

LUÍS ALBERTO GOBBO

**VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS PARA A
ESTIMATIVA DA MASSA MUSCULAR E DA GORDURA
CORPORAL RELATIVA A PARTIR DE ABSORTOMETRIA
RADIOLÓGICA DE DUPLA ENERGIA**

**Londrina
2007**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

LUÍS ALBERTO GOBBO

VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS PARA A
ESTIMATIVA DA MASSA MUSCULAR E DA GORDURA CORPORAL
RELATIVA A PARTIR DE ABSORTOMETRIA RADIOLÓGICA DE
DUPLA ENERGIA

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física – UEM/UEL, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino.

Londrina

2007

LUÍS ALBERTO GOBBO

**VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS PARA A ESTIMATIVA DA
MASSA MUSCULAR E DA GORDURA CORPORAL RELATIVA A PARTIR DE
ABSORTOMETRIA RADIOLÓGICA DE DUPLA ENERGIA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física – UEM/UEL, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Educação Física.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Édio Luiz Petroski
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Jefferson Rosa Cardoso
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, ____ de _____ de 2007.

DEDICATÓRIA

A Deus, e a Santa Rita de Cássia,
meus eternos protetores.

Aos meus pais José Carlos e Irani,
meus irmãos Junior, Luciano e
Cristiane, e a Maria do Carmo, que
confiaram sempre em meu trabalho.
Com muito amor.

AGRADECIMENTOS

Ao professor doutor Edilson Serpeloni Cyrino, pela sua extrema insistência em fazer de seus pupilos, acima de tudo, grandes Homens; antes, professor, coordenador, orientador; hoje, grande amigo. E à Márcia, Letícia, Felipe e Michele, por me receberem sempre de braços abertos, a qualquer momento.

Aos familiares de Londrina que, mais uma vez, com amor, apoio e paciência, estiveram ao meu lado: meus tios Lúcio e Márcia, meus primos, Antonio (valeu pelos desenhos), André, Ana, Gisele, João e Pedro. Aos demais familiares, pelo apoio costumeiro.

Aos professores doutores Jefferson Rosa Cardoso e Édio Luiz Petroski, membros titulares da banca, e Fábio Yuzo Nakamura e Martim Bottaro Marques, membros suplentes, por aceitarem participar da avaliação deste trabalho. Ao professor Jefferson, sobretudo, pela docência, e pelo exemplo de amor e dedicação à profissão, passado durante estes dois anos a nós, mestrandos, e a mim, em especial, desde o projeto de hidroterapia e Halliwick, na ACM, em 2000; aos professores Édio e Martim, pelo respeito ao projeto, e pelos trabalhos que serviram de base para a minha formação acadêmica.

Aos companheiros de república, Luiz “Lulo” Augusto e Rômulo Fernandes, por serem grandes incentivadores do nosso trabalho, pelas discussões produtivas, e pelos grandes momentos (Gildo, Boça, o advogado do Boça, BBB, Justus, Sportv de graça no Pan, a voz da amiga da Vitória, tiros, acidentes, encanamentos, vazamentos, choques, etc.).

Ao grande amigo e parceiro, Ferdinando Carvalho, presente desde os primeiros trabalhos no grupo, até a conclusão deste. Aos professores e amigos Enio Ronque, Helio Serassuelo e Marcelo Romanzini, sempre presentes em minha formação. Enio e Hélio, amigos de grupo, de viagens, de histórias. Marcelo, sobretudo por ter me encaminhado acadêmica e profissionalmente.

Aos colegas do GEPEMENE (Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício) espalhados pelo Brasil: Londrina, Cambé, Curitiba, Cascavel, Marechal Cândido Rondon, Florianópolis, Presidente Prudente, Campinas, Rio Claro, São Paulo, Brasília, Ilhéus, Palmas, Ariranha, Itamambuca, Lisboa, enfim, todos, que durante esses 10 anos vêm, de forma incansável, correndo atrás do grande objetivo. Aprendendo, ensinando, tropeçando, caindo, levantando, crescendo. Em especial, à colega Alexandra Ramos (*in memorium*). A todos: “unidos seremos fortes”!

À professora doutora Maria Fátima Glaner, e seus orientandos da Universidade Católica de Brasília, pelo respeito, dedicação e amizade em que nos receberam, e pelos ensinamentos e treinamentos, essenciais à conclusão deste trabalho.

Às alunas e amigas Maria, Daniela (e demais cebolas), Juliana, Vanessa, Sílvia, Raquel, Amanda, Henrique, Tiago, Rodrigo, enfim, todos os alunos da primeira turma de bacharel, que me ensinaram o que é preciso para ser um grande profissional.

A todos os sujeitos que foram submetidos aos protocolos, e principalmente, pela paciência em relação às inúmeras dobras destacadas (Lange, Cescorf, triplicata, rotacional,...).

Aos colegas e professores da primeira turma de mestrado em Educação Física UEM-UEL; à Rosa e Rogério e demais funcionários da PROPPG; ao Cléber (CEFE) e a todos os professores e funcionários do Centro de Educação Física e Esporte e da Universidade Estadual de Londrina pela atenção, dedicação e respeito com que me trataram ao longo deste período. À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pelo financiamento de parte deste projeto.

Enfim, a Deus, por colocar todas estas pessoas em meu caminho.

GOBBO, Luís Alberto. **Validação de equações antropométricas para a estimativa da massa muscular e da gordura corporal relativa a partir de absorptometria radiológica de dupla energia**. 2007. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Londrina. Londrina. p. 79.

RESUMO

A avaliação da composição corporal pode proporcionar informações relevantes para inúmeras finalidades voltadas para a saúde ou para o desempenho atlético. Nesse sentido, equações antropométricas para a avaliação da massa muscular (MM) e/ou gordura corporal relativa vem sendo desenvolvidas e validadas para o uso em diferentes populações, sendo, em sua maioria, propostas a partir de modelos bicompartimentais. A absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA) é uma alternativa multicompartimental de avaliação da composição corporal, sendo recentemente utilizada mais freqüentemente na validação e no desenvolvimento de novas equações antropométricas. Contudo, no Brasil, esse modelo ainda é pouco utilizado, sobretudo para a análise da MM. Assim, o objetivo deste estudo foi validar equações antropométricas para a estimativa da gordura corporal relativa e da MM a partir da DEXA, em jovens universitários brasileiros, do sexo masculino. Para isso, 131 jovens adultos entre 18 e 36 anos foram avaliados por meio de DEXA (método de referência) e de medidas antropométricas (massa corporal, estatura, circunferências e dobras cutâneas), sendo analisadas 33 equações para avaliação da gordura corporal relativa e cinco para o cálculo da MM. Além de estatística descritiva, os procedimentos de validação cruzada propostos por Lohman (1992) e análise de concordância, mediante cálculo do CCI e plotagem de Bland e Altman (1986) foram utilizadas. Adicionalmente a estes procedimentos, foi incluído a análise do coeficiente de Kappa, para a análise da concordância entre as equações e o método de referência, quando as variáveis numéricas foram transformadas em dicotômicas. O valor de alfa adotado para a estatística analítica foi de 5%. As equações 1, 2, 4 e 5, de Jackson e Pollock (1978) foram totalmente validadas para a avaliação da gordura corporal relativa, enquanto que as equações 36, de Lee et al. (2000) e 38, de Kim et al. (2004) foram validadas, para a avaliação da MM. Além destas, outras 7 equações antropométricas preditivas da gordura corporal relativa, de diferentes autores, e a equação 37, de Lee et al. (2000) foram sugeridas para a utilização na amostra estudada, tendo em vista os baixos valores de EPE, EC, ET e \bar{d} apresentados e as boas concordâncias (moderada a alta) encontradas. Novos estudos de validação são sugeridos em amostras diferentes, utilizando-se da DEXA como método de referência.

Palavras-chave: absorptometria radiológica de dupla energia, antropometria, análise da composição corporal, validação cruzada, jovens universitários.

GOBBO, Luís Alberto. **Cross-validation of anthropometrics equations for the prediction of muscle mass and body fat using dual energy x-ray absorptiometry as reference method.** 2007. Thesis of Master in Sciences - Universidade Estadual de Londrina. Londrina. p. 79.

ABSTRACT

Body composition assessment can provide excellent information for innumerable purposes directed to health or for athletical performance. In this direction, anthropometric equations for the assessment of muscle mass (MM) and/or relative body fat has been developed and cross-validated for its use in different populations, being, in its majority, proposals from bicompartimentals models. Dual energy x-ray absorptiometry (DEXA) is a multicompartimental alternative for body composition assessment, being recently used more frequently in the cross-validation and the development of new anthropometric equations. However, in Brazil, this model still is not often used, specially for the analysis of the MM. Thus, the objective of this study was to cross-validate anthropometric equations to estimate relative body fat and MM from DEXA, in young Brazilian college students, of the masculine sex. For this, 131 young adults between 18 and 36 years had been evaluated by means of DEXA (reference method) and anthropometric measures (body mass, stature, circumferences and skinfolds), been analyzed 33 equations for evaluation of relative body fat and five for the calculation of the MM. Beyond descriptive statistics, the procedures of cross-validation suggested by Lohman (1992) and analysis of agreement, by means of calculation of CCI and Bland and Altman (1986) plots were used. Additionally to these procedures, the analysis of the coefficient of Kappa was enclosed, for the analysis of the agreement between the equations and the reference method, when the numerical variable were transformed into binary ones. The alpha value adopted for analytical statistics was 5%. Equations 1, 2, 4 and 5, of Jackson and Pollock (1978) were completely validated, while equations 36 of Lee et al. (2000) and 38 of Kim et al. (2004) were validated, for the evaluation of the MM. Beyond these, others 7 relative body fat equations from different authors, and equation 37, of Lee et al. (2000) were suggested for their use in the studied sample, in view of the low values of EPE, EC, ET and \bar{d} presented and the good agreements (moderate the high) found. New cross-validation studies are suggested in different samples, using DEXA as the reference method.

Key-words: dual energy x-ray absorptiometry, anthropometry, body composition, cross-validation, young Brazilian college students.

LISTA DE ANEXOS

	Páginas
Anexo 1 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	67
Anexo 2 - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos	71
Anexo 3 - Procedimentos Antropométricos – Medidas de Circunferências	72
Anexo 4 - Procedimentos Antropométricos – Medidas de Espessuras de Dobras Cutâneas	73
Anexo 5 - Equações preditivas da densidade corporal de Jackson e Pollock, para homens	75
Anexo 6 - Equações preditivas da densidade corporal de Petroski, para homens	76
Anexo 7 - Diferentes equações preditivas da densidade corporal e gordura corporal relativa, para homens	77
Anexo 8 - Equações preditivas da massa muscular em homens adultos	78
Anexo 9 - Modelo de Avaliação de DEXA	79

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1 - Os cinco modelos de classificação da composição corporal	7
Figura 2 - Teste de concordância de Bland e Altman para a equação 1	34
Figura 3 - Teste de concordância de Bland e Altman para a equação 2	34
Figura 4 - Teste de concordância de Bland e Altman para a equação 4	35
Figura 5 - Teste de concordância de Bland e Altman para a equação 5	35
Figura 6 - Teste de concordância de Bland e Altman para a equação 36	41
Figura 7 - Teste de concordância de Bland e Altman para a equação 38	42

LISTA DE TABELAS

	Páginas
Tabela 1 - Principais equações de conversão da densidade corporal em gordura corporal relativa	11
Tabela 2 - Padrões de gordura corporal relativa para homens e mulheres relacionados à saúde	18
Tabela 3 - Características descritivas da amostra	31
Tabela 4 - Valores médios (\pm DP) e amplitude para indicadores de composição corporal	31
Tabela 5 - Validação cruzada das equações antropométricas de Jackson e Pollock para estimativa da densidade corporal (convertidas em gordura corporal relativa por meio da equação de Siri), em homens adultos	33
Tabela 6 - Análise do coeficiente de correlação intra-classe (CCI), teste de concordância de Bland e Altman e Coeficiente de Kappa das equações de Jackson e Pollock para estimativa da densidade corporal, em homens	33
Tabela 7 - Validação cruzada das equações antropométricas de Petroski para estimativa da densidade corporal (convertidas em gordura corporal relativa por meio da equação de Siri), em homens	36
Tabela 8 - Análise do coeficiente de correlação intra-classe (CCI), teste de concordância de Bland e Altman e Coeficiente de Kappa das equações de Petroski para estimativa da densidade corporal, em homens	37
Tabela 9 - Validação cruzada de diferentes equações antropométricas para estimativa da gordura corporal relativa e da densidade corporal (convertidas em gordura corporal relativa por meio da equação de Siri), em homens	38
Tabela 10 - Análise do coeficiente de correlação intra-classe (CCI), teste de concordância de Bland e Altman e Coeficiente de Kappa de diferentes equações antropométricas para para estimativa da gordura corporal relativa e densidade corporal, em homens	39
Tabela 11 - Validação cruzada de equações antropométricas para estimativa da massa muscular, em homens	40
Tabela 12 - Análise do coeficiente de correlação intra-classe (CCI), teste de concordância de Bland e Altman e Coeficiente de Kappa das equações antropométricas utilizadas para estimativa da massa muscular, em homens	41

LISTA DE SIGLAS

%G	Gordura corporal relativa
\bar{d}	Diferença média
CCI	Coeficiente de correlação intra-classe
CMO	Conteúdo mineral ósseo
CV	Coeficiente de variação
Da	Densidade da água
Dc	Densidade corporal
DEXA	Absortometria radiológica de dupla energia
E	Estatura
EC	Erro constante
EDC	Espessura de dobras cutâneas
EPE	Erro padrão de estimativa
ET	Erro total
Id	Idade
IMC	Índice de massa corporal
k	Coeficiente de Kappa
MC	Massa corporal
MC _{água}	Massa corporal medida dentro da água
M _{Car}	Massa corporal medida fora da água
MCM	Massa corporal magra
MG	Massa gorda
MLGO	Massa livre de gordura e osso
MM	Massa muscular
PH	Pesagem hidrostática
TMMA	Tecido magro e mole apendicular
VC	Volume corporal
VR	Volume residual pulmonar

SUMÁRIO

	Páginas
1 INTRODUÇÃO	01
2 OBJETIVOS	05
2.1 Objetivo Geral	05
2.2 Objetivos Específicos	05
3 REVISÃO DA LITERATURA	06
3.1 Avaliação da Composição Corporal	06
3.1.1 Pesagem Hidrostática	09
3.1.2 Absortometria Radiológica de Dupla Energia.....	11
3.1.3 Antropometria.....	15
3.2 Equações Preditivas para Análise da Composição Corporal:desenvolvimento e validação cruzada	19
4 METODOLOGIA.....	24
4.1 Amostra.....	24
4.2 Antropometria.....	25
4.3 Absortometria Radiológica de Dupla Energia.....	26
4.4 Equações Antropométricas	28
4.5 Análise Estatística	28
5 RESULTADOS	30
5.1 Características descritivas da amostra.....	30
5.2 Validação cruzada de equações antropométricas para estimativa da gordura corporal relativa.....	32
5.3 Validação cruzada de equações antropométricas para estimativa da massa muscular	39
6 DISCUSSÃO	43
7 CONCLUSÃO.....	54
REFERÊNCIAS.....	57
ANEXOS	67

1 INTRODUÇÃO

A avaliação da composição corporal pode proporcionar informações relevantes para inúmeras finalidades, tais como: promoção e prevenção da saúde; tratamento de doenças; acompanhamento dos processos de crescimento, maturação, desenvolvimento e envelhecimento; análise da efetividade de programas de exercícios físicos e/ou de estratégias dietéticas, entre outras⁽¹⁾.

