julho, 2018.

Variável	Centrais (n=8) média (± DP); mínimo e máximo	Assistentes (n=13) média (± DP); mínimo e máximo	p
Idade (anos)*	31,37 (± 3,92); 27 - 39	30,07 (± 3,12); 24 - 34	0,412
Massa corporal (kg)*	84,53 (± 6,81); 73,50 - 97,70	80,70 (± 8,31); 66,80 - 94,10	0,288
Altura (m)*	181,08 (± 3,75); 176,2 - 185,5	179,46 (± 6,34); 170,8 - 188,6	0,571
IMC (kg/m ²)*	25,82 (± 1,83); 23,67 - 28,39	24,99 (± 1,42); 22,63 - 27,05	0,260
Escolaridade	n; %	n; %	p
Ensino superior incompleto	1; 12,50	3; 23,07	0,923
Ensino superior completo	3; 37,50	4; 30,76	
Pós graduação completa	1; 12,50	1; 7,69	
Pós graduação incompleta	3; 37,50	5; 38,46	
Renda			
Até 3 SM#	0; 0,00	1; 7,69	0,269
3 a 5 SM	4; 50,00	5; 38,46	
6 a 9 SM	2; 25,00	4; 30,76	
9 a 12 SM	0; 0,00	2; 15,38	
12 a 15 SM	2; 25,00	0; 0,00	
Não soube/Não quis responder	0; 0,00	1; 7,69	
IPAQ			
Leve	0; 0,00	0; 0,00	0,549
Moderado	1; 12,50	3; 23,07	
Intenso	7; 87,50	10; 76,92	
IPAQ (MET-minutos/semana)*	2551,5 (IIQ: 2125,5; 9132)	3195 (IIQ: 2556; 4170)	0,828
Tempo de arbitragem CBF (meses)*	31,5 (IIQ: 7,5 - 75,5)	31,0 (IIQ: 28,0-48,0)	0,717

IMC, índice de massa corporal; IPAQ, questionário internacional de atividade física. #SM, salário mínimo = R\$ 954,00. *As variáveis contínuas foram apresentadas como média ± desvio padrão e valores de mínimo e máximo ou como mediana e intervalo interquartil a depender da normalidade dos dados. O teste t de Student ou Mann Whitney foi utilizado para comparar os dois grupos quanto às variáveis contínuas quando simétricas ou assimétricas, respectivamente. A comparação das variáveis qualitativas foi realizada pelo teste do qui-quadrado. Utilizou-se o nível de significância de 5% para a tomada de decisão estatística.

Comparação do percentual de gordura corporal obtido por diferentes métodos

Observou-se que há diferença significativa ($F=10,58$; $p<0,0001$) na média do %GC, sendo que o %GC obtido pelo modelo de 4C é significativamente menor ($p<0,05$) do que dos demais métodos avaliados neste estudo (Figura 2).

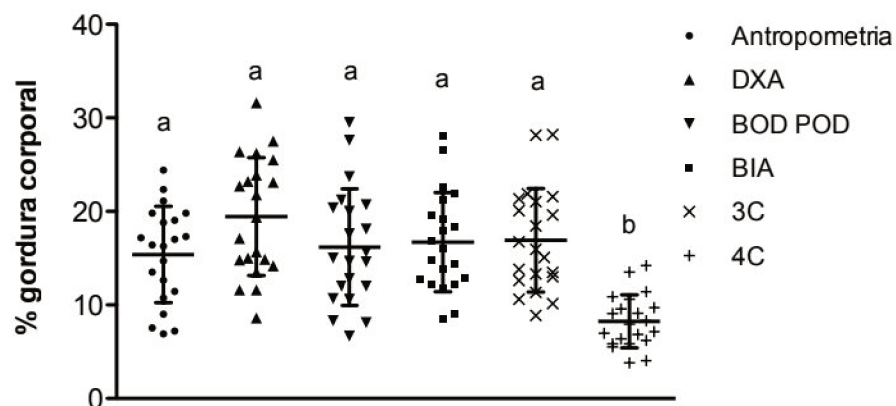


Figura 2. Média do percentual de gordura corporal de acordo com os diferentes métodos de avaliação da composição corporal. Os dados estão mostrados como média e desvio padrão (n = 21). Os dados foram analisados por ANOVA de uma via, e, por ser significativa, foi seguida do pós-teste de *Tukey*. As colunas sem uma letra comum diferem estatisticamente, assumindo $p < 0,05$.

Análise de correlação e concordância do percentual de gordura corporal obtido por diferentes métodos

Os métodos BIA, BOD POD e 3C ($r=0,82$; $r=0,84$; $r=0,83$, respectivamente) apresentaram correlação excelente comparada com a antropometria, enquanto DXA ($r=0,70$) apresentou resultado satisfatório e o método de 4C ($r=0,00$) uma correlação pobre. Ao comparar os mesmos métodos com DXA, o modelo de BIA, BOD POD 3C, ($r=0,72$; $r=0,72$; $r=0,78$; respectivamente) apresentaram correlação excelente. O modelo de 4C ($r=0,00$) possuiu uma correlação pobre (Tabela 2).

Tabela 2 - Comparação do percentual de gordura corporal obtidos por diferentes métodos em árbitros de futebol do sexo masculino de Santa Catarina (SC) integrantes da Confederação Brasileira de Futebol (CBF). Julho, 2018.

Método de avaliação do percentual de gordura corporal	r
BIA*	0,82
BOD POD*	0,84
DXA*	0,62
3C*	0,83
4C*	0,00
BIA**	0,72
BOD POD**	0,72
3C**	0,78
4C**	0,00

3C = equação de três compartimentos; 4C = equação de quatro compartimentos, r = valores do coeficiente de correlação intraclass; ICC = coeficiente de correlação intraclass. Onde $ICC \geq 0,75$ apresenta correlação excelente, $0,40 \geq ICC < 0,75$ satisfatória e $ICC < 0,4$ apresenta correlação pobre. *Dados comparados com a avaliação antropométrica. **Dados comparados com a avaliação pela DXA.

A representação gráfica pelo método de Bland-Altman utilizando como referência a antropometria e o DXA, pode ser observado nas figuras 3 e 4, respectivamente. Pode-se observar que na figura 3 a antropometria comparada ao DXA, BOD POD, BIA, 3C subestima o %GC (média=-4,04, DP=2,46; média=-0,79, DP=3,23; média=-1,27, DP=2,98; média=-1,52, DP=2,78, respectivamente). Já comparada ao modelo de 4C, a antropometria superestima o %GC (média=7,15, DP=3,18). Em outras análises (figura 4) verificou-se que o DXA superestima o %GC em relação à BIA, BOD POD, 3C, 4C (média=2,77, DP=2,40; média=3,25, DP=2,75; média=2,52, DP=2,21; média=11,19, DP=3,82, respectivamente).