Para tanto, diversos métodos têm sido desenvolvidos nas últimas décadas, na tentativa de proporcionar informações mais consistentes para análise do comportamento dos diferentes componentes da composição corporal, tais como gordura, músculos, ossos, bem como a água intra e/ou extra-celular.

Considerando a importância do conhecimento sobre o comportamento de diferentes componentes da composição corporal não somente para a área de pesquisa, mas, em particular, para as diferentes áreas de atuação profissional, a utilização do método antropométrico tem sido popularizada entre os profissionais, em particular, das áreas da saúde, por se tratar de um método relativamente simples, de baixo custo operacional, de ampla aplicação e que, quando empregado adequadamente, apresenta baixa margem de erro⁽²⁾.

O método antropométrico consiste, na maioria das vezes, da utilização de medidas de massa corporal, estatura, espessura de dobras cutâneas, circunferências e diâmetros ósseos, de forma isolada ou combinada, em equações preditivas, desenvolvidas e validadas a partir de métodos de referência, os quais são denominados pela literatura de padrão-ouro⁽³⁾.

Nesse sentido, grande parte das equações preditivas (específicas e generalizadas) para avaliação da composição corporal, propostas historicamente⁽⁴⁻¹³⁾, tem sido desenvolvidas a partir do modelo clássico de dois componentes, que distingue a massa corporal total em massa gorda e massa corporal magra.

Todavia, atualmente, acredita-se que a utilização de métodos multicompartimentais para o desenvolvimento e validação de equações preditivas possa proporcionar informações mais adequadas para avaliação da composição corporal. Assim, a absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA) tem sido um dos métodos mais aceitos pela comunidade científica internacional de modo que diversos pesquisadores advogam pela sua utilização como método de referência para estudos da composição corporal⁽¹⁴⁻²²⁾.

O método de DEXA foi desenvolvido na década de 60, a partir da técnica de absorptometria de fótons únicos e duplos, com a vantagem de expor os avaliados a uma menor quantidade de radiação⁽¹⁷⁾. Seu pressuposto básico é que a atenuação dos raios emitidos pelo tubo de raio-x, localizada no braço mecânico do equipamento, é diferenciada nos diferentes tecidos, em especial, nos tecidos ósseo, adiposo e magro, refletindo suas diferentes densidades e composições químicas⁽¹⁸⁾.

Inicialmente utilizada para análise da densidade e do conteúdo mineral ósseo, a DEXA vem sendo utilizada também para a determinação da gordura corporal relativa⁽¹⁹⁻²²⁾ e, mais recentemente, da massa muscular^(23,24). A determinação desses dois componentes pode ser de grande importância no campo da avaliação da composição corporal para inúmeras finalidades, sejam elas voltadas ao desempenho físico ou à saúde.

No Brasil, a utilização da DEXA como método de referência para a avaliação da composição corporal tem sido pouco explorada, sobretudo para a

determinação da massa muscular. Acredita-se que esse fato ocorra em virtude da falta de estudos de validação das equações antropométricas desenvolvidas para esse fim. Nesse sentido, os primeiros estudos de validação de equações antropométricas com DEXA no Brasil foram realizados para a avaliação da gordura corporal relativa em amostras de mulheres adultas e idosas⁽²⁵⁻²⁷⁾, homens idosos⁽²⁷⁾ e atletas⁽²⁸⁾, além de um estudo para a validação de equações propostas por meio do método de impedância bioelétrica⁽²⁹⁾.

Analisando a realidade brasileira esse fato ganha proporções ainda mais expressivas, uma vez que poucas são as equações preditivas, baseadas em medidas antropométricas, desenvolvidas e/ou validadas para a população brasileira.

Vale destacar que a maioria das equações antropométricas para avaliação da gordura corporal relativa utilizadas no Brasil foram desenvolvidas e validadas por pesquisadores estrangeiros, em outros países⁽⁴⁻¹¹⁾. Além disso, a maioria dessas equações têm sido desenvolvidas em populações muitas vezes bastante específicas, tais como: asiáticos, índios norte-americanos, afro-americanos, obesos, atletas de determinadas modalidades esportivas, entre outras.

Em contrapartida, embora equações antropométricas para a avaliação da massa muscular venham sendo propostas desde o início do século passado⁽³⁰⁻³²⁾, o interesse pela utilização desse tipo de informação tem aumentado mais recentemente, sobretudo para o monitoramento das alterações na massa muscular em relação aos processos de crescimento e desenvolvimento de crianças e adolescentes, bem como no estabelecimento de dados normativos para o acompanhamento clínico de adultos e idosos. Outra aplicação adicional tem sido no campo esportivo, na estimativa da massa muscular para o desempenho aeróbio ou

anaeróbio, e na avaliação dos efeitos do treinamento na capacidade de trabalho e no desempenho físico⁽³³⁾.

Vale destacar que duas das equações mais freqüentemente utilizadas para avaliação da massa muscular (MM) foram desenvolvidas com base em uma pequena amostra de cadáveres, com grande variabilidade na idade^(31,32), o que as tornam excessivamente específicas. Embora novas equações venham sendo desenvolvidas e validadas a partir de modelos multicompartimentais, ao contrário do que se observa com relação às equações antropométricas para a avaliação da gordura corporal relativa, não há estudos de validação cruzada de equações para determinação da massa muscular, em brasileiros.

Considerando que a literatura recomenda que as equações a serem utilizadas devem ser previamente validadas em populações específicas, por meio da aplicação de procedimentos de validação cruzada, acredita-se que a adoção da DEXA como método de referência, possa proporcionar informações mais consistentes e que proporcionem melhores possibilidades de escolha e aplicação, com base na qualidade das estimativas produzidas por cada equação especificamente, e nas características específicas da amostra a ser analisada. Vale ressaltar que inúmeros estudos com diferentes populações têm comprovado a validade da DEXA para avaliação tanto da gordura corporal relativa⁽³⁴⁻⁴⁰⁾ quanto da massa muscular^(23,41-43).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Validar equações antropométricas para estimativa da gordura corporal relativa e da massa muscular a partir de absorptometria radiológica de dupla energia, em jovens universitários brasileiros, do sexo masculino.

2.2 Objetivos Específicos

a) Comparar os valores de massa muscular e de gordura corporal relativa estimados por diferentes equações;

b) Analisar a concordância entre os valores preditos pelas equações antropométricas a serem estudadas e pelo método de referência, por meio de variáveis numéricas e dicotômicas.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Avaliação da Composição Corporal

O termo composição corporal pode ser entendido como o fracionamento do corpo em diferentes componentes⁽¹⁴⁾. Assim, os primeiros métodos de avaliação da composição corporal foram desenvolvidos a partir de uma abordagem bicompartimental.

O fracionamento da massa corporal total por métodos bicompartimentais proporciona informações sobre dois componentes, denominados de massa gorda (MG) e massa corporal magra (MCM)^(3,44,45).

Embora muito utilizados até o presente momento, os métodos bicompartimentais apresentam uma série de limitações que vão desde os pressupostos teóricos que necessitam ser assumidos integralmente como verdadeiros, até a forma de obtenção das informações⁽¹⁵⁾.

Considerando que subgrupos populacionais, com características específicas quanto à idade, sexo, etnia e aptidão física, podem apresentar grande variabilidade na densidade da MCM, a utilização de métodos bicompartimentais pode acarretar importantes erros de estimativa^(46,47).

Desse modo, com o avanço dos estudos na área de composição corporal, aliado ao desenvolvimento de novas tecnologias, pesquisadores têm procurado desenvolver métodos e estabelecer metodologias que proporcionem informações mais consistentes sobre os diferentes componentes da composição corporal⁽⁴⁸⁾.

Nesse sentido, a avaliação da composição corporal por meio da utilização de métodos bicompartimentais vem gradativamente sendo substituída por análises multicompartimentais, que incluem três ou mais compartimentos e que, portanto, podem proporcionar informações mais consistentes^(19,20).

Esse tipo de abordagem ganhou força a partir do momento em que alguns pesquisadores⁽⁴⁸⁾ relataram que a avaliação da composição corporal deveria incorporar informações em diferentes perspectivas (atômica, molecular, celular, tecidual e de corpo total) (Figura 1).

Outros	Outros	SEC	Outros	CORPO TOTAL
Hidrogênio	Proteína	FEC	Sangue	
Carbono	Lipídios		Osso	
Oxigênio	Água	Massa Celular	Tecido Adiposo	
			Músculo Esquelético	
Modelo 1 Atômico	Modelo 2 Molecular	Modelo 3 Celular	Modelo 4 Tecidual	Modelo 5

Figura 1 – Os cinco modelos de classificação da composição corporal - adaptado de Wang *et al.*⁽⁴⁸⁾. Nota: SEC = sólidos extracelulares; FEC = fluídos extracelulares.

Vale ressaltar que os métodos de determinação da composição corporal podem ser subdivididos em diretos, indiretos e duplamente indiretos⁽¹⁴⁾. Os principais estudos com procedimentos de determinação direta têm sido realizados

mediante dissecação de cadáveres, com amostra *in vitro*⁽⁴⁹⁻⁵²⁾, enquanto que os demais procedimentos são efetuados com amostra *in vivo*.

Nos procedimentos indiretos, após a obtenção de informações sobre variáveis físicas ou químicas, estimativas dos componentes da composição corporal são realizadas, a partir de pressupostos biológicos⁽¹⁴⁾. Os métodos utilizados para essa finalidade incluem modelos bioquímicos (diluição de isótopos, excreção de creatinina, ativação de nêutrons, espectrografia de raios gama), de imagens (radiografia, ultra-sonografia, tomografia computadorizada, ressonância magnética, absorptometria radiológica de dupla energia) e densitométricos (pesagem hidrostática e pletismografia).

Tomando como base os valores obtidos diretamente ou estimados por meio de procedimentos indiretos, é possível o desenvolvimento de equações preditivas para avaliação da composição corporal mediante procedimentos de regressão simples ou múltipla, a partir da utilização isolada ou combinada de diferentes variáveis. Nesse sentido, entre os principais métodos duplamente indiretos para a avaliação da composição corporal destacam-se a impedância bioelétrica, a interactância de raios infravermelhos e a antropometria.

Considerando a complexidade, a dificuldade e as limitações de estudos com cadáveres, os métodos indiretos de avaliação da composição corporal têm sido utilizados como métodos de referência, denominados de padrão ouro ou *gold standard*, para o desenvolvimento e/ou validação de equações preditivas baseadas em métodos duplamente indiretos. Vale ressaltar que apesar de serem utilizados como referência, os métodos indiretos também apresentam importantes limitações e não estão isentos de erros de medida, além de serem baseados em pressupostos que nem sempre podem ser aplicados a diferentes populações^(44,53).

Dentre os principais métodos de referência, os mais utilizados historicamente têm sido a pesagem hidrostática (PH), e, mais recentemente, a DEXA.

3.1.1 Pesagem Hidrostática

O método de PH baseia-se na obtenção da D_c a partir da determinação da massa corporal (dentro e fora d'água) e do volume corporal (VC). Para tanto, os valores de densidade da MG e MCM devem ser assumidos como constantes (0,9007g/ml e 1,1000 g/ml, respectivamente), assim como constante devem ser consideradas as proporções de água, proteínas e minerais (73,8%; 19,4% e 6,8%, respectivamente) presentes na MCM⁽⁵⁴⁾.

Seguindo o princípio de Arquimedes, é possível a obtenção do VC, por meio da submersão do corpo no meio líquido, de acordo com a seguinte equação:

$$VC \text{ (ml)} = (M_{Car} - M_{C\acute{a}gua}) / D_a$$

Vale destacar que a M_{Car} e $M_{C\acute{a}gua}$ são as massas corporais do sujeito, em quilogramas, mensuradas fora e dentro da água, respectivamente, ao passo que D_a corresponde a densidade da água, em g/ml.

Considerando os avanços dos estudos na área de composição corporal, essa equação foi corrigida com a inclusão da variável volume residual

pulmonar (VR), associada a um volume constante de 100 ml, referente à quantidade de gases no trato gastrointestinal, como apresentado a seguir:

$$Dc = MCar / [(MCar - MCágua) / Da - (VR + 0,100)]$$

O volume residual (em litros), por sua vez, pode ser obtido diretamente pela técnica de lavagem com oxigênio ou hélio, ou ainda estimado pela seguinte equação⁽⁵⁵⁾:

$$VR = 0,017 (Id) + 0,027 (E) - 3,477$$

Sendo Id a idade, em anos, e E a estatura, em centímetros.

Para a avaliação da densidade corporal é necessário um tanque com medidas aproximadas de 2m x 2m x 2m, onde avaliado possa ser submerso no meio líquido na posição grupada⁽⁵⁶⁾, ou seja, com os joelhos flexionados e as coxas junto ao tronco e membros superiores abraçados aos membros inferiores, suspenso em uma balança analógica presa acima do tanque, ou sentada, caso o tanque esteja conectado a um sistema automatizado e em tempo real, para a determinação da MCágua⁽⁵⁷⁾. Para reduzir os possíveis erros de medida em função da turbulência do meio líquido, até 10 medidas devem ser efetuadas, para que seja registrado um valor baseado na média das três últimas medidas⁽⁵⁸⁾.

Vale destacar que o avaliado deve ser orientado para que, quando submerso, expire todo ar possível dos pulmões, antes que a medida seja realizada.

Para maior conforto dos sujeitos, sugere-se que a temperatura da água seja mantida entre 32º e 35º C. Vale ressaltar que a temperatura da água deve ser controlada para o cálculo de sua densidade^(3,58,59).

Após a determinação da Dc, a gordura corporal relativa pode ser estimada a partir de equações preditivas, das quais as mais utilizadas são aquelas apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Principais equações de conversão da densidade corporal em gordura corporal relativa.

Autor	Ano	Equação
Siri ⁽⁵⁹⁾	1961	$\%G = [(4,95 / Dc) - 4,50] \times 100$
Brozek <i>et al.</i> ⁽⁵⁴⁾	1963	$\%G = [(4,57 / Dc) - 4,142] \times 100$

Nota: %G = gordura corporal relativa; Dc = densidade corporal, em g/ml.

Além dos erros de estimativa que podem ser produzidos em função do não atendimento integral dos pressupostos básicos do modelo de dois compartimentos, fatores como a necessidade de várias imersões no meio líquido, falta de adaptação do avaliado ao meio líquido, hidrofobia, dificuldade em avaliação de indivíduos idosos e/ou crianças, erros de leitura da balança na pesagem submersa ou no VR e a temperatura da água podem comprometer a utilização do método de PH, ou ainda, afetar a qualidade das medidas obtidas.

3.1.2 Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA)

Os primeiros estudos com absortometria foram desenvolvidos na década de 1960, por meio da utilização da técnica de absortometria de fótons

únicos, ou SPA. Entretanto, os riscos elevados de exposição dos avaliados à radioatividade, bem como as limitações dos equipamentos utilizados, fizeram com que esse tipo de avaliação passasse a ser realizado por meio de absorptometria de fótons duplos, ou DPA, com a fonte de radioatividade sendo substituída por um tubo de raio-x, com um filtro de conversão do feixe de raio-x policromático, em picos de baixa e alta energia⁽¹⁷⁾.

Com a vantagem de expor o avaliado a uma menor quantidade de radiação, inofensiva à saúde, a DEXA consiste basicamente de um equipamento com um braço mecânico com *scanner*, onde se encontra o tubo de raio-x, uma mesa para a colocação do avaliado, um detector de energia abaixo da mesa e o software que realizará a leitura da avaliação.

O pressuposto básico da DEXA é que a atenuação dos raios emitidos é diferenciada nos tecidos ósseo, adiposo e magro, refletindo suas diferentes densidades e composições químicas⁽¹⁸⁾. Dessa forma, por meio da DEXA é possível estimar valores relativos ao conteúdo mineral ósseo (CMO), MG e massa livre de gordura e osso (MLGO), também conhecida como tecido mole e magro (TMM).

Atualmente, a DEXA vem sendo um dos métodos mais utilizados nos estudos da área de composição corporal para o desenvolvimento de modelos de avaliação duplamente indiretos^(19-22,26,27,60,61), para a validação de outros modelos^(25,62,63), ou, simplesmente, para a caracterização de diferentes grupos populacionais, tendo em vista a segurança, a facilidade de aplicação e obtenção dos resultados e, sobretudo, a possibilidade de análise da composição corporal de forma regionalizada, sendo possível quantificar, de forma absoluta e/ou relativa,

componente da composição corporal de membros inferiores, superiores e tronco, dos hemicorpos direito e esquerdo.

Vale ressaltar que DEXA é considerada um bom método para predição da massa corporal mole e magra, ou seja, a massa livre de gordura e osso. Neste sentido, considerando que grande parte da MCM é composta por MM e que uma grande quantidade de tecido muscular está presente nos membros (superiores ou inferiores), equações para avaliação da MM vêm sendo desenvolvidas mediante a utilização da variável tecido mole e magro apendicular (TMMA), fornecida pela DEXA, com altos valores de correlação e baixos valores de EPE^(23,24).

Entre as principais limitações para utilização da DEXA, destacam-se o maior custo operacional, quando comparado a outros métodos de avaliação da composição corporal, e possíveis diferenças de predição acarretadas pelo uso de equipamentos e softwares produzidos por diferentes fabricantes.

Os dois principais equipamentos utilizados para a avaliação por DEXA são o Hologic QDR e o Lunar DPX.

O equipamento Hologic QDR possui duas fontes de raio-x de diferentes energias (70 e 140 kVp) que emitem os raios alternadamente pelos pontos. Cada ponto cobre uma área de 1 x 1 mm, sendo, desta forma, realizado uma varredura completa em um tempo de até 4 min. Os modelos mais atuais deste fabricante (a partir do equipamento QDR-2000) apresentam tanto a fonte de raio-x em forma de caneta quanto em forma de leque.

O formato em leque da fonte permite uma melhor resolução e precisão, menor tempo de varredura e a possibilidade de ser realizada imagens laterais da coluna vertebral. Em comparações recentes entre os diferentes modelos

do mesmo fabricante (QDR-1000/w, QDR-2000 pencil e QDR-2000 fan), foram verificadas boas concordâncias entre eles com baixos valores de EPE⁽¹⁷⁾. Os programas utilizados pelo equipamento vão desde a versão 5.0 até a 12.0, e variam de acordo com a precisão e acurácia da análise.

O equipamento da Lunar DPX possui uma fonte de raio-x de potência constante e um filtro para atingir uma estabilidade de radiação de 38 a 70 keV. Os raios-x são emitidos em uma fonte abaixo do sujeito, e a atenuação dos raios são mensuradas por um detector de energia localizado acima do sujeito, no braço mecânico. O equipamento DPX faz a varredura transversalmente do corpo, em intervalos de 1 cm, da cabeça aos pés. Cada ponto mensurado cobre uma área de 5 x 5 mm, sendo o tempo de varredura variável entre 10 e 20 min, de acordo com as dimensões do avaliado. Os modelos DPX NT, IQ, MD, MD+, DPX-, DPX+ e DPXA apresentam fontes em forma de caneta, enquanto que o modelo Lunar Prodigy possui a fonte em forma de leque. Quando comparados, os modelos em caneta e em leque apresentaram boas correlações e concordâncias⁽¹⁷⁾. Da mesma forma, os programas (versão 3.0 a 4.7e) variam de acordo com a precisão e acurácia da análise.

Além disso, alguns fatores podem influenciar na mensuração dos diferentes componentes avaliados pela DEXA. Por exemplo, a DEXA assume como constantes os valores de hidratação, uma vez que os fluídos corporais são reconhecidos pela varredura como tecido magro. Neste sentido, alterações na hidratação de um indivíduo em até 5%, podem comprometer a estimativa da gordura corporal relativa de 1% a 2,5%⁽⁶³⁾.

Da mesma forma, a espessura dos diferentes tecidos corporais podem influenciar as estimativas preditas pela DEXA. O aumento da espessura dos

tecidos indica que a gordura corporal relativa tanto pode ser superestimada^(64,65) quanto subestimada^(39,66). Quando há uma quantidade excessiva de tecido adiposo, a quantidade de energia liberada pelo feixe pode não ser suficiente para atravessar os tecidos, comprometendo a validade desta técnica⁽⁶⁷⁾. Vale ressaltar que o percentual não lipídico do tecido adiposo é composto por água (em média, 15%), e, como citado anteriormente, este percentual é considerado como tecido magro^(24,68).

Apesar das limitações apresentadas anteriormente, diversos pesquisadores têm advogado em favor da DEXA como um método de referência para a avaliação da composição corporal^(19,20,23,24), sobretudo para validação de equações antropométricas e o desenvolvimento de novos modelos matemáticos, em diferentes grupos populacionais.

A seguir, será discutida a importância da antropometria para os estudos da composição corporal.

3.1.3 Antropometria

A antropometria é o método de avaliação da composição corporal mais aplicável em grandes grupos populacionais, principalmente pelo baixo custo operacional, fácil aplicação em ambientes não laboratoriais, por ser pouco invasiva e de rápida execução^(3,69,70).

Para a avaliação da composição corporal, por meio de diferentes equações e índices, as variáveis antropométricas mais utilizadas têm sido massa corporal (MC), estatura (E), medidas de circunferências e espessuras de dobras cutâneas (EDC).

As medidas de MC e E são utilizadas com freqüência para o acompanhamento dos processos de crescimento e de maturação em crianças e adolescentes, além de serem bastante úteis para análise do estado nutricional. Tais medidas, também, têm sido utilizadas, de forma isolada ou associadas a outras variáveis, para análise da MG e MCM⁽³⁾.

Por outro lado, medidas de circunferências, realizadas em diferentes segmentos corporais, podem ser de grande utilidade para o estudo da composição corporal de jovens, adultos e idosos⁽³⁾. Além disso, tal qual as medidas de MC e E, medidas de circunferências podem ser utilizadas em modelos de predição da gordura corporal relativa ou da MM, de forma isolada ou combinada com medidas de EDC.

Adicionalmente, medidas de circunferências possibilitam o estabelecimento de importantes índices antropométricos utilizados para a análise de possíveis riscos à saúde, normalmente relacionados à obesidade e/ou à desnutrição, como por exemplo, a relação cintura-quadril e o índice de conicidade⁽¹⁴⁾.

Entretanto, o método antropométrico mais utilizado para a avaliação da composição corporal é baseado em medidas de EDC, sobretudo pela estreita relação entre a quantidade de gordura subcutânea e a gordura corporal total, bem como com a Dc, principalmente em adultos^(1,70).

A técnica de EDC permite, além da estimativa da Dc e da gordura corporal relativa, a estimativa da MM, sendo aplicada de forma combinada com outras medidas antropométricas. Assim, por meio desta técnica, têm sido desenvolvidas diferentes equações em populações distintas⁽³⁾.

Para a avaliação da composição corporal por EDC, é necessário um equipamento específico, com precisão milimétrica, denominado de compasso ou adipômetro. Neste sentido, os compassos mais utilizados são aqueles de metal, que exercem pressão constante ($\sim 10 \text{ g/mm}^2$) durante todo o alcance de sua escala de medida⁽⁷¹⁾.

Dentre os fatores que podem comprometer as medidas de EDC, destacam-se o edema causado após exercícios físicos, especialmente com pesos, retenção hídrica causada pela menstruação, utilização de diferentes hemicorpos, entre outros⁽⁷⁰⁾.

Vale ressaltar que a experiência do avaliador é um fator determinante na avaliação de EDC, sobretudo quando são realizadas avaliações em momentos distintos. Dessa forma, alguns cuidados devem ser tomados para a execução de medidas de EDC, dentre os quais: obter as medidas no hemicorpo direito; identificar, medir e marcar o ponto anatômico a ser mensurado; manter a dobra pressionada enquanto a medida é efetuada; realizar um mínimo de duas medidas para cada ponto, sendo que em caso dos valores diferirem em cerca de $\pm 10\%$, realizar medidas adicionais; executar as medidas em ordem rotativa, e não de forma consecutiva; medir quando a pele do avaliado estiver seca e sem loções; entre outros^(71,72).

Os principais locais de medidas utilizados para avaliação da composição corporal por EDC são: subescapular (SE), tricipital (TR), bicipital (BI), peitoral (PT), axilar-média (AM), supra-íliaca (SI), supra-espinhal (SP), abdominal (AB), coxa superior (CS), coxa medial (CX) e perna medial (PM).

É importante salientar que a padronização de protocolos de medidas, não somente de EDC, mas das demais variáveis antropométricas, é

fundamental, tendo em vista a ampla utilização desse método em diferentes situações.

Nesse sentido, alguns pesquisadores têm publicado manuais de referência para padronização das técnicas antropométricas, onde se pode verificar normas para mensuração de MC e E, comprimento de segmentos corporais, diâmetros ósseos, circunferências e EDC^(3,14,73).

Mediante a aplicação de procedimentos antropométricos, é possível classificar um determinado sujeito, uma amostra ou população, mediante uma avaliação referenciada por critérios. Lohman⁽¹⁾, por exemplo, propõe valores de gordura corporal relativa desejáveis e de risco para o desenvolvimento de doenças relacionadas à desnutrição e à obesidade (Tabela 2).

Tabela 2 – Padrões de gordura corporal relativa para homens e mulheres.

Classificação	Homens	Mulheres
Peso Mínimo	< 5%	< 8%
Abaixo da Média	5% - 15%	8% - 23%
Média	15%	23%
Acima da Média	15% - 25%	23% - 32%
Risco	> 25%	> 32%

Nota. Adaptado de Lohman⁽¹⁾.

As principais limitações do método de EDC referem-se basicamente aos erros inter e intra-avaliadores, especialmente em estudos longitudinais, e a utilização de equipamentos inadequados, como por exemplo, o uso de compassos diferentes àqueles empregados para o desenvolvimento das equações⁽⁷⁴⁻⁷⁷⁾.

3.2 Equações Preditivas para Análise da Composição Corporal: desenvolvimento e validação cruzada

Diversas equações preditivas para a estimativa da gordura corporal relativa ou da massa muscular têm sido propostas, para populações distintas, a partir de diferentes variáveis antropométricas. Para a determinação da gordura corporal relativa, em geral, tais equações predizem inicialmente a Dc. Nesse caso é necessário a conversão dos valores de Dc em gordura corporal relativa por meio de equações propostas para esse fim^(54,59).

Por outro lado, desde o início do século passado também vêm sendo propostas equações preditivas para a determinação da MM⁽³⁰⁾. Martin *et al.*⁽³¹⁾, no início da década passada, propuseram uma equação, a partir de uma amostra de 12 cadáveres do sexo masculino, que foi posteriormente ajustada por Doupe *et al.*⁽³²⁾, a partir dos dados desta mesma amostra. Atualmente, outras equações vêm sendo desenvolvidas ou validadas a partir de técnicas indiretas, para a determinação tanto da MM total quanto da MM regional, por meio da técnica antropométrica, impedância bioelétrica ou pela DEXA^(23,42,43,78-83).

Vale destacar que a determinação da MM pode ser de grande importância, sobretudo, para o diagnóstico e acompanhamento de doenças relacionadas à sarcopenia⁽⁸⁴⁻⁸⁶⁾ ou para análise do comportamento de atletas, em diferentes fases de treinamento^(78,87).

Considerando que as equações preditivas utilizadas para a avaliação da composição corporal foram desenvolvidas em populações distintas⁽⁴⁻¹³⁾, resultados conflitantes podem ser encontrados quando diferentes equações são

aplicadas em uma mesma amostra⁽⁸⁸⁻⁹⁰⁾. Esse fato pode ser justificado, em particular, pelas diferenças entre as amostras em que elas foram inicialmente desenvolvidas.

Neste sentido, além de verificar aspectos como gênero, etnia, idade e aptidão física, para a seleção de determinadas equações, deve-se atentar ao fato dessas equações serem específicas ou generalizadas⁽³⁾.

As equações específicas são baseadas em modelos lineares e desenvolvidas com amostras homogêneas. Assim, para a estimativa de valores de composição corporal, é necessário a utilização da equação específica em amostras com características similares à amostra para a qual o modelo foi desenvolvido, caso contrário, os valores de Dc e/ou gordura corporal relativa poderão ser sistematicamente superestimados ou subestimados⁽³⁾.

Por outro lado, as equações generalizadas, que se utilizam de modelos quadráticos, são as mais recomendadas para aplicação em amostras com características diferenciadas àquelas utilizadas no desenvolvimento da equação. As equações generalizadas minimizam substancialmente os erros de predição que ocorrem nos valores extremos, quando do uso de equações lineares, apresentando, portanto, uma maior vantagem quando aplicada em populações com características heterogêneas⁽³⁾.

Na tentativa de se analisar a magnitude da redução dos valores dos erros preditivos de cada equação na estimativa da gordura corporal relativa, quando aplicada em uma população diferenciada, diversos autores sugerem procedimentos de validação cruzada^(1,91-93).

Esses procedimentos envolvem a análise a partir de uma medida-critério (referência). Portanto, o primeiro passo de uma validação cruzada é a escolha da medida-critério, ou seja, o método de referência a ser utilizado⁽²⁷⁾.

Posteriormente, alguns procedimentos estatísticos específicos devem ser aplicados para o processo de validação, tais como: calcular o erro padrão de estimativa (EPE), erro constante (EC) e erro total (ET); analisar as possíveis correlações entre os valores preditos e medidos (coeficiente de correlação de Pearson); comparar os valores preditos com os valores mensurados (teste t pareado); comparar os desvios padrões de ambos os valores; e examinar a distribuição da amostra, se ela é homogênea ou heterogênea⁽¹⁾.

Mais recentemente, de forma adicional aos procedimentos relatados anteriormente, tem sido sugerido a aplicação da plotagem de Bland e Altman⁽⁹⁴⁾, uma vez que o uso do coeficiente de correlação de Pearson (r) parece apresentar limitações importantes para análise de validação cruzada. Dentre as principais críticas ao uso do coeficiente de correlação de Pearson, destacam-se: o r mede a força da relação entre duas variáveis, e não a concordância entre elas, ou seja, mesmo com uma alta correlação, a dispersão dos escores pode ser grande; a mudança na escala de medida pode não afetar a correlação, mas sim a concordância entre elas; a correlação depende da variância das quantidades reais da amostra, ou seja, se a variância for ampla, a correlação será maior, e vice-versa; análise de significância é irrelevante para a questão de concordância; dados poucos concordantes podem apresentar alta correlação.

No Brasil, a validação de equações de regressão para a predição da gordura corporal relativa em jovens tem sido realizada utilizando-se principalmente a PH como método de referência^(88,89,95,96). Por outro lado, poucos estudos utilizaram-

se de modelos multicompartimentais para este tipo de análise, sendo que nesses casos as amostras investigadas foram compostas especificamente por mulheres adultas^(25,62), homens e mulheres idosas^(26,27,97) ou atletas profissionais⁽²⁸⁾.