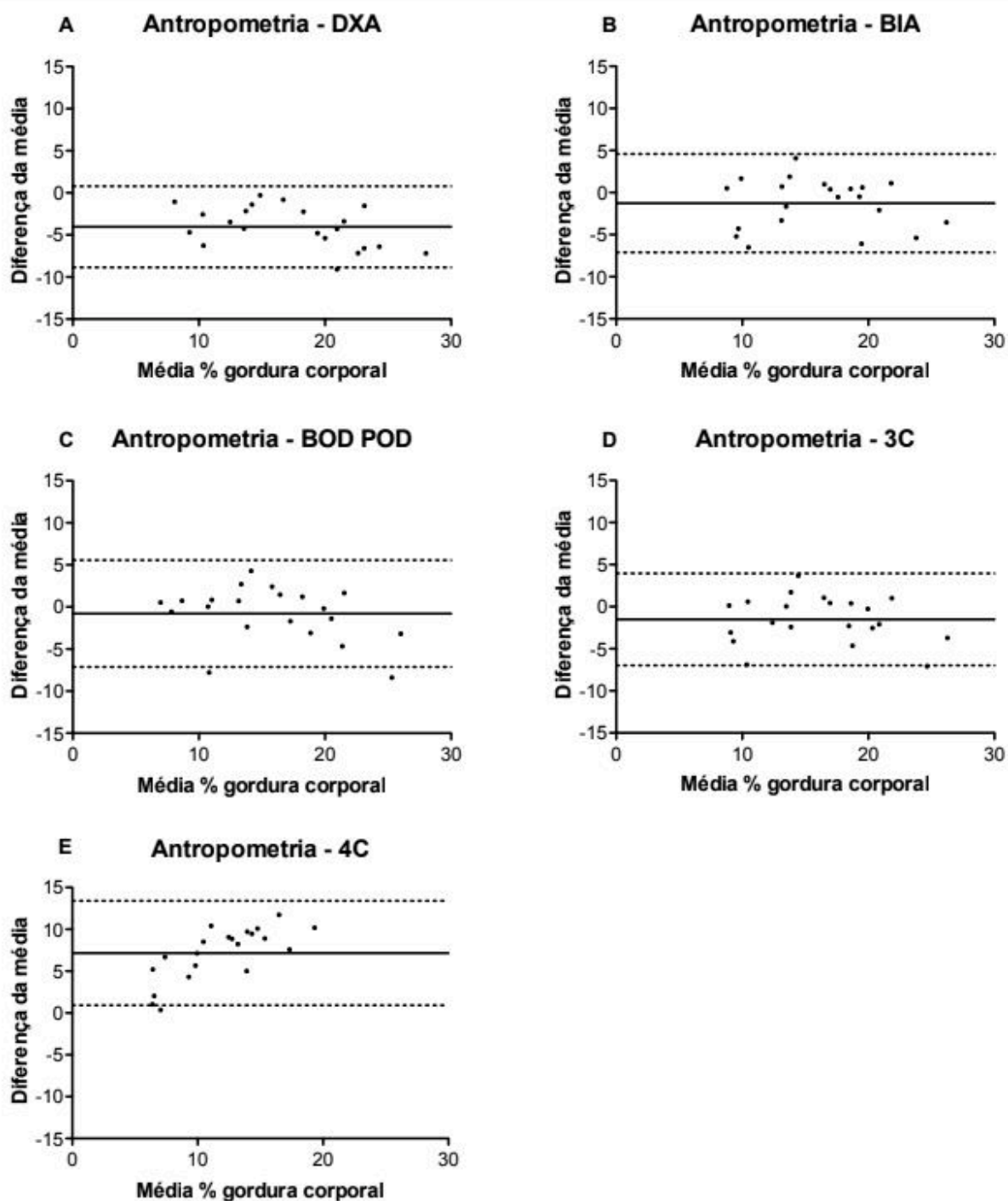


Figura 3. Gráficos de Bland-Altman referente a diferença de média do % gordura corporal comparados com a antropometria em árbitros de futebol de Santa Catarina. Diferença de média de % gordura corporal analisado pela antropometria e DXA (A), antropometria e BIA (B), antropometria e BOD POD (C), antropometria e equação de 3 compartimentos (3C) (D), antropometria e equação de 4 compartimentos (4C) (E). A linha contínua indica a média e as linhas tracejadas indicam os valores de 1,96 desvio padrão (DP) (n = 21).

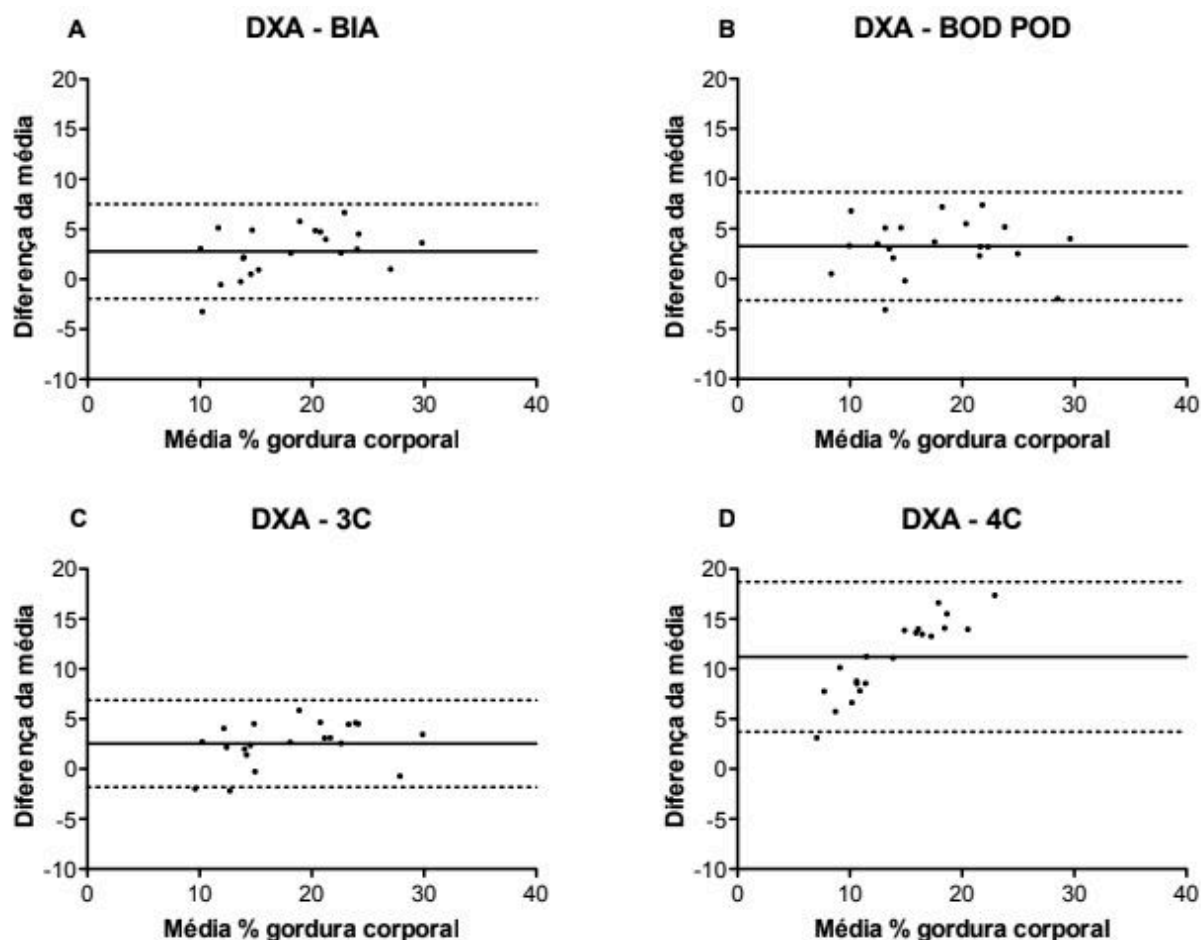


Figura 4. Gráficos de Bland-Altman referente a diferença de média do % gordura corporal comparados com a DXA em árbitros de futebol de Santa Catarina. Diferença de média de % gordura corporal analisado por DXA e BIA (A), DXA e BOD POD (B), DXA e equação de 3 compartimentos (3C) (C), DXA e equação de 4 compartimentos (4C) (D). A linha contínua indica a média e as linhas tracejadas indicam os valores de 1,96 desvio padrão (DP) (n = 21).