Marques⁽²⁵⁾ e Marques *et al.*⁽⁶²⁾, ao assumirem a DEXA como um método que oferece melhor valor preditivo da gordura corporal relativa em relação a outros métodos de referência, como a PH, validaram as equações de Jackson, Pollock e Ward⁽⁷⁾, de três e sete EDC, em mulheres não-obesas. Entretanto, quando a amostra foi composta de mulheres obesas, as mesmas não atenderam satisfatoriamente os critérios de validação, sendo, portanto, não recomendadas para essa população.

Se por um lado, Barbosa *et al.*⁽⁹⁷⁾ refutaram o uso da DEXA como um método de referência para populações idosas, Rech⁽²⁷⁾ e Rech *et al.*⁽²⁶⁾, por outro lado, validaram e desenvolveram modelos especialmente para esta população, tanto para a técnica antropométrica quanto para a de impedância bioelétrica.

Foram validadas em um estudo com atletas profissionais⁽²⁸⁾ por meio de DEXA, diversas equações para a avaliação da composição corporal. Vale ressaltar, entretanto, que para esse estudo, os procedimentos sugeridos para a realização de validação cruzada não foram totalmente seguidos, o que dificulta sobremaneira, uma análise mais criteriosa dos achados. Tais limitações permitem acreditar que equívocos de interpretação possam ter sido produzidos por essa investigação.

Por outro lado, equações para a predição da MM vem sendo validadas no próprio estudo de desenvolvimento, com amostra muito similar à amostra original^(23,24,78,79). Tais equações surgiram a partir do início desta década, baseadas em amostras de outros países. Dessa forma, inexiste, no Brasil, não

apenas equações desenvolvidas para este fim específico, bem como validações cruzadas das equações propostas internacionalmente utilizando a DEXA como método de referência.

4 METODOLOGIA

4.1 Amostra

Foram selecionados, voluntariamente, 131 estudantes universitários do sexo masculino, pertencentes aos cursos de graduação em Educação Física e em Esporte, do Centro de Educação Física e Esporte, da Universidade Estadual de Londrina, que atenderam aos seguintes critérios de inclusão: ter idade igual ou superior a 18 anos e não possuir qualquer doença crônico-degenerativa que poderia afetar de alguma forma os componentes da composição corporal. Todos os sujeitos após serem esclarecidos sobre os procedimentos aos quais seriam submetidos assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 1).

Para o cálculo do tamanho da amostra para este estudo adotou-se os critérios sugeridos por Jackson e Pollock⁽⁶⁾ e Lohman⁽¹⁾. Tomando como base um desvio padrão de 8,0 (%G) e uma diferença de 2,9% (considerada como boa, equivalente a um EPE de 3,5%) no erro total da gordura corporal relativa, o tamanho previsto da amostra para este estudo foi de 119 sujeitos (valor de alfa de 5% e um poder estatístico de 80%).

O presente estudo faz parte de um projeto de pesquisa mais amplo, que vem investigando o impacto do treinamento com pesos de forma progressiva sobre diferentes variáveis. Esse projeto foi submetido, analisado e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual de Londrina (Anexo 2), com base na resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde para pesquisas em Seres Humanos.

4.2 Antropometria

A MC foi medida em uma balança de plataforma, digital, da marca Filizola, com carga máxima de 150 kg e precisão de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira, com alcance máximo de 220 cm e precisão de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos por Gordon *et al.*⁽⁹⁸⁾. Todos os indivíduos foram medidos e pesados descalços, trajando apenas uma sunga.

As circunferências de braço relaxado, antebraço, abdômen, cintura, coxa medial e panturrilha foram medidas em duplicata, em cada ponto anatômico por um único avaliador, com uma fita métrica inextensível, da marca Cardiomed, com extensão de 200 cm e precisão de 1 mm, de acordo com as técnicas convencionais descritas por Callaway *et al.*⁽⁹⁹⁾. O erro técnico de medida não foi superior a 0,5 cm, sendo o valor médio entre as medidas utilizado como valor de referência. Vale destacar que todas as medidas realizadas nos membros foram realizadas no hemisfério direito (Anexo 3).

Medidas de EDC foram obtidas em triplicata, em cada ponto anatômico preestabelecido, em seqüência rotacional, do lado direito do corpo, sendo registrado o valor mediano. Quando os valores referentes ao limite superior e/ou inferior excederam 5% o valor da mediana, uma nova série de três medidas foi efetuada. Vale destacar que o erro técnico de medida não excedeu $\pm 1,0$ mm. Foram coletadas as EDCSE, EDCTR, EDCBI, EDCPT, EDCAM, EDCSI, EDCAB, EDCCX e EDCPM, por um único avaliador, com um adipômetro científico da marca Lange (Cambridge Scientific Instruments, Cambridge, MD, EUA), de acordo com as técnicas descritas por Harrison *et al.*⁽⁷¹⁾, exceto a EDCAB, que foi determinada

paralelamente ao eixo longitudinal do corpo, aproximadamente 2 cm à direita da borda lateral da cicatriz umbilical, e a EDCAM, medida obliquamente, acompanhando o sentido dos arcos intercostais (Anexo 4).

Vale ressaltar que as medidas antropométricas utilizadas no presente estudo foram coletadas no mesmo dia da avaliação por DEXA.

4.3 Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DEXA)

A DEXA foi utilizada neste estudo como método de referência, para a validação das equações a serem analisadas. Para tanto, foi utilizado um equipamento da marca Lunar, modelo DPX-IQ (Lunar Radiation Corporation, Madison, WI, EUA) e *software* versão 4.7e. A calibragem do equipamento seguiu as recomendações do fabricante, e tanto a calibragem quanto as análises foram realizadas por um técnico do laboratório, com experiência nesse tipo de avaliação.

Os avaliados apresentaram-se trajando apenas shorts e camiseta, descalços e sem portar nenhum objeto metálico móvel ou qualquer outro acessório junto ao corpo. Os sujeitos permaneceram deitados e imóveis sobre a mesa do equipamento, até a finalização da medida, em decúbito dorsal, com pés unidos e braços levemente afastados do tronco, à lateral do corpo.

Após a varredura de corpo inteiro, o programa forneceu a massa gorda, óssea e do tecido magro, para o corpo todo e regiões específicas (tronco e membros superiores e inferiores). Neste programa, os membros foram demarcados e separados do tronco e da cabeça por linhas padrões geradas pelo próprio equipamento. As linhas foram ajustadas pelo mesmo técnico, por meio de pontos

anatômicos específicos, determinados pelo fabricante. A massa do tecido magro e mole apendicular (TMMA) foi determinada pela somatória do tecido magro e mole (livre de osso e gordura) de membros superiores e inferiores direito e esquerdo. O valor obtido foi utilizado na equação de predição da MM desenvolvida e validada em amostra similar à deste estudo⁽²³⁾, descrita a seguir:

$$MM \text{ (kg)} = 1,19.TMMA - 1,65$$

Nota: $r^2 = 0,962$; EPE = 1,46 kg (desenvolvimento); $r^2 = 0,98$ (validação).

O valor, em quilogramas, fornecido pela equação supracitada, foi utilizado como a variável dependente, para a validação das demais equações de predição da MM, analisadas neste estudo.

Em dias subseqüentes, 12 sujeitos passaram por uma nova avaliação por meio de DEXA, para fins de reprodutibilidade. Os resultados indicaram altos valores de correlação ($r > 0,98$) e correlação intra-classe ($r = 0,99$), e baixos valores de erro padrão de estimativa (EPE $< 1,05$), diferença médias ($\bar{d} < 0,16$) e coeficiente de variação (CV $< 4,5\%$), para as variáveis gordura corporal relativa, TMMA e MM, indicando uma boa reprodutibilidade deste equipamento para avaliação da MM e gordura corporal relativa.

4.4 Equações Antropométricas

Para o procedimento de validação cruzada, foram utilizadas equações antropométricas, que se utilizaram do mesmo compasso de EDC deste estudo (Lange), de acordo com o gênero, a raça, o nível de atividade física e a idade da amostra, e que apresentaram altos valores de correlação ($r > 0,80$) e baixos valores de EPE (EPE $< 0,0100$, 3,5% e 2,8 kg, para densidade corporal, gordura corporal relativa e massa muscular, respectivamente). Foram analisadas equações generalizadas e específicas, bem como equações quadráticas, logarítmicas e lineares, desenvolvidas no Brasil e no exterior (Anexos 5, 6, 7 e 8).

Considerando que grande parte das equações antropométricas fornecem valores relativos à Dc, foram utilizadas, quando necessárias, equações de conversão da Dc para gordura corporal relativa (Tabela 1).

4.5 Análise Estatística

Após a aplicação do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, estatística descritiva foi utilizada para caracterização da amostra. Seguindo as sugestões de Lohman⁽¹⁾, para a realização de validação cruzada, foram aplicados os seguintes procedimentos estatísticos: coeficiente de correlação linear de Pearson, teste t de Student pareado, EC, ET e EPE. Atendendo às sugestões recentes para procedimentos de validação cruzada, foi empregado também CCI, com os respectivos intervalos de confiança (IC de 95%), e método de Bland e Altman⁽⁹⁴⁾, com a diferença média (\bar{d}), intervalo de confiança para a diferença da média (IC 95%

p/\bar{d}), desvio-padrão da diferença (DP \bar{d}), e limites de concordância para a diferença da média (LC \bar{d}), para análise dos escores residuais da gordura corporal relativa e MM obtidos por meio do método de referência e de diferentes equações.

Adicionalmente, foi utilizado o coeficiente de Kappa (k), para verificação da concordância entre os valores preditos e mensurados, quando estes foram convertidos em variáveis dicotômicas, por meio da classificação de Lohman⁽¹⁾ (Tabela 2), para avaliação da gordura corporal relativa, e por meio da classificação da MM média, sugerida por Janssen et al.⁽¹⁰⁰⁾, para avaliação da MM. Neste sentido, todos os sujeitos receberam valor 0 quando a gordura corporal relativa foi inferior ou igual a 15%, ou 1, quando o valor excedeu a 15% de gordura (valores considerados como abaixo da média e na média, e acima da média e risco, respectivamente). Da mesma forma, na transformação dos valores MM em variáveis dicotômicas, os sujeitos receberam valor 0 quando a MM foi superior ou igual a 33,7 kg (valor médio de MM para a faixa etária entre 20 e 29 anos) e superior ou igual a 34,0 kg (valor médio de MM para faixa etária entre 30 e 39 anos), ou 1, quando o valor não excedeu tais valores. Os valores de k abaixo de 0,4 foram assumidos como baixa concordância; valores iguais ou superiores a 0,4 e inferiores a 0,8 como concordância moderada; e valores iguais ou superiores a 0,8 como alta concordância.

O valor de alfa de 5% foi adotado para as diferentes análises utilizadas, quando necessário.

5 RESULTADOS

Os resultados deste estudo serão apresentados, a seguir, de acordo com os seguintes tópicos: características descritivas da amostra, validação cruzada de equações antropométricas para a estimativa da gordura corporal relativa e validação cruzada de equações antropométricas para a estimativa da massa muscular.

5.1 Características descritivas da amostra

A amostra selecionada foi composta por estudantes do sexo masculino, dos cursos de Educação Física (matutino e noturno) e Esporte (integral), do Centro de Educação Física e Esporte (CEFE), da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Os sujeitos da amostra estavam regularmente matriculados dos primeiros aos quartos anos dos cursos matutino e integral, e do primeiro ao quinto ano do curso noturno, proporcionando, desta forma, uma boa representatividade dos estudantes deste centro.

As características descritivas da amostra estão apresentadas na tabela 3. A amostra se apresentou dentro de uma amplitude não superior a 18 anos (18 a 36 anos de idade). Os valores de massa corporal e de estatura dos sujeitos permaneceram, respectivamente, dentro de uma faixa de 48 quilos (55,0 a 103,0 kg) e 35 centímetros (159,0 a 194,0 cm), e os valores de gordura corporal relativa e massa muscular, dentro de uma faixa de 32,8% (4,6 a 37,4%) e 17,0 kg (24,6 a 41,6 kg), respectivamente.

Na análise do índice de massa corporal (IMC), foram encontrados sujeitos com baixo peso ($IMC < 20,0 \text{ kg/m}^2$; $n=15$), eutróficos (de $20,0$ a $24,9 \text{ kg/m}^2$; $n=86$), e sobrepeso ($IMC \geq 25,0 \text{ kg/m}^2$; $n=30$).

Tabela 3. Características descritivas da amostra ($n=131$).

	X	DP	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	23,5	3,5	18,0	36,0
MC (kg)	73,9	9,7	55,0	103,0
E (cm)	177,6	6,4	159,0	194,0
IMC (kg/m^2)	23,4	2,7	18,6	31,7
%G	13,1	5,7	4,6	34,7
MCM (kg)	63,9	6,2	50,7	81,8
TMMA (kg)	28,4	3,1	22,1	36,3
MM (kg)	32,1	3,6	24,6	41,6

Nota. MC = massa corporal; E = estatura; IMC = índice de massa corporal; %G = gordura corporal relativa; MCM = massa corporal magra; TMMA = tecido magro e mole apendicular; MM = massa muscular.

A tabela 4 apresenta informações descritivas referentes às variáveis de circunferência e EDC.

Tabela 4. Valores médios para variáveis de circunferências e EDC ($n = 131$).

Variável	X	DP	Mínimo	Máximo
Circunferências (cm)				
Antebraço	27,5	1,8	24,2	32,5
Braço	30,9	2,9	24,5	39,7
Abdômen	82,6	7,1	71,5	104,0
Cintura	80,8	6,9	69,5	102,0
Quadril	95,7	5,5	85,5	111,9
Coxa	57,2	4,0	48,5	66,6
Perna	37,0	2,5	31,0	42,2
EDC (mm)				
Subescapular	14,3	6,1	6,0	34,0
Tricipital	12,9	5,5	4,5	25,5
Bicipital	5,6	2,5	3,0	13,5
Peitoral	10,1	5,4	4,0	28,0
Axilar-média	11,1	6,1	5,0	33,0
Supra-ilíaca	14,5	7,1	4,0	34,0
Abdominal	19,0	7,8	7,0	37,0
Coxa medial	15,6	6,0	4,0	31,5
Perna medial	10,1	4,6	3,5	25,0

Nota. EDC = espessura de dobras cutâneas.

5.2 Validação cruzada de equações antropométricas para estimativa da gordura corporal relativa

Para a realização da validação cruzada dos valores mensurados com os valores estimados pelas diferentes equações preditivas, foi utilizado como valor de gordura corporal relativa mensurado, o valor fornecido pela DEXA. Considerando que grande parte das equações antropométricas predizerem valores de Dc, em g/ml, para que os procedimentos de validação pudessem ser aplicados, os valores de Dc foram convertidos em gordura corporal relativa mediante a utilização da equação de Siri⁽⁵⁹⁾ (Tabela 1).

Na análise da validação, optou-se pela separação das equações por autores, sendo apresentados, inicialmente, nas tabelas 5 e 6 os resultados encontrados para as equações preditivas da Dc de Jackson e Pollock⁽⁶⁾, e nas tabelas 7 e 8 os resultados encontrados para as equações de Petroski⁽¹²⁾.