Pela análise de concordância do kappa ponderado (tabela 3) verificou-se que quando os resultados foram comparados com a antropometria o BOD POD, a BIA e o modelo de 3C possuem uma concordância substancial (0,65, $p < 0,001$; 0,68, $p < 0,001$; 0,72, $p < 0,001$, respectivamente). Já o DXA apresentou concordância moderada de 0,64 ($p < 0,0001$) e o modelo de 4C pobre concordância (0,12, $p = 0,902$). Quando comparados com o DXA, os resultados da análise do BOD POD, da BIA e do modelo de 3C apresentaram uma concordância moderada (0,55, $p = 0,001$; 0,58, $p < 0,001$; 0,59,

p=0,001, respectivamente). Já o modelo de 4C apresentou concordância fraca (0,35, p=0,909) quando comparado com o DXA.

Tabela 3 - Análise de concordância do percentual de gordura corporal obtidos por diferentes métodos em árbitros de futebol do sexo masculino de Santa Catarina (SC) integrantes da Confederação Brasileira de Futebol (CBF). Julho, 2018.

Método de avaliação do percentual de gordura corporal	kappa ponderado	p
BIA*	0,68	<0,001
BOD POD*	0,65	<0,001
DXA*	0,64	< 0,001
3C*	0,72	<0,001
4C*	0,12	0,902
BIA**	0,58	< 0,001
BOD POD**	0,55	0,001
3C**	0,59	< 0,001
4C**	0,35	0,909

3C = equação de três compartimentos; 4C = equação de quatro compartimentos. A análise de concordância foi feita por Cohen's weight kappa coefficient, sendo que: valores < 0,00 não apresentam concordância, 0,00-0,19 pobre concordância, 0,20-0,39 fraca concordância; 0,40-0,59 concordância moderada, 0,60-0,79 concordância substancial e 0,80-1,00 perfeita concordância. *Dados comparados com a avaliação antropométrica. **Dados comparados com a avaliação pela DXA.

Discussão

Neste estudo foi avaliado o %GC de árbitros de futebol de elite do sexo masculino por meio de métodos de campo, como a antropometria (análise simples e de baixo custo) e métodos de laboratório - DXA, BIA e BOD POD - (análises complexas e de alto custo), que permitiu o cálculo de equações de 3C e 4C. A variedade de análises de composição corporal feitas nesta pesquisa ainda é pouco encontrada na literatura e, especialmente em árbitros de futebol, que até onde sabemos, este estudo é inédito. O presente estudo revelou que quando comparados com antropometria, pela análise de

correlação intraclass, BIA, BOD POD e 3C apresentaram correlação excelente, DXA satisfatória e 4C pobre. Pela análise de concordância de Bland-Altman a média da diferença da antropometria subestimou o %GC quando comparada com os diferentes métodos (DXA, BIA, BOD POD e 3C), enquanto que 4C superestimou o %GC. Tendo em vista que os árbitros são avaliados e classificados pelo resultado do %GC obtido pela antropometria, os resultados obtidos neste estudo possuem aplicabilidade e auxiliarão no conhecimento da validação da antropometria.

Os métodos de laboratórios de avaliação da composição corporal, como DXA e BOD POD, são frequentemente usados na pesquisa em ciências do esporte. Embora informações relativamente limitadas estejam disponíveis em populações atléticas, algumas divergências entre métodos laboratoriais e equações multicompartimentais foram encontradas. Portanto, a validação de métodos laboratoriais mais práticos ou avaliações de campo baratas é uma área de interesse contínuo (GRAYBEAL *et al*, 2018).

Em nosso estudo o %GC avaliado pela equação de 4C foi significativamente menor que todos os demais métodos avaliados. Um estudo conduzido com 19 homens e 13 mulheres saudáveis que também comparou os métodos de antropometria, BIA, DXA e BOD POD e utilizou os modelos de 3 e 4C, verificou que, corroborando com nossos achados, o modelo de 4C apresentou %GC menor comparado com os demais métodos (SCHUBERT *et al*, 2019). Todavia, no estudo de Nickerson *et al* (2019), com 187 homens e mulheres aparentemente saudáveis, com idade entre 18 e 40 anos, verificou que o resultado do %GC por antropometria foi significativamente menor quando comparado com a equação de 4C. É importante salientar que neste último estudo a antropometria foi avaliada por Jackson e Pollock de 7 dobras, assim como no nosso estudo, entretanto, a equação para cálculo da densidade corporal não foi relatada no estudo e no modelo de 4C foi usada pesagem hidrostática para obtenção da densidade corporal, fato que pode explicar, pelo menos em parte, a discrepância dos achados. Em estudo com 63 homens e 57 mulheres (n=120) aparentemente saudáveis, com idade entre 18 e 40 anos, que comparou o modelo de 3C com o de 4C, observou

que não houve diferença significativa no %GC entre esses métodos (NICKERSON; TINSLEY; ESCO, 2018). Neste último estudo 3C utilizou o dado obtido pela BIA tetrapolar para estimar água corporal total e o dado de antropometria para a densidade corporal.