Comparando-se os resultados do valor mensurado de gordura corporal relativa com os valores estimados (tabela 5), pôde-se verificar que as equações 1, 2, 4 e 5 não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre as medidas mensuradas e estimadas ($p > 0,05$). Vale destacar que a equação 5 foi a única das 33 equações analisadas a apresentar valor médio absoluto inferior ao valor mensurado pela DEXA.

As correlações entre os valores de gordura corporal relativa estimados e mensurados foram altas (entre 0,88 e 0,92). Os EPE encontrados foram inferiores a 2,77, e os EC e ET foram igualmente baixos (inferiores a 0,43 e 2,76, respectivamente).

Tabela 5. Validação cruzada das equações antropométricas de Jackson e Pollock⁽⁶⁾ para estimativa da densidade corporal (convertidas em gordura corporal relativa por meio da equação de Siri⁽⁵⁹⁾ em homens adultos (n = 131).

Equação	X	DP	t	r	r ²	EPE	EC	ET
DEXA	13,05	5,77	-	-	-	-	-	-
1	13,13	5,57	-0,40	0,92	0,84	2,34	-0,08	2,34
2	13,13	4,57	-0,39	0,92	0,84	2,34	-0,08	2,43
3	13,70	5,56	-2,99*	0,91	0,82	2,46	-0,65	2,55
4	13,20	5,35	-0,63	0,88	0,77	2,77	-0,15	2,76
5	12,62	5,17	1,90	0,90	0,80	2,58	0,43	2,60
6	15,23	4,47	-9,39*	0,90	0,80	2,57	-2,18	3,42
7	15,55	4,41	-11,23*	0,91	0,83	2,41	-2,50	3,56
8	13,65	4,11	-2,38*	0,88	0,78	2,71	-0,60	2,92

* Os resultados de DEXA e os estimados diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Nota. Equações 1, 2, 5 e 6 = quadráticas; equações 3, 4, 7 e 8 = logarítmicas; equações 1, 2, 3 e 7 = 7EDC; equações 4, 5, 6 e 8 = 3EDC; equações 2, 6, 7 e 8 = medidas de circunferência abdominal e de antebraço.

Os valores de CCI foram elevados (superiores a 0,93) e seus respectivos IC de 95% ficaram entre 0,91 e 0,97 (tabela 6).

Tabela 6. Análise do coeficiente de correlação intra-classe (CCI), Bland e Altman⁽⁹⁴⁾ e Coeficiente de Kappa das equações de Jackson e Pollock⁽⁶⁾ para estimativa da densidade corporal em homens adultos (n = 131).

Equação	CCI	CCI IC 95%	\bar{d}	IC 95% p/ \bar{d}	DP \bar{d}	LC 95%	k
1	0,96	0,94 ; 0,97	-0,08	-0,49 ; 0,32	2,35	-5,39 ; 5,22	0,73
2	0,94	0,92 ; 0,96	-0,08	-0,51 ; 0,34	2,44	-5,59 ; 5,42	0,71
3	0,95	0,92 ; 0,96	-0,65	-1,08 ; -0,22	2,48	-6,23 ; 4,94	0,74
4	0,93	0,91 ; 0,95	-0,15	-0,63 ; 0,33	2,77	-6,40 ; 6,01	0,74
5	0,94	0,92 ; 0,96	0,43	-0,02 ; 0,87	2,57	-5,38 ; 6,23	0,75
6	0,89	0,56 ; 0,95	-2,18	-2,63 ; -1,72	2,65	-8,16 ; 3,81	0,70
7	0,88	0,36 ; 0,96	-2,50	-2,93 ; -2,06	2,54	-8,24 ; 3,45	0,68
8	0,91	0,89 ; 0,94	-0,60	-1,09 ; -0,10	2,87	-7,08 ; 5,88	0,74

Nota. Equações 1, 2, 5 e 6 = quadráticas; equações 3, 4, 7 e 8 = logarítmicas; equações 1, 2, 3 e 7 = 7EDC; equações 4, 5, 6 e 8 = 3EDC; equações 2, 6, 7 e 8 = medidas de circunferência abdominal e de antebraço.

Em contrapartida, os valores de \bar{d} foram baixos, inferiores a 0,43, com IC de 95% entre -0,63 a 0,87 (Tabela 6) e a dispersão dos pontos relativos à diferença média se concentrou entre $\pm 1,96$ DP (Figuras 2 a 5).

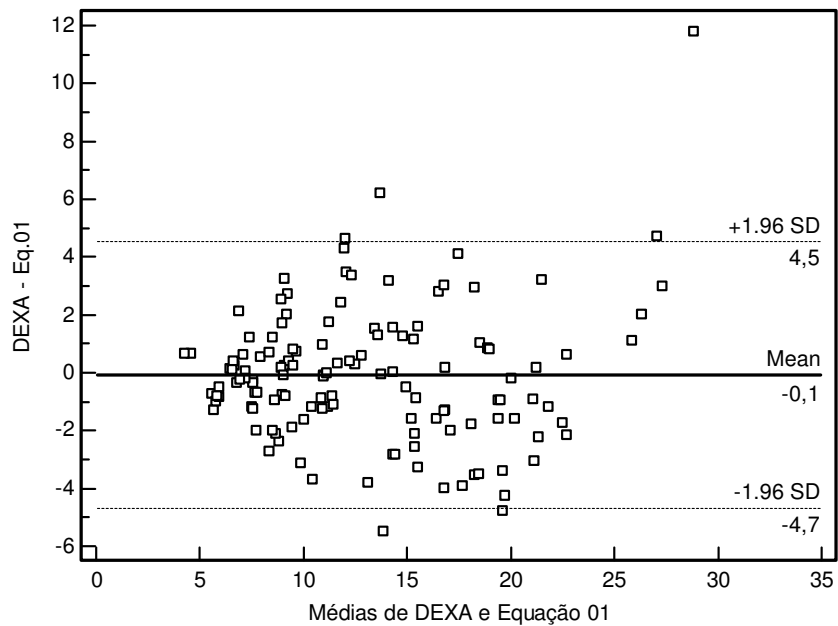


Figura 2 – Teste de concordância de Bland e Altman para a equação 1 (n=131).

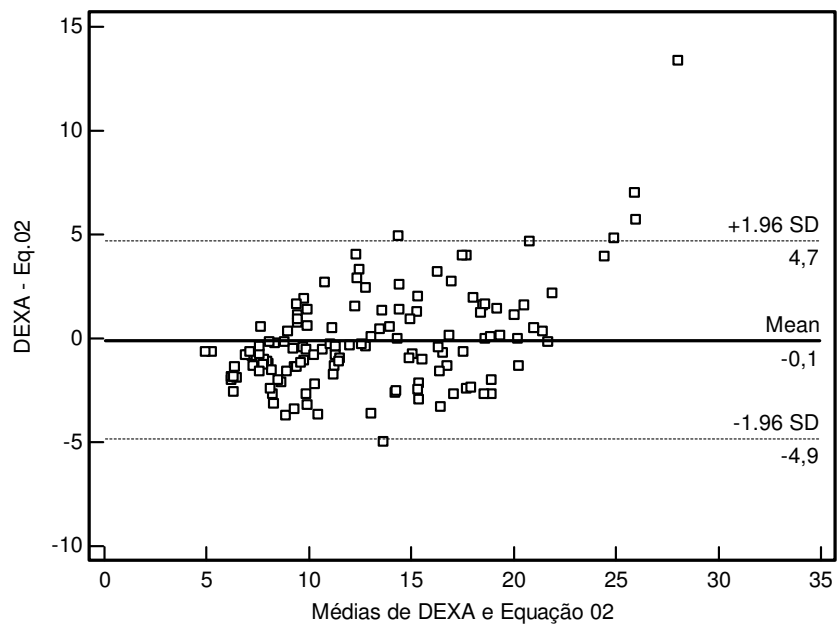


Figura 3 – Teste de concordância de Bland e Altman para a equação 2 (n=131).

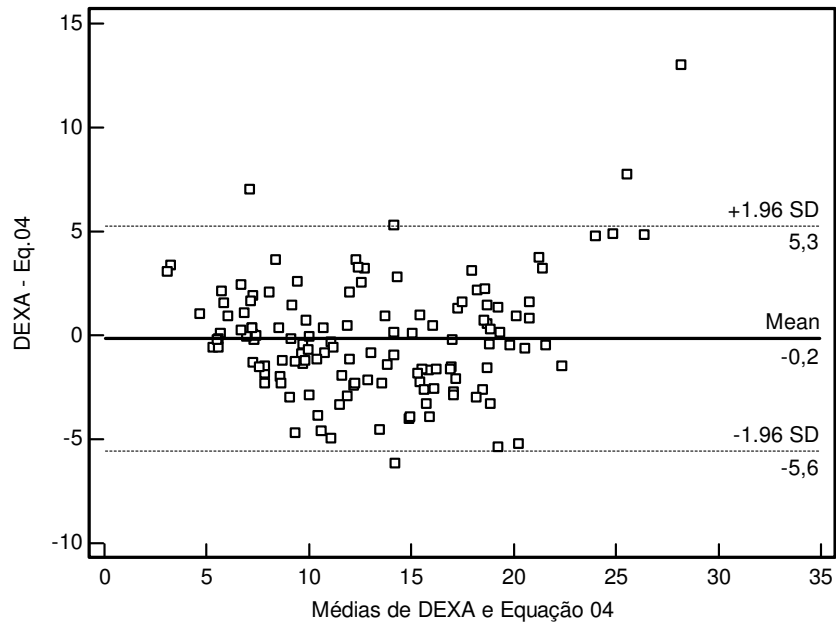


Figura 4 – Teste de concordância de Bland e Altman para a equação 4 (n=131).

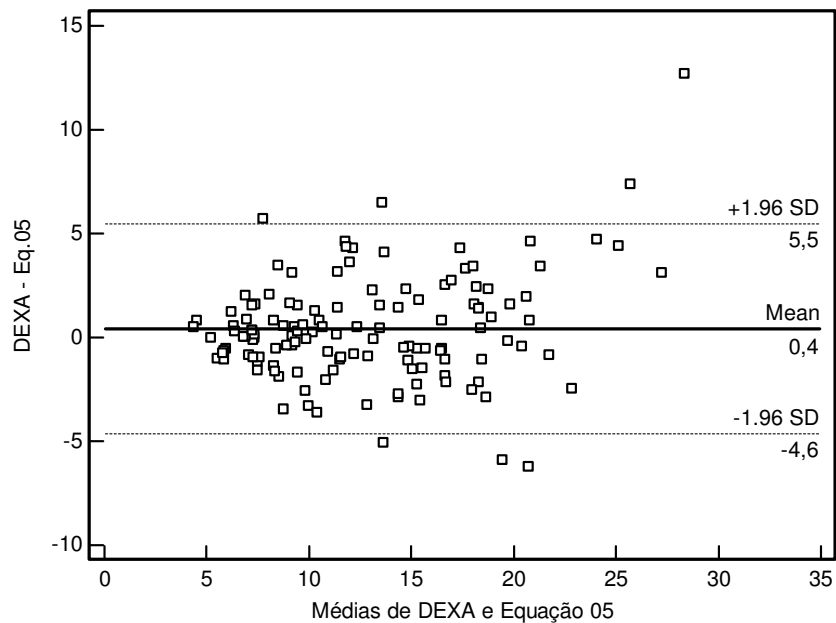


Figura 5 – Teste de concordância de Bland e Altman para a equação 5 (n=131).

Dessa forma, as equações 1, 2, 4 e 5 apresentaram validade concorrente para a estimativa de valores de gordura corporal relativa em jovens

universitários do sexo masculino, entre 18 e 36 anos de idade. Vale ressaltar que as equações 1, 2 e 5 são quadráticas, enquanto que a equação 4 é logarítmica.

As demais equações analisadas (3, 6, 7 e 8) apresentaram diferenças estatisticamente significantes quando comparadas com os valores mensurados pela DEXA, apesar dos altos valores de correlação e CCI, valores moderados de k , e baixos valores de EPE, EC, ET e \bar{d} .

Nas tabelas 7 e 8, são apresentadas as análises de validação cruzada das equações preditivas da Dc propostas por Petroski⁽¹²⁾.

Apesar dos altos valores de r e baixos valores de EPE, EC e ET, sobretudo para as equações 10 e 12, nenhuma das equações apresentaram valores estimados estatisticamente semelhantes aos mensurados, comprometendo assim, a validade concorrente. Os valores de r , EPE e ET (Tabela 7) são, inclusive, muito próximos aos valores demonstrados pelas equações de Jackson e Pollock⁽⁶⁾, validadas neste estudo.

Tabela 7. Validação cruzada das equações quadráticas de Petroski⁽¹²⁾ para estimativa da densidade corporal (convertidas em gordura corporal relativa por meio da equação de Siri⁽⁵⁹⁾ em homens adultos ($n = 131$)).

Equação	X	DP	t *	r	r ²	EPE	EC	ET
DEXA	13,05	5,77	-	-	-	-	-	-
9	15,57	5,05	-12,53	0,92	0,84	2,30	-2,52	3,41
10	15,26	4,88	-11,59	0,93	0,87	2,13	-2,20	3,09
11	15,46	5,00	-11,78	0,92	0,84	2,33	-2,40	3,35
12	15,15	4,82	-10,73	0,93	0,86	2,18	-2,10	3,06
13	16,13	5,21	-14,91	0,91	0,83	2,37	-3,08	3,88
14	15,57	4,96	-13,08	0,93	0,86	2,18	-2,52	3,34
15	16,13	5,43	-14,40	0,91	0,82	2,45	-3,08	3,93
16	15,70	5,19	-13,65	0,92	0,85	2,23	-2,65	3,45
17	16,07	5,37	-13,69	0,90	0,81	2,53	-3,02	3,93
18	15,71	5,14	-12,96	0,91	0,84	2,35	-2,66	3,54
19	15,64	5,35	-11,55	0,90	0,80	2,57	-2,59	3,63
20	15,33	5,11	-11,23	0,92	0,84	2,33	-2,28	3,25

* Os resultados de DEXA e os estimados (eq. 9 a 20) diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Nota. Equações 9 e 10 = 9EDC; equações 11 e 12 = 7EDC; equações 13 e 14 = 6EDC; equações 15 e 16 = 4EDC; equações 17 e 18 = 3EDC; equações 19 e 20 = 2EDC; equações 10, 12, 14, 16, 18 e 20 = medidas de circunferência abdominal e de antebraço.

Os valores de CCI e \bar{d} , da mesma forma, apresentaram-se dentro de uma faixa aceitável, e os valores de k encontrados foram considerados como moderados (Tabela 8), semelhantes aos valores apresentados pelas equações 1 a 8.

Tabela 8. Análise do coeficiente de correlação intra-classe (CCI), Bland e Altman⁽⁹⁴⁾ e Coeficiente de Kappa das equações quadráticas de Petroski⁽¹²⁾ para estimativa da densidade corporal em homens adultos (n = 131).