A análise de correlação intraclasse, no presente estudo, revelou que BIA, BOD POD e 3C quando comparados com antropometria e com DXA apresentaram correlação excelente. A DXA possui correlação satisfatória comparada com antropometria. Os resultados encontrados em nosso estudo estão de acordo com um estudo realizado com 145 homens indianos saudáveis, onde a BIA apresentou um ICC excelente comparado com a antropometria (BHAT *et al*, 2005). PORTAL *et al* (2010), encontrou uma alta correlação da antropometria com BOD POD e com BIA em 29 indivíduos de 13 a 18 anos de idade, de ambos os sexos e jogadores de elite de vôlei. Outro estudo realizado com 22 homens e 23 mulheres jovens com idade entre 18 e 42 anos e saudáveis mostrou também que 3C apresenta correlação excelente quando comparado com antropometria (KUPPER *et al*, 1998). Estudo com 445 indivíduos, onde 184 eram homens e 261 mulheres saudáveis com idade entre 21 e 69 anos, também mostrou correlação excelente da BIA e BOD POD com DXA (BI; LOO; HENRY, 2018). Outro estudo (n=437) com estudantes com média de idade de 19.2 anos, 136 do sexo masculino e 301 feminino, média de 19,2 anos, verificou que o BOD POD apresentou excelente correlação intraclasse com o %GC da DXA, enquanto com a antropometria apresentou correlação moderada (BURNS; CONSTANTINO, 2019). Ball e Altena (2004) avaliaram uma amostra de 160 homens com média de 32 anos e encontraram excelente correlação de %GC entre DXA e BOD POD. Portanto, os diferentes estudos apontam alta correlação entre BIA, BOD POD com DXA e com antropometria. Há poucos estudos com 3C que propiciem a discussão dos achados.

Em estudo realizado com 62 mulheres com idade média de 48,19 anos (MARTINS *et al*. 2011) e estudo realizado com 30 adultos saudáveis, 14 do sexo masculino e 16 do sexo feminino, com idade entre 18 e 65 anos (DAY *et al*, 2018) a BIA apresentou boa concordância do %GC comparada a antropometria e ao DXA. Em

ambos estudos a análise de correlação utilizou diferentes pontos de corte comparado ao do presente estudo. Lowry e Tomiyama (2015), encontraram em 30 adultos (14 homens e 16 mulheres) saudáveis com idade entre 18 e 65 anos, uma boa concordância quando comparados BOD POD e DXA. Em uma amostra de 41 indivíduos saudáveis, 22 do sexo feminino e 19 do sexo masculino, com idade entre 19 e 29 anos, mostrou uma boa concordância entre a antropometria e BOD POD (HILLIER *et al* 2014). Schubert *et al*, 2019, mostrou uma boa concordância entre DXA e 4C, em uma amostra de 32 adultos, 19 homens e 13 mulheres com idade entre 18 e 40 anos, indo em confronto com o encontrado em nosso estudo. Em um estudo com 42 meninos entre 10 e 14 anos (PARKER *et al*, 2003), mostrou que o BOD POD apresenta uma correlação pobre comparado a antropometria, porém a amostra é muito divergente da avaliada no presente estudo.

No presente estudo, antropometria e DXA apresentaram correlação pobre em relação ao %GC com 4C. No entanto, Van Der Plog, Whitters e Laforgia (2003) publicaram um estudo com 152 indivíduos saudáveis onde (118 homens e 34 mulheres), de 18 a 59 anos, encontrou correlação alta entre 4C e DXA ($r= 0,952$). Cabe salientar que no referido estudo a água corporal total, utilizada na equação de 4C, foi estimada a partir de amostras de saliva por diluição isotópica com óxido de deutério. Nickerson *et al* (2019), relata correlação excelente entre antropometria e 4C, usando pesagem hidrostática para estimativa de densidade corporal e bioimpedância tetrapolar, em 102 adultos aparentemente saudáveis com idade média de 22 anos, 60 do sexo feminino e 62 do sexo masculino. Possivelmente os diferentes métodos de obtenção dos dados usados na equação de 4C podem explicar a discrepância dos achados, além das características da população avaliada em cada estudo, especialmente ao que se refere ao nível de atividade física, influenciando no resultado das variáveis dos aparelhos que são utilizadas nas equações.