Equação	CCI	CCI IC 95%	\bar{d}	IC 95% p/ \bar{d}	DP \bar{d}	LC 95%	k
9	0,90	0,32 ; 0,97	-2,52	-2,92; -2,12	2,31	-7,72 ; 2,68	0,75
10	0,92	0,47 ; 0,97	-2,20	-2,58 ; -1,83	2,18	-7,12 ; 2,71	0,69
11	0,90	0,40 ; 0,97	-2,41	-2,81 ; -2,00	2,34	-7,68 ; 2,87	0,74
12	0,92	0,55 ; 0,97	-2,10	-2,49 ; -1,71	2,24	-7,15 ; 2,95	0,70
13	0,88	0,04 ; 0,96	-3,08	-3,49 ; -2,67	2,36	-8,41 ; 2,25	0,70
14	0,91	0,28 ; 0,97	-2,52	-2,90 ; -2,14	2,21	-7,50 ; 2,46	0,71
15	0,88	0,08 ; 0,96	-3,08	-3,50 ; -2,65	2,45	-8,60 ; 2,44	0,64
16	0,90	0,22 ; 0,97	-2,65	-3,03 ; -2,27	2,22	-7,66 ; 2,36	0,63
17	0,88	0,13 ; 0,96	-3,02	-3,45 ; -2,58	2,52	-8,71 ; 2,68	0,66
18	0,90	0,26 ; 0,97	-2,66	-3,07 ; -2,25	2,35	-7,96 ; 2,64	0,63
19	0,89	0,38 ; 0,96	-2,59	-3,03 ; -2,14	2,56	-8,37 ; 3,20	0,72
20	0,91	0,48 ; 0,97	-2,28	-2,69 ; -1,88	2,33	-7,54 ; 2,97	0,69

Nota. Equações 9 e 10 = 9EDC; equações 11 e 12 = 7EDC; equações 13 e 14 = 6EDC; equações 15 e 16 = 4EDC; equações 17 e 18 = 3EDC; equações 19 e 20 = 2EDC; equações 10, 12, 14, 16, 18 e 20 = medidas de circunferência abdominal e de antebraço.

Nas tabelas 9 e 10 são apresentadas as informações sobre as equações 21 a 33, de diferentes autores. Não foram encontrados valores estatisticamente semelhantes entre os valores mensurados e estimados, como verificado em quatro equações (3, 6, 7 e 8) de Jackson e Pollock⁽⁶⁾ e as de Petroski⁽¹²⁾, entretanto, os valores de r e r^2 foram menores (inferiores a 0,91 e 0,84, respectivamente), bem como os valores de EPE, EC e ET foram superiores. Dentre as equações analisadas, as equações 29 e 32 apresentaram maiores r e r^2 , e menores EPE, EC e ET.

Tabela 9. Validação cruzada das demais equações antropométricas para estimativa da gordura corporal relativa e da densidade corporal (convertidas em gordura corporal relativa por meio da equação de Siri⁽⁵⁹⁾) em homens adultos.

Equação	Mensurado X±DP	Estimado X±DP	t*	r	r ²	EPE	EC	ET
21 (n=131)	13,05±5,77	16,89±5,12	-18,72	0,91	0,84	2,35	-3,84	4,49
22 (n=131)	13,05±5,77	18,19±4,89	-23,21	0,90	0,81	2,52	-5,14	5,72
23 (n=131)	13,05±5,77	19,48±5,79	-28,50	0,90	0,81	2,52	-6,43	6,92
25 (n=110)	13,60±5,84	17,60±4,86	-20,52	0,90	0,80	2,61	-4,55	5,20
27 (n=131)	13,05±5,77	17,86±4,89	-17,07	0,89	0,79	2,63	-4,81	4,99
28 (n=131)	13,05±5,77	20,12±4,24	-30,07	0,86	0,75	2,92	-7,07	7,56
29 (n=90)	11,86±5,15	14,05±5,90	-4,18	0,90	0,81	2,28	-1,00	2,89
30 (n=90)	11,86±5,15	20,87±6,45	-27,48	0,89	0,78	2,41	-7,82	8,46
31 (n=90)	11,86±5,15	13,78±5,28	-7,71	0,64	0,41	3,98	-0,73	3,04
32 (n=104)	12,47±5,63	14,42±5,38	-9,58	0,85	0,72	3,01	-1,37	3,60
33 (n=104)	12,47±5,63	18,10±4,38	-14,40	0,89	0,80	2,54	-5,05	7,46

* Os resultados de DEXA e os estimados (eq. 21 a 33) diferem estatisticamente (p<0,05).

Nota. Equação 21 = Ball *et al.*⁽²⁰⁾ - quadrática; equação 22 = Durnin e Rahman⁽⁴⁾ - logarítmica; equações 23 e 25 = Durnin e Womersley⁽⁵⁾ - logarítmica; equação 27 = Pollock *et al.*⁽⁹⁾ - quadrática; equação 28 = Kagawa *et al.*⁽²¹⁾ - linear; equações 29 a 31 = Katch e McArdle⁽¹⁰¹⁾ - lineares; equação 32 = Sloan⁽¹¹⁾ - linear; e equação 33 = Faulkner⁽¹⁰⁾ - linear.

Os valores apresentados de CCI, e k foram, em geral, mais baixos, e os de \bar{d} maiores do que os valores encontrados na análise das equações de Jackson e Pollock⁽⁶⁾ e de Petroski⁽¹²⁾. Da mesma forma, as equações 29 e 32 apresentaram maiores valores de CCI, juntamente com a equação 27, e menores valores de \bar{d} .

Para os valores de k, verificou-se diferenças significantes e de baixa concordância apenas para a equação 31, ou seja, quando classificados entre abaixo ou acima da média, a equação estimada não apresentou boa concordância com o valor mensurado. As concordâncias mais altas foram verificadas nas equações 27, 29 e 32.

Tabela 10. Análise do coeficiente de correlação intra-classe (CCI), Bland e Altman⁽⁹⁴⁾ e Coeficiente de Kappa das demais equações antropométricas para para estimativa da gordura corporal relativa e densidade corporal em homens adultos.

Equ.	CCI	CCI IC 95%	\bar{d}	IC 95% p/ \bar{d}	DP \bar{d}	LC 95%	k
21	0,84	-0,16 ; 0,96	-3,84	-4,24 ; -3,43	2,35	-9,13 ; 1,45	0,52
22	0,76	-0,18 ; 0,93	-5,14	-5,57 ; -4,70	2,53	-10,85 ; 0,58	0,41
23	0,72	-0,14 ; 0,92	-6,43	-6,87 ; -5,98	2,58	-12,25 ; -0,60	0,32
25	0,80	-0,19 ; 0,94	-4,26	-4,75 ; -3,76	2,62	-10,23 ; 1,72	0,45
27	0,94	-0,19 ; 0,94	-1,00	-1,47 ; -0,52	2,73	-7,15 ; 5,16	0,77
28	0,64	-0,15 ; 0,89	-7,82	-8,38 ; -7,26	3,26	-15,16 ; -0,47	0,24
29	0,91	0,65 ; 0,96	-1,92	-2,42 ; -1,43	2,36	-7,40 ; 3,56	0,63
30	0,88	0,34 ; 0,96	-2,56	-3,09 ; -2,03	2,54	-8,45 ; 3,32	0,57
31	0,51	-0,30 ; 0,81	-6,24	-7,10 ; -5,38	4,11	-15,77 ; 3,29	0,08*
32	0,88	0,68 ; 0,94	-2,19	-2,83 ; -1,54	3,31	-9,78 ; 5,40	0,67
33	0,85	0,48 ; 0,93	-2,26	-2,82 ; -1,70	2,86	-8,82 ; 4,30	0,62

Nota. Equação 21 = Ball *et al.*⁽²⁰⁾ - quadrática; equação 22 = Durnin e Rahman⁽⁴⁾ - logarítmica; equações 23 e 25 = Durnin e Womersley⁽⁵⁾ - logarítmica; equação 27 = Pollock *et al.*⁽⁹⁾ - quadrática; equação 28 = Kagawa *et al.*⁽²¹⁾ - linear; equações 29 a 31 = Katch e McArdle⁽¹⁰¹⁾ - lineares; equação 32 = Sloan⁽¹¹⁾ - linear; e equação 33 = Faulkner⁽¹⁰⁾ - linear.

5.3 Validação cruzada de equações antropométricas para estimativa da massa muscular

A tabela 11 apresenta a análise dos valores estimados de massa muscular, por diferentes equações antropométricas, com o valor determinado pela equação de Kim *et al.*⁽²³⁾, utilizada para este propósito como valor de referência, uma vez que a DEXA não apresenta diretamente o valor referente à MM.

Foram analisadas neste estudo de validação as equações clássicas de Martin *et al.*⁽³¹⁾ e Doupe *et al.*⁽³²⁾ (equações 34 e 35, respectivamente), propostas a partir do método indireto da dissecação de cadáveres, bem como as equações propostas por Lee *et al.*⁽⁷⁹⁾, desenvolvidas a partir de métodos multicompartmentais e que se utilizam de variáveis antropométricas (equações 36 e 37), e a equação de Kim *et al.*⁽²³⁾ (equação 38) que se utiliza das variáveis sexo, raça e idade, além da variável TMMA, fornecida pela DEXA.

Os valores estimados pelas equações 34 e 35 apresentaram as maiores diferenças quando comparados ao valor de referência, bem como apresentaram os maiores valores de EC e ET. Neste sentido, essas duas equações não parecem recomendadas para a análise da massa muscular na amostra estudada.

Por outro lado, equações 36 e 38 não apresentaram diferenças estatisticamente significantes do método de referência ($p > 0,05$). Os valores de EPE foram baixos, bem como os EC e ET encontrados foram menores do que aqueles apresentados pelas equações 34 e 35. Contudo, os valores de r e r^2 das equações 36 e 37 foram abaixo de 0,83 e 0,68, respectivamente, enquanto que a equação 38 apresentou valores de r e r^2 próximos a 1,00.

Tabela 11. Validação cruzada de equações antropométricas para estimativa da massa muscular em homens adultos ($n = 131$).

Equação	X	DP	T	r	r^2	EPE	EC	ET
Refer.	32,11	3,66	-	-	-	-	-	-
34	44,67	6,33	-38,41*	0,85	0,73	1,93	-12,56	13,10
35	37,89	5,39	-21,72*	0,84	0,71	1,99	-5,78	6,53
36	31,90	3,26	1,13	0,83	0,68	2,08	0,21	2,09
37	32,83	2,64	-3,75*	0,80	0,64	2,20	-0,72	2,32
38	32,12	3,28	-0,25	0,99	0,98	0,50	-0,01	0,61

* Os resultados de referência e os estimados diferem estatisticamente ($p < 0,05$).

Nota. Equação 34 = Martin *et al.*⁽³¹⁾; equação 35 = Doupe *et al.*⁽³²⁾; equação 36 = Lee *et al.*⁽⁷⁹⁾; equação 37 = Lee *et al.*⁽⁷⁹⁾; equação 38 = Kim *et al.*⁽²³⁾.

Na análise das concordâncias, os melhores valores foram identificados também nas equações 36, 37 e 38, com altos valores de CCI e baixos valores de \bar{d} . Além disso, as equações 34 e 35 apresentaram menores valores de CCI e altos valores para \bar{d} . Valores moderados de k foram encontrados para as equações 36 e 37. Por outro lado, para a equação 38, foi verificado uma alta concordância, enquanto que para as equações 34 e 35 a concordância foi fraca.

Vale ressaltar, para este caso, que a equação 38 foi desenvolvida pelos mesmos autores⁽²³⁾ que desenvolveram a equação utilizada neste estudo como referência para a validação de equações antropométricas para avaliação da MM, utilizando-se, inclusive, da mesma amostra para desenvolvimento e validação.

Tabela 12. Análise do coeficiente de correlação intra-classe (CCI), Bland e Altman⁽⁹⁴⁾ e Coeficiente de Kappa das equações antropométricas para estimativa da massa muscular em homens adultos (n = 131).

Equ.	CCI	CCI IC 95%	\bar{d}	IC 95% p/ \bar{d}	DP \bar{d}	LC 95%	k
34	0,32	-0,09 ; 0,70	-12,6	-13,21 ; -11,92	3,74	-21,01 ; -4,12	0,02*
35	0,61	-0,22 ; 0,87	-5,78	-6,31 ; -5,25	3,05	-12,65 ; 1,09	0,27
36	0,90	0,86 ; 0,93	0,21	-0,15 ; 0,57	2,08	-4,50 ; 4,91	0,59
37	0,85	0,77 ; 0,90	-0,72	-1,11 ; -0,34	2,21	-5,72 ; 4,29	0,56
38	0,99	0,99 ; 0,99	-0,01	-0,12 ; 0,09	0,61	-1,40 ; 1,37	0,87

* p<0,05.

Nota. Equação 34 = Martin *et al.*⁽³¹⁾; equação 35 = Doupe *et al.*⁽³²⁾; equação 36 = Lee *et al.*⁽⁷⁹⁾; equação 37 = Lee *et al.*⁽⁷⁹⁾; equação 38 = Kim *et al.*⁽²³⁾.

Nas figuras 6 e 7 estão apresentadas as dispersões dos pontos relativos às diferenças médias entre valores mensurados e estimados, para MM, das equações 36 e 38, respectivamente, de acordo com a plotagem de Bland e Altman⁽⁹⁴⁾.

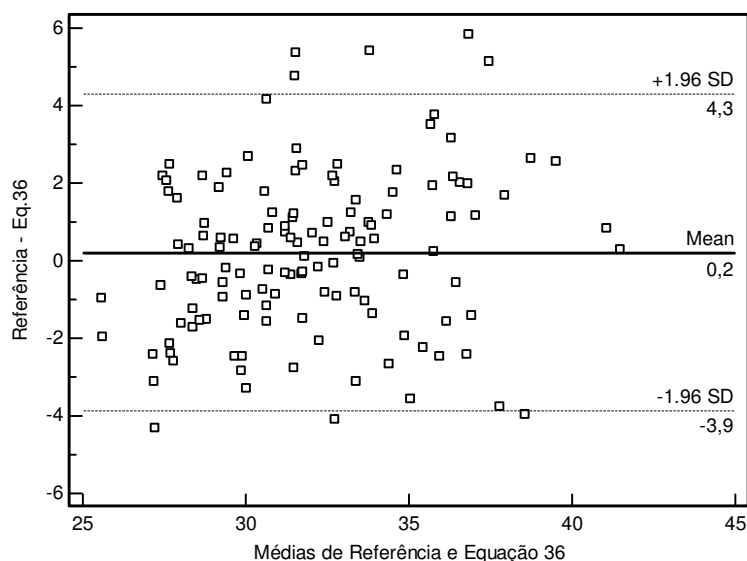


Figura 6 – Teste de concordância de Bland e Altman para a equação 36 (n=131).

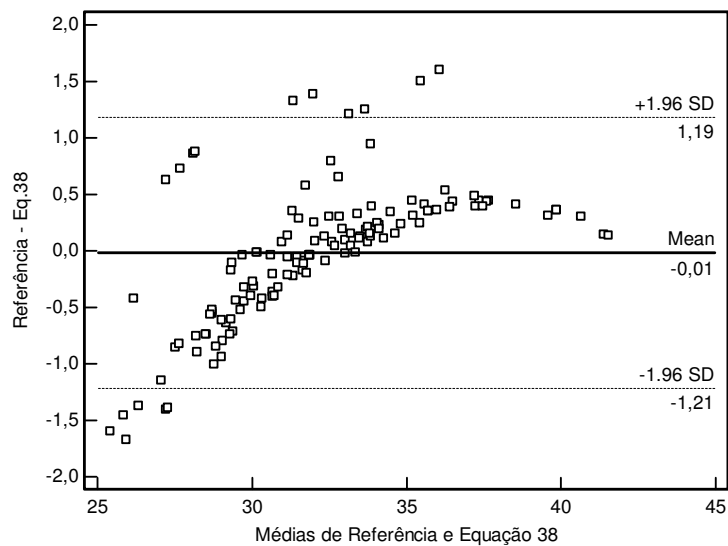


Figura 7 – Teste de concordância de Bland e Altman para a equação 38 (n=131).