A análise de concordância obtida por Bland-Altman, em nosso estudo, mostrou que a média da diferença da antropometria subestimou o %GC quando comparada com os diferentes métodos (DXA, BIA, BOD POD e 3C), enquanto que com o modelo de 4C

superestimou o %GC. Já a DXA superestima o %GC comparada com BIA, BOD POD, 3C e 4C. De Lorenzo *et al*, 2000, também encontrou que DXA superestimou o %GC em relação a BIA e antropometria em 43 homens atletas (19 de polo aquático, 9 de judô e 15 de karate). Um estudo realizado com 32 adultos, 19 homens e 13 mulheres com idade entre 18 e 40 anos, verificou que DXA, BOD POD e BIA superestimam o %GC quando comparado com 4C (SCHUBERT *et al*, 2019). Santos *et al* 2010, verificou em 27 em atletas de elite de judô do sexo masculino, com média de idade de 22.2 anos, que o DXA também superestimou o %GC quando comparado a 4C. Porém, o %GC avaliado por antropometria, BIA, BOD POD foi subestimado em relação a 4C.

A concordância realizada pelo kappa ponderado foi feita por meio da nota dada pela CBF a partir do %GC que o árbitro apresenta. Nessa análise foi comparada a nota adquirida referente aos diferentes métodos de avaliação de composição corporal dos árbitros. BOD POD, BIA e 3C apresentaram concordância substancial quando comparados a antropometria. A antropometria apresentou uma concordância moderada e o modelo de 4C uma concordância fraca em relação à DXA. Já os modelos de BIA, BOD POD e 3C apresentaram uma concordância moderada em comparação com a classificação feita pela DXA. Com os resultados obtidos nesta análise, pode-se inferir que nenhum dos métodos de análise de composição corporal testados aqui, provavelmente, resultaria na mesma classificação da nota oriunda da antropometria ou DXA, tendo em vista que nenhuma das comparações investigadas obteve concordância perfeita.

Vários fatores podem interferir no resultado do %GC. Alguns autores sugerem que a DXA é o padrão ouro atualmente aceito para avaliação da composição corporal, mas diferenças entre dispositivos, fabricantes e software e versão podem levar a resultados divergentes (KOHRT, 1995). Além disso, as suposições de variáveis fisiológicas específicas usadas em métodos laboratoriais, como a densidade e a hidratação da massa livre de gordura podem induzir erros quando usadas em indivíduos ou grupos que se desviam dos valores esperados. Cabe salientar que em relação aos demais métodos de avaliação da composição corporal os modelos de 3C e

4C são desenvolvidos por meio das variáveis resultantes de diferentes métodos, onde cada um possui uma variável que é referência para um componente específico da composição corporal, permitindo o isolamento e a identificação da quantidade da gordura corporal. Quando os demais métodos avaliam a composição de gordura corporal não utilizam somente uma variável obtida por ele e sim um conjunto de resultados gerados no aparelho e calculadas por equações do próprio software do aparelho para estimar o %GC. (SCHUBERT, 2019; SAUNDERS *et al*, 1998; NICKERSON *et al*, 2017)

Este trabalho apresenta algumas limitações: Inicialmente a amostra é pequena e indivíduos fisicamente ativos. Outro fator limitante foi a adesão pelos participantes ao procedimento prévio recomendado para a avaliação da composição corporal; Um árbitro apitou partida no dia anterior e 2 praticaram exercício físico, previamente a coleta de dados, não podendo respeitar o período sem praticar atividade física; Também houveram 3 indivíduos que consumiram cafeína e 1 que ingeriu bebida alcoólica no período anterior a avaliação, que pode interferir especialmente no estado de hidratação. Estes indivíduos não foram excluídos da amostra. Os valores de densidade mineral óssea encontrada nos árbitros do presente estudo são de maneira geral elevadas (90% da amostra), o que poderia estar influenciar o %GC apresentado pelo modelo de 4C, visto que esta variável é adicionada na equação em relação a equação de 3C. A hidratação dentro da faixa de normalidade, segundo os parâmetros da BIA utilizada no estudo, foi encontrada em apenas 38% da amostra, podendo ter influenciado os resultados dos modelos de equação para estimar %GC. Além disso, em nosso estudo 85% da amostra se autodeclara branca, podendo ter diferido com uma amostra mais heterogênea, uma vez que as diferenças na gordura corporal existe por raça/etnia (HEYMSFIELD *et al.*, 2016).

O presente estudo fornece informações importantes sobre a concordância relativa e de várias avaliações de laboratório e de campo que podem ser usadas em pesquisas e na prática clínica. Permitiu-se a comparação do %GC por meio da avaliação realizada por instrumentos considerados padrão ouro para determinado

compartimento corporal e de alto custo, assim dificultando análises parecidas como a realizada no nosso estudo; a utilização desses equipamentos são necessários para esta comparação e realização das equações de 3C e 4C, tornando trabalhos como este escassos na literatura, mas extremamente relevantes.