6 DISCUSSÃO

Este estudo teve como principal objetivo validar equações antropométricas para a predição da gordura corporal relativa e da massa muscular, em jovens universitários do sexo masculino, por meio de DEXA.

No Brasil, as validações cruzadas realizadas para esse fim utilizaram-se da PH como método de referência. Embora, recentemente, a DEXA venha sendo utilizada para a validação de equações antropométricas, as amostras investigadas anteriormente foram compostas por mulheres adultas, idosos e atletas, diferente da proposta do presente estudo.

A DEXA pode ser considerada um método relativamente novo para estudos da composição corporal, com maiores avanços a partir da década de 90, do século passado, sendo considerada atualmente um método de referência, ou padrão-ouro, para a análise de outros métodos e validação de equações preditivas. Nesse sentido, a maioria das equações analisadas pelo presente estudo foram desenvolvidas e inicialmente validadas mediante PH, sendo que apenas duas delas tiveram sua análise estabelecida por DEXA^(20,21).

Acredita-se que isso se justificaria, pelo menos em parte, em virtude de alguns pesquisadores defenderem que a DEXA ainda deva ser mais amplamente estudada e confrontada com outros métodos multicompartimentais antes de ser aceita como método de referência para determinação da gordura corporal relativa, visto que alguns estudos têm relatado valores superestimados^(64,65), enquanto outros têm apontado valores subestimados por este método^(39,66).

Por outro lado, inexitem no Brasil estudos de validação cruzada de equações antropométricas para avaliação da MM em jovens universitários do sexo masculino, até o presente momento.

Para este estudo de validação de equações antropométricas, tanto para a avaliação da gordura corporal relativa quanto da MM, foram estabelecidos preliminarmente alguns critérios para a seleção das equações a serem analisadas. Inicialmente foram considerados sexo, etnia, faixa etária e aptidão física das amostras que originaram as equações. Em seguida, foram considerados os protocolos de medidas utilizados (tipos de compassos, medidas antropométricas adotadas, pontos anatômicos, etc.). Por fim, foram estabelecidos os procedimentos estatísticos, considerados adequados para uso nessa situação. Portanto, de um universo de 63 equações selecionadas para a predição da gordura corporal relativa em homens, 33 atenderam aos critérios preestabelecidos para este estudo e, desse modo, foram incluídas em todas as análises (Anexos 5, 6 e 7). De forma semelhante, de 11 equações antropométricas para predição da MM selecionadas, apenas cinco foram analisadas (Anexo 8).

Para a validação cruzada, além dos procedimentos tradicionalmente utilizados⁽¹⁾, optou-se, neste estudo, pela inclusão do coeficiente de Kappa. Para tanto, as variáveis numéricas foram convertidas em variáveis dicotômicas, uma vez que grande parte dos profissionais da área da saúde que utilizam de procedimentos antropométricos para análise da composição corporal, adotam valores normativos, como os de Lohman⁽¹⁾, para a classificação dos sujeitos avaliados, quanto a prevalência de sobrepeso/obesidade, por exemplo.

Vale destacar que no presente estudo não foi avaliada a água corporal total, o que, reconhecidamente, é uma limitação quando da utilização de

DEXA, uma vez que este método mensura apenas a massa óssea, gorda e isente de gordura e osso. Conforme discutido anteriormente, alterações na hidratação corporal podem afetar em parte a estimativa da gordura corporal relativa, em uma magnitude de 1% a 2,5% da gordura corporal relativa, para alterações de até 5% da hidratação de um indivíduo⁽⁶³⁾.

Além disso, a equação de Kim *et al.*⁽²³⁾ foi utilizada para a validação de equações para a predição de MM, em virtude de não haver neste estudo um método de referência indireto disponível, ou seja, modelos bioquímicos e/ou de ressonância magnética, bem como por essa equação ter sido desenvolvida a partir do método de ressonância magnética, para avaliar especificamente a MM, por DEXA.

Outras limitações do presente estudo, que não podem ser desprezadas, dizem respeito à não possibilidade de estratificação da amostra por etnias e grau de condicionamento físico (aptidão física), além de que a amostra utilizada ter sido composta exclusivamente por jovens universitários, do sexo masculino.

Dessa forma, a amostra analisada se mostrou mais homogênea do que aquelas utilizadas em grande parte dos estudos originais, no que diz respeito à faixa etária (18 a 36 anos). Nesse sentido, as amostras que deram origem às equações de Jackson e Pollock⁽⁶⁾, Petroski⁽¹²⁾, Ball *et al.*⁽²⁰⁾, Durnin e Womersley⁽⁵⁾ e Pollock *et al.*⁽⁹⁾ apresentaram uma variação superior a 40 anos, enquanto que as amostras utilizadas no desenvolvimento das equações de Durnin e Rahman⁽⁴⁾ e Kagawa *et al.*⁽²¹⁾ se apresentaram dentro de uma faixa não superior a 18 anos.

A amostra utilizada no presente estudo apresentou-se, também, mais homogênea quando comparada às amostras que deram origem ao

desenvolvimento e validação de equações estimativas da massa muscular. Nesse sentido, as amostras de Lee *et al.*⁽⁷⁹⁾ e Kim *et al.*⁽²³⁾ apresentaram uma variação na faixa etária superior a 60 anos, ao passo que os cadáveres analisados por Martin *et al.*⁽³¹⁾ e Doupe *et al.*⁽³²⁾ apresentaram variação menor, inferior a 30 anos, contudo, diferente dos sujeitos deste estudo, a idade mínima era de 55 anos.

Para a variável MM, os valores médios encontrados foram similares aos valores relatados por Lee *et al.*⁽⁷⁹⁾ e Kim *et al.*⁽²³⁾ (32,6 kg e 31,7 kg, respectivamente) e próximo aos valores médios apresentados por Janssen *et al.*⁽¹⁰⁰⁾, para a faixa etária investigada (34 kg).

Analisando-se no presente estudo as equações 1, 2, 4 e 5 verificou-se que essas não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre as medidas mensuradas e estimadas ($p > 0,05$), sendo essa é a primeira evidência de que há validade concorrente para tais equações, na amostra investigada. Por outro lado, na análise dos desvios-padrões (DP) da gordura corporal relativa dessas quatro equações, foi verificado que a equação 2, apesar de apresentar um menor valor de t, foi a que apresentou um menor DP em relação ao valor apresentado pela DEXA, indicando que o total da amostra pode não ter sido completamente representado. Neste sentido, as equações 1, 4 e 5, na ordem, são aparentemente mais representativas do que a equação 2.

Vale destacar que as correlações dessas equações com a DEXA foram similares às encontradas pelos autores das equações analisadas, no estudo de validação (0,85 a 0,88)⁽⁶⁾, ao passo que os EPE encontrados foram inferiores a 2,45, abaixo do valor sugerido por Lohman⁽¹⁾ ($EPE \leq 3,5$), bem como os EC e ET se apresentaram também abaixo do valor esperado ($\leq 2,9\%$ de gordura corporal relativa). Adicionalmente, os valores de CCI foram elevados e os valores de \bar{d} foram

baixos, demonstrando uma boa concordância entre os valores mensurados e estimados.

Vale ressaltar que as equações propostas por Jackson e Pollock⁽⁶⁾ foram desenvolvidas para a estimativa da Dc em homens adultos (18 a 61 anos), por meio de equações quadráticas e logarítmicas, a partir do somatório de três e sete EDC, em combinação com a idade e medidas de circunferências de cintura e antebraço.

Como descrito anteriormente, os principais estudos de validação realizados no país, com amostras similares a do presente estudo, utilizaram-se da PH como método de referência^(88,89). Nesse sentido, Petroski e Pires-Neto⁽⁸⁸⁾, também validaram a equação 2 como no presente estudo, em homens da região central do Rio Grande do Sul e litorânea de Santa Catarina, com valores de t e r sendo próximos aos valores encontrados nesta investigação (-0,61 e 0,88, respectivamente).

Glaner e Rodriguez-Añez⁽⁸⁹⁾, por outro lado, utilizando uma amostra de 77 militares de Santa Maria, Rio Grande do Sul, validaram apenas a equação 7 de Jackson e Pollock⁽⁶⁾ e as equações 9 a 12, 14, 16, e 18 a 20, de Petroski⁽¹²⁾, diferente do verificado neste estudo.

Nas tabelas 7 e 8, estão as análises de validação cruzada das equações preditivas da Dc propostas por Petroski⁽¹²⁾, em 304 homens da região central do Rio Grande do Sul e litorânea de Santa Catarina, mediante a utilização da PH como método de referência.

Vale ressaltar que a equação 21 de Ball *et al.*⁽²⁰⁾, desenvolvida a partir da DEXA, utilizando-se da DEXA como método de referência, empregam os

mesmos pontos anatômicos utilizados por Jackson e Pollock⁽⁶⁾ com uma amostra similar (entre 18 e 62 anos). O principal objetivo dos autores, além do desenvolvimento da equação, foi substituir as equações de Jackson e Pollock⁽⁶⁾, validada mediante a utilização de PH, por uma nova equação, desenvolvida e validada mediante a utilização de DEXA. Nesse estudo, os autores obtiveram um valor mensurado pela DEXA superior aos valores estimados pela equação de Jackson e Pollock⁽⁶⁾ de 7 e 3 dobras cutâneas (19,4%, 16,3% e 16,0%, respectivamente).

Neste estudo, os valores de DEXA foram sistematicamente inferiores às demais equações preditivas de gordura corporal relativa, e iguais somente às equações propostas por Jackson e Pollock⁽⁶⁾, justificando, assim, os maiores valores estimados pela equação de Ball *et al.*⁽²⁰⁾.

Outra equação desenvolvida, utilizando-se de DEXA como método de referência, foi a equação proposta por Kagawa *et al.*⁽²¹⁾ (equação 28). Nesse estudo, particularmente, o objetivo principal foi a substituição da equação preditiva de Nagamine e Suzuki⁽¹⁰²⁾, proposta mediante a utilização de PH, para homens adultos, japoneses. Nesta validação, igualmente, os valores estimados foram superiores ao mensurado (20,12% e 13,05%). Os valores obtidos de r foram inferiores aos valores de r do estudo original, ao passo que os valores de EPE foram superiores.

A equação 22, de Durnin e Rahman⁽⁴⁾, e as equações 23 a 25, de Durnin e Womersley⁽⁵⁾, são equações logarítmicas, que se utilizam dos mesmos pontos anatômicos (DCTR, DCSE, DCSI e DCBI). Neste estudo, as equações 24 e 26 foram analisadas com um número reduzido de sujeitos (oito e sete, respectivamente), tendo em vista a faixa etária específica da equação. Desta forma,

as mesmas não foram consideradas nesta validação. A equação 25, também específica, por outro lado, apresentou um maior número de sujeitos avaliados (n=91), assim como as equações específica 22 e generalizada 23. Contudo, os elevados valores de t não permitiram a validação na amostra investigada.

As equações 27, de Pollock *et al.*⁽⁹⁾, 29 a 31, de Katch e McArdle⁽¹⁰¹⁾, 32, de Sloan⁽¹¹⁾ e 33, de Faulkner⁽¹⁰⁾, são as equações clássicas, propostas por meio de PH, e, da mesma forma, apresentaram valores estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) quando comparados ao método de referência utilizado nesse estudo.

Como no presente estudo, Petroski e Pires-Neto⁽⁸⁸⁾, não validaram as equações 22, 23, 25, 27, 29, 30 e 31. Entretanto, a equação 32 foi validada pelos autores, e a equação 33, de Faulkner, apesar de não validada totalmente, foi sugerida como uma alternativa razoável para a predição da Dc em sujeitos de 18 a 25 anos.

Como no estudo anterior, Glaner e Rodriguez-Añez⁽⁸⁹⁾ validaram a equação 32, além da equação 29, que no presente estudo, apesar de apresentarem valores médios estatisticamente diferentes, apresentaram altos valores de correlação e CCI, e baixos valores de EPE e \bar{d} .

Neste estudo, houve uma tendência da DEXA em apresentar menor valor de gordura corporal relativa comparados aos valores estimados pelas diferentes equações analisadas. Excetuando-se a equação 5, todas as demais equações preditivas da gordura corporal relativa apresentaram valores superiores aos valores mensurados pela DEXA.

Dessa forma, apenas quatro equações (1,2,4,5) foram totalmente validadas pela DEXA levando em consideração os procedimentos sugeridos por

Lohman⁽¹⁾, para validação cruzada. Entretanto, outras equações (3, 8, 10, 12, 27, 29 e 32), embora tivessem apresentado diferenças significantes nos valores médios quando comparados ao valor da DEXA, apresentaram altos valores de r , r^2 , CCI, baixos valores de \bar{d} , valores moderados de k , e, sobretudo, baixos valores de EPE, EC e ET, aquém dos valores propostos por Lohman⁽¹⁾, para classificação de equações antropométricas (menor de 2,9% de gordura corporal).

Nesse sentido, tais equações podem ser indicadas para a análise da composição corporal, tendo em vista a sua especificidade, no que diz respeito às amostras onde foram desenvolvidas, a localização e quantidade de pontos anatômicos utilizados para a mensuração de EDC, utilização de diferentes medidas antropométricas, como a MC e a circunferência, além do fato destas serem quadráticas, lineares, logarítmicas, ou mesmo específicas ou generalizadas.

Na análise da validação das equações para predição da MM, as equações 34 e 35 superestimaram os valores fornecidos pela equação de referência em 39% e 18%, respectivamente, ao contrário das demais equações, onde os valores estimados foram muito próximos ao valor de referência.

As equações 34 e 35 foram desenvolvidas em cadáveres no “Brussels Cadaver Study” (de 1982), onde pela primeira vez foram mensurados variáveis antropométricas e a massa dos tecidos nos mesmos sujeitos. O método direto de análise da composição corporal certamente é o mais adequado para avaliação tanto da massa gorda quanto da MCM e MM, contudo, a amostra utilizada foi composta de cadáveres de sujeitos com idade variando entre 55 e 83 anos (média aproximada de 72 anos). Sabe-se que o envelhecimento traz modificações não apenas na antropometria, mas também na composição corporal de um indivíduo. Menores valores de massa muscular, maiores quantidade de gordura, e a

forma como se dá sua distribuição, bem como diferentes níveis de hidratação, densidade mineral óssea, entre outros estão entre as principais modificações morfológicas ocorridas. Desta forma, a equação para avaliação da MM proposta por Martin *et al.*⁽³¹⁾ não é a mais recomendada para sujeitos de diferentes faixa etárias. Vale lembrar que a faixa etária da amostra utilizada neste estudo foi de 23,8 anos (de 18 a 36 anos).

Alguns anos mais tarde, Doupe *et al.*⁽³²⁾, utilizando-se da mesma amostra do “Brussels Cadaver Study” propuseram uma nova equação para estimar a MM em homens, utilizando pontos anatômicos mais comumente utilizados pelos profissionais da área da saúde. Contudo, o fato da amostra ser a mesma utilizada pelo estudo anterior, incorre nas mesmas limitações já citadas, não sendo a nova equação adequada para a amostra deste estudo.

Com base nessas informações, Lee *et al.*⁽⁷⁹⁾, utilizando a ressonância magnética como método indireto de mensuração da MM, desenvolveram e validaram novas equações com um número elevado de sujeitos (n=344), obesos e não obesos, homens e mulheres, e com idade variando entre 20 e 81 anos.