Conclusão

A antropometria, método de campo de avaliação da composição corporal utilizado pela CBF para avaliar o %GC de árbitros, apresentou concordância significativa com a BIA, BOD POD, DXA e modelo de 3C, exceto com modelo de 4C. A BIA, BOD POD e modelo de 3C apresentaram maiores valores de concordância com a antropometria independente do método de análise estatística. Sendo assim, conclui-se que a antropometria pode ser um bom método para análise do %GC em árbitros de futebol da elite brasileira, apesar da variabilidade intra e interindividual inerente a este método.

Referências bibliográficas

AMONETTE, E. et al. Physical determinants of interval sprint times in youth soccer players. **Journal of human kinetics**, v. 40, n. 1, p. 113-120, 2014.

ACKLAND, R. et al. Current status of body composition assessment in sport. **Sports Medicine**, v. 42, n. 3, p. 227-249, 2012.

BARUFALDI, A.; CONDE, L.; SCHUCH, I.; DUNCAN, B.; CASTRO, G. Bioelectrical impedance values among indigenous children and adolescents in Rio Grande do Sul, Brazil. **Rev . Panam. Salud. Pública**. 30(1): 39 -45 , 2011.

BALL, Stephen D.; ALTENA, Thomas S. Comparison of the Bod Pod and dual energy x-ray absorptiometry in men. **Physiological measurement**, v. 25, n. 3, p. 671, 2004.

BI, Xinyan.; LOO, Yi.; HENRY, Christiani. Body fat measurements in Singaporean adults using four methods. **Nutrients**, v. 10, n. 3, p. 303, 2018.

BHAT, D. S. et al. Body fat measurement in Indian men: comparison of three methods based on a two-compartment model. **International journal of obesity**, v. 29, n. 7, p. 842, 2005.

BURNS, D.; FU, You.; CONSTANTINO, Nora. Measurement agreement in percent body fat estimates among laboratory and field assessments in college students: Use of equivalence testing. *PloS one*, v. 14, n. 3, p. e0214029, 2019.

CARVALHO, J. Caracterização da demanda fisiológica do árbitro de futebol durante jogos do campeonato regional e nacional e sua relação com testes de campo. 2015. 100 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

CASTANHA, C.; ABT, G.; D'OTTAVIO, S. Physiological aspects of soccer refereeing performance and training. **Sports Medicine**, 37(7): 625-46, 2007.

DA SILVA, Alberto Inácio.; RECH, Cassiano Ricardo. Somatotipo e composição corporal de árbitros e árbitros assistentes da CBF. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**, v. 10, n. 2, p. 143-8, 2008.

DAY, K. et al. Comparison of a Bioelectrical Impedance Device against the Reference Method Dual Energy X-Ray Absorptiometry and Anthropometry for the Evaluation of Body Composition in Adults. **Nutrients**, v. 10, n. 10, p. 1469, 2018.

DE CASTRO, A.C.; DE LIMA, R.A.; SILVA, A.S. Accuracy of octa-polar bioelectrical impedance analysis for the assessment of total and appendicular body composition in children and adolescents with HIV: comparison with dual energy X-ray absorptiometry and air displacement plethysmography. **Journal of human nutrition and dietetics**, v. 31, n. 2, p. 276-285, 2018.

DE LORENZO, A. et al. Body composition measurement in highly trained male athletes: a comparison of three methods. **Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 40, n. 2, p. 178, 2000.

DUTHIE, Grant.; PYNE, David.; HOOPER, Sue. Applied physiology and game analysis of rugby union. **Sports medicine**, v. 33, n. 13, p. 973-991, 2003.

ELLIS, Kenneth J. et al. Accuracy of dual-energy x-ray absorptiometry for body-composition measurements in children. **The American journal of clinical nutrition**, v. 60, n. 5, p. 660-665, 1994.

ESTEBAN FERNÁNDEZ VARGAS, Germán; INÁCIO DA SILVA, Alberto; ARRUDA, Miguel. Perfil Antropométrico y Aptitud Física de Árbitros del Fútbol Profesional Chileno. **International Journal of Morphology**, v. 26, n. 4, 2008.

Fédération Internationale de Football Association. Manual Pruebas Físicas: protocolo y parametros, 2016.

FIELDS, David A.; GORAN, Michael I.; MCCRORY, Megan A. Body-composition assessment via air-displacement plethysmography in adults and children: a review. **The American journal of clinical nutrition**, v. 75, n. 3, p. 453-467, 2002.

FONSECA, Paulo Henrique Santos da.; MARINS, João Carlos Bouzas; SILVA, Alexandre Tavares da. Validação de equações antropométricas que estimam a

densidade corporal em atletas profissionais de futebol. **Rev Bras Med Esporte**, v. 13, n. 3, p. 153-6, 2007.

HILLIER, S.E. et al. A comparison of body composition measurement techniques. **Journal of human nutrition and dietetics**, v. 27, n. 6, p. 626-631, 2014.

HOWLEY, Edward T.; FRANKS, B. Don. Manual de condicionamento físico. Artmed, 2008.

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.

KYLE, Ursula G. et al. Bioelectrical impedance analysis—part II: utilization in clinical practice. **Clinical nutrition**, v. 23, n. 6, p. 1430-1453, 2004.

KÜPPER, J. et al. Measurements of body fat in Indonesian adults: Comparison between a three-compartment model and widely used methods. **Asia Pacific journal of clinical nutrition**, v. 7, p. 49-54, 1998.

KOVRT, W.M. Body composition by DEXA: Tried and true? **Med. Sci. Sports Exerc.** 1995;27:1349–1353.

KURIYAN, Rebecca et al. A 4-compartment model based validation of air displacement plethysmography, dual energy X-ray absorptiometry, skinfold technique & bioelectrical impedance for measuring body fat in Indian adults. **The Indian journal of medical research**, v. 139, n. 5, p. 700, 2014.

LAZZER, Stefano et al. Comparison of dual-energy X-ray absorptiometry, air displacement plethysmography and bioelectrical impedance analysis for the assessment

of body composition in severely obese Caucasian children and adolescents. **British Journal of Nutrition**, v. 100, n. 4, p. 918-924, 2008.

LOWRY, David W.; TOMIYAMA, A. Janet. Air displacement plethysmography versus dual-energy x-ray absorptiometry in underweight, normal-weight, and overweight/obese individuals. *PloS one*, v. 10, n. 1, p. e0115086, 2015.

MARTINS, Karine Anusca et al. Comparação de métodos de avaliação da gordura corporal total e sua distribuição. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 14, p. 677-687, 2011.

MATSUDO, Sandra et al. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. **Rev. bras. ativ. fís. saúde**, p. 05-18, 2001.

MINISTÉRIO DA SAÚDE; CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, v. 150, n. 112, 2013.

NICKERSON B.S. et al. Validity of four-compartment model body fat in physically active men and women when using DXA for body volume. **Int J Sport Nutr Exerc Metab** (2017a); 27: 520–527.

REILLY, Thomas.; GREGSON, Warren. Special populations: The referee and assistant referee. **Journal of sports sciences**, v. 24, n. 07, p. 795-801, 2006.

NICKERSON, B.S. et al. The relative accuracy of skinfolds compared to four-compartment estimates of body composition. **Clinical Nutrition**, 2019.

NICKERSON, B.S. et al. Validity of four-compartment model body fat in physically active men and women when using DXA for body volume. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 27, n. 6, p. 520-527, 2017.

NG, B.K. et al. Validation of rapid 4-component body composition assessment with the use of dual-energy X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis. **The American journal of clinical nutrition**, v. 108, n. 4, p. 708-715, 2018.

PARKER, L. et al. Validity of six field and laboratory methods for measurement of body composition in boys. **Obesity Research**, v. 11, n. 7, p. 852-858, 2003.

PEISER, Benny.; MINTEN, John. 16 Soccer violence. **Science and soccer**, p. 230, 2003.

PORTAL, S. et al. Body fat measurements in elite adolescent volleyball players: correlation between skinfold thickness, bioelectrical impedance analysis, air-displacement plethysmography, and body mass index percentiles. **Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism**, v. 23, n. 4, p. 395-400, 2010.

REILLY T. Special populations: The referees In: Reilly T, editor. Science and soccer. London: E&FN Spon, 114-116; 1996.

REILLY, T. Energetics of high intensity exercise (soccer): With particular reference to fatigue. **Journal of Sports Sciences**, 5, 257 – 263, 1997.

SANTOS, Diana A. et al. Accuracy of DXA in estimating body composition changes in elite athletes using a four compartment model as the reference method. **Nutrition & metabolism**, v. 7, n. 1, p. 22, 2010.

SAUNDERS MJ.; BLEVINS JE.; BROEDER CE. Effects of hydration changes on bioelectrical impedance in endurance trained individuals. **Med Sci Sports Exerc**; 30: 885–892. 1998.

SIRI, W.E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Brozek, J.; Henschel, A. (Eds). **Techniques for measuring body composition**. Washington, DC: National Academy of Sciences, p.223-244, 1961.

SCHUBERT, M.M. et al. Reliability and validity of various laboratory methods of body composition assessment in young adults. **Clinical physiology and functional imaging**, v. 39, n. 2, p. 150-159, 2019.

STOLEN T.; CHAMARI K.; CASTAGNA C.; WISLOFF U. Physiology of soccer. **Sports Medicine**, 35(6):501-36, 2005.

VAN DER PLOEG, Grant E.; WITHERS, Robert T.; LAFORGIA, Joe. Percent body fat via DEXA: comparison with a four-compartment model. **Journal of applied physiology**, v. 94, n. 2, p. 499-506, 2003.

WILLIAMS, A. Mark.; REILLY, Tom. Talent identification and development in soccer. **Journal of sports sciences**, v. 18, n. 9, p. 657-667, 2000.

WITHERS RT.; LAFORGIA J.; HEYMSFIELD S.B. Critical appraisal of the estimation of body composition via two-, three-, and four-compartment models. *Am J Hum Biol* 11, 175–185. 1999