No desenvolvimento das equações, foram utilizados os mesmos pontos anatômicos utilizados para as equações 34 e 35, tendo em vista sua fácil aplicabilidade, combinadas com variáveis referente à raça e ao sexo (equação 36), e, em um novo modelo preditivo, foi utilizado variáveis referentes a MC, E, sexo, raça e idade (equação 37). Dessa forma, as novas equações podem ser aplicadas à mulheres adultas, tendo em vista que as equações desenvolvidas anteriormente eram destinadas apenas aos homens.

No presente estudo, a equação 36 apresentou menor valor de t ($p>0,05$) em relação à equação 38 ($p<0,05$). Contudo, os demais valores apresentados pela equação 37, para r , r^2 e EPE são melhores, comparados à equação 36, com o EC e o ET apresentando valores similares, quando comparados ao valor predito pela equação de referência. Assim, a equação 37 pode ser indicada para a análise da MM em jovens universitários tendo em vista sua maior aplicabilidade em grandes grupos, uma vez que as únicas medidas antropométricas utilizadas são a MC e a E.

Mais recentemente, Kim *et al.*⁽²³⁾ desenvolveram, também a partir da ressonância magnética, equações para a avaliação da MM, em um grupo composto por 98 homens e 174 mulheres, entre 18 e 88 anos. A validação das equações foram realizadas em um grupo de 46 sujeitos, divididos entre homens e mulheres, atletas, com ou sem anorexia e com ou sem acromegalia. As medidas utilizadas nas equações desenvolvidas, neste novo estudo, são restritas às informações produzidas por DEXA, mais especificamente, à quantidade do TMMA, uma vez que, segundo os autores, grande parte da MM corporal está concentrada nos membros superiores e inferiores, além do que um grande percentual do TMMA é composto de músculo esquelético, dando assim, um maior poder de predição para a MM.

Vale ressaltar que o método de DEXA é considerado um bom método pra predição da massa mole e magra corporal, ou seja, a massa livre de gordura e osso. Neste sentido, levando em consideração o fato de grande parte da MM corporal estar presente nos membros, e que grande parte do TMMA é composto de MM, optou-se, neste estudo, pela utilização da equação proposta por Kim *et al.*⁽²³⁾ apenas com a variável TMMA sendo adicionada ao modelo, tendo em vista maior valor de r na validação desta, em amostra similar ($r=0,99$).

Com base nessas informações, a equação 38 foi a que mais se aproximou da equação de referência, uma vez que foi desenvolvida ($r^2=0,965$ e $EPE=1,06$) e validada no mesmo estudo, com as mesmas amostras de atletas ($r=0,98$), sujeitos com acromegalia ($r=0,94$) e anorexia nervosa ($r=0,86$). Semelhante às equações 36 e 37, esta equação utiliza as variáveis idade, sexo e raça, para uma aplicação mais criteriosa. Contudo, por ser dependente das informações produzidas por DEXA, sua utilização é restrita, sobretudo pelo alto custo operacional dos exames de DEXA.

Portanto, a equação 36 (validada) e a equação 37, com valores aceitáveis de EC e ET, e baixo valor de t, porém com valores médios estatisticamente diferente, são recomendadas para grupos maiores, em avaliações clínicas e/ou epidemiológicas, em clubes, associações, academias, escolas, enfim, em situações onde se faz necessário a avaliação da MM, seja para sua quantificação, normalização do consumo de oxigênio, ou acompanhamento da redução da musculatura esquelética ao longo do envelhecimento.

7 CONCLUSÕES

A avaliação da composição corporal, seja por meio da gordura corporal relativa e/ou da massa muscular, estimada por diferentes equações antropométricas, pode ser de grande utilidade para o monitoramento das condições morfo-fisiológicas em crianças, adolescentes, adultos e idosos, tanto para a aptidão física voltada ao desempenho atlético quanto à saúde.

Entretanto, para que as equações sejam aplicadas em amostra específicas de uma região ou país, é necessário os procedimentos de validação cruzada, a partir do momento em que se tem um método de referência aceito pela literatura. Via de regra, são utilizados como métodos de referência para este fim, a pesagem hidrostática (PH) e a absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA).

Neste estudo, uma amostra composta por 131 jovens universitários do sexo masculino foi avaliada mediante a utilização de DEXA como método de referência para a validação cruzada de equações antropométricas preditoras da gordura corporal relativa e da massa muscular.

Para a gordura corporal relativa, o método de referência apresentou valores quase sempre inferiores aos estimados, exceto pelo valor médio estimado da equação 5. Dentre todas as equações, apenas as equações 1, 2, 4 e 5, propostas por Jackson e Pollock⁽⁶⁾ atenderam a todos os critérios de validação, ou seja, apresentaram baixos valores de t , sem diferenças significativas, altos valores de r , r^2 (superiores a 0,80), baixos valores de EPE (inferiores a 2,9%), EC e ET, altos valores de CCI, baixos valores de \bar{d} e valores moderados a altos de k .

Quando comparados os valores de gordura corporal relativa estimados por diferentes equações com o método de referência, além das equações validadas nesse estudo, as equações 3 e 8⁽⁶⁾, 10 e 12⁽¹²⁾, 27⁽⁹⁾, 29⁽¹⁰¹⁾ e 32⁽¹¹⁾, apesar de não atenderem ao primeiro critério (teste t), apresentaram valores abaixo dos valores recomendados por Lohman⁽¹⁾, além de apresentaram valores de EPE, EC e ET aceitáveis, bem como altos valores de r e r^2 . Neste sentido, estas equações podem ser indicadas em situações onde a aplicação destas pode ser mais interessante em função dos diferentes pontos anatômicos utilizados, proveniência das equações (amostras de origem, em grupos específicos ou generalizados), e dos diferentes modelos matemáticos utilizados (equações quadráticas, logarítmicas e lineares).

Na análise da concordância entre os valores preditos pelas equações antropométricas e pelo método de referência, as equações de Jackson e Pollock⁽⁶⁾, de Petroski⁽¹²⁾ e as equações 27⁽⁹⁾, 29⁽¹⁰¹⁾ e 32⁽¹¹⁾ apresentaram os maiores valores de CCI e de k, confirmando a aplicação dessas para a análise da gordura corporal relativa.

Por outro lado, entre as equações antropométricas analisadas para a estimativa da massa muscular, somente as equações 36⁽⁷⁹⁾ e 38⁽²³⁾ atenderam a todos os critérios. Vale ressaltar que a equação 37⁽⁷⁹⁾ pode ser indicada para o cálculo da massa muscular em adultos jovens do sexo masculino, uma vez que, mesmo sendo estatisticamente diferente, apresentou um baixo t, juntamente com baixos EPE, EC, ET e \bar{d} , altos valores de r e r^2 , além de uma boa concordância para com o método de referência, com moderados valores de CCI e k. Sua indicação se dá, sobretudo, pela facilidade de aplicação em grandes grupos, com equipamentos de baixo custo e com pouca exigência de treinamento, tendo em vista que são

utilizadas apenas as variáveis antropométricas massa corporal e estatura, além de informações relativas ao sexo, raça e faixa etária.

Considerando que a DEXA apresenta uma boa validade para a avaliação da massa muscular, validada a partir de outros métodos multicompartimentais, como por exemplo, a ressonância magnética e modelos bioquímicos, é sugerida uma maior utilização de equações antropométricas para a avaliação da massa muscular, a começar por adultos jovens do sexo masculino, uma vez que tais informações podem ser de grande utilidade no monitoramento das alterações na massa muscular em relação aos processos de crescimento e desenvolvimento, no estabelecimento de dados normativos para o acompanhamento clínico de adultos e idosos, em especial, no acompanhamento de processos de redução da massa muscular, e na estimativa da massa muscular para a avaliação do treinamento físico e esportivo.

Para futuros estudos, sugere-se a utilização de diferentes modelos de equipamentos de DEXA para a validação de equações antropométricas, bem como de diferentes programas, em uma amostra mais heterogênea, de ambos os sexos, de diferentes etnias e aptidão física.

REFERÊNCIAS

1. Lohman T. Advances in body composition assessment. Champaign, IL: Human Kinetics; 1992.
2. Bellisari A, Roche AF. Anthropometry and ultrasound. In: Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z, Going SB, editors. 2.ed. Human body composition. Champaign: Human Kinetics, 2005. p.109-27.
3. Petroski EL. Antropometria: técnicas e padronizações. 2.ed. Porto Alegre: Pallotti, 2003.
4. Durnin JV, Rahaman MM. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. Br J Nutr 1967;21:681-9.
5. Durnin JV, Womersley J. 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. Br J Nutr 1974;32:77-97.
6. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. Br J Nutr 1978;40:497-504.
7. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. Med Sci Sports Exerc 1980;12:175-82.
8. Pollock ML, Laughridge EE, Coleman B, Linnerud AC, Jackson A. Prediction of body density in young and middle-aged women. J Appl Physiol 1975;38:745-9.
9. Pollock ML, Schmidt DH, Jackson AS. Measurement of cardiorespiratory fitness and body composition in the clinical setting. Compr Ther 1980;6:12-27.
10. Faulkner JA. Physiology of swimming and diving. In: Falls H. editor. Exercise physiology. Baltimore: Academic Press, 1968. p.415-46.
11. Sloan AW. Estimation of body fat in young men. J Appl Physiol 1967;23:311-5.
12. Petroski EL. Desenvolvimento e validação de equações antropométricas generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos. 1995. (Tese) – Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

13. Guedes DP. Estudo da gordura corporal através da mensuração dos valores de densidade corporal e das espessuras de dobras cutâneas. 1985. (Dissertação) – Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.
14. Guedes DP, Guedes JERP. Manual prático para avaliação em Educação Física. Barueri: Manole, 2006.
15. Baumgartner RN, Heymsfield SB, Lichtman S, Wang J, Pierson RN. Body composition in elderly people: effect of criterion estimates on predictive equations. *Am J Clin Nutr* 1991;53:1345-53.
16. Wagner DR, Heyward VH. Techniques of body composition assessment: a review of laboratory and field methods. *Res Q Exerc Sport* 1999;70:135-49.
17. Lohman TG, Chen Z. Dual-energy x-ray absorptiometry. In: Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z, Going SB, editors. 2.ed. Human body composition. Champaign: Human Kinetics, 2005. p.63-78.
18. Pietrobelli A, Formica C, Wang Z, Heymsfield SB. Dual-energy X-ray absorptiometry body composition model: review of physical concepts. *Am J Physiol* 1996;271:E941-51.
19. Ball S, Swan PD, DeSimone R. Comparison of anthropometry to dual energy X-ray absorptiometry: a new prediction equation for women. *Res Q Exerc Sport* 2004;75:248-58.
20. Ball SD, Altena TS, Swan PD. Comparison of anthropometry to DXA: a new prediction equation for men. *Eur J Clin Nutr* 2004;58:1525-31.
21. Kagawa M, Kerr D, Binns CW. New percentage body fat prediction equations for Japanese males. *J Physiol Anthropol* 2006;25:275-9.
22. Kagawa M, Kuroiwa C, Uenishi K, Mori M, Hills AP, Binns CW. New percentage body fat prediction equations for Japanese females. *J Physiol Anthropol* 2007;26:23-9.
23. Kim J, Heshka S, Gallagher D, Kotler DP, Mayer L, Albu J, *et al.* Intermuscular adipose tissue-free skeletal muscle mass: estimation by dual-energy X-ray absorptiometry in adults. *J Appl Physiol* 2004;97:655-60.

24. Kim J, Wang Z, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Gallagher D. Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. *Am J Clin Nutr* 2002;76:378-83.
25. Marques MBF. Cross-validation of body composition equations for brazilian women using dual-energy x-ray absorptiometry. 1999. (Tese) – Doutorado. University of New Mexico, Albuquerque, NM, EUA.
26. Rech CR, Santos DL, Silva JCN. Desenvolvimento e validação de equações antropométricas para a predição da gordura corporal em mulheres entre 50 e 75 anos de idade. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2006;8:5-13.
27. Rech CR. Validação de equações antropométricas e de impedância bioelétrica para a estimativa da composição corporal em idosos. 2006. (Dissertação) – Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
28. Osiecki R, Macedo CLD, Sampedro RMF. Comparação entre a absorptometria de raio x de dupla energia e dobras cutâneas para predição do percentual de gordura em atletas de alto nível. *Trein Desp* 1998;3:11-7.
29. Glaner MF. Validação cruzada de equações de impedância bioelétrica em homens. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2005;7:5-11.
30. Matiegka J. The testing of physical efficiency. *Am J Phys Anthropology* 1921;4:223-30.
31. Martin AD, Spent LF, Drinkwater DT, Clarys JP. Anthropometric estimation of muscle mass in men. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22:729-33.
32. Doupe MB, Martin AD, Searle MS, Kriellaars DJ, Giesbrecht GG. A new formula for population-based estimation of whole body muscle mass in males. *Can J Appl Physiol* 1997;22:598-608.
33. Lukaski HC. Assessing muscle mass. In: Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z, Going SB, editors. 2.ed. Human body composition. Champaign: Human Kinetics, 2005. p.203-18.
34. Gotfredsen A, Baeksgaard L, Hilsted J. Body composition analysis by DEXA by using dynamically changing samarium filtration. *J Appl Physiol* 1997;82:1200-9.

35. Kohrt WM. Body composition by DXA: tried and true? *Med Sci Sports Exerc* 1995;27:1349-53.
36. Kohrt WM. Preliminary evidence that DEXA provides an accurate assessment of body composition. *J Appl Physiol* 1998;84:372-7.
37. Norcross J, Van Loan MD. Validation of fan beam dual energy x ray absorptiometry for body composition assessment in adults aged 18-45 years. *Br J Sports Med* 2004;38:472-6.
38. Prior BM, Cureton KJ, Modlesky CM, Evans EM, Sloniger MA, Saunders M, *et al.* In vivo validation of whole body composition estimates from dual-energy X-ray absorptiometry. *J Appl Physiol* 1997;83:623-30.
39. Salamone LM, Fuerst T, Visser M, Kern M, Lang T, Dockrell M, *et al.* Measurement of fat mass using DEXA: a validation study in elderly adults. *J Appl Physiol* 2000;89:345-52.
40. Silva AM, Baptista F, Minderico CS, Rodrigues AR, Pietrobelli A, Teixeira PJ, *et al.* Calibration models to measure body composition in taller subjects using DXA. *Int J Body Comp Res* 2005;2:165-73.
41. Levine JA, Abboud L, Barry M, Reed JE, Sheedy PF, Jensen MD. Measuring leg muscle and fat mass in humans: comparison of CT and dual-energy X-ray absorptiometry. *J Appl Physiol* 2000;88:452-6.
42. Proctor DN, O'Brien PC, Atkinson EJ, Nair KS. Comparison of techniques to estimate total body skeletal muscle mass in people of different age groups. *Am J Physiol* 1999;277:E489-95.
43. Wang W, Wang Z, Faith MS, Kotler D, Shih R, Heymsfield SB. Regional skeletal muscle measurement: evaluation of new dual-energy X-ray absorptiometry model. *J Appl Physiol* 1999;87:1163-71.
44. Heyward VH. ASEP methods recommendation: body composition assessment. *JEPonline* 2001;4:1-12.
45. Keys A, Brozek J. Body fat in adult man. *Physiol Rev* 1953;33:245-325.

46. Schutte JE, Townsend EJ, Hugg J, Shoup RF, Malina RM, Blomqvist CG. Density of lean body mass is greater in blacks than whites. *J Appl Physiol* 1984;56:1647-9.
47. Siri WE. The gross composition of the body. In: Tobias CA, Lawrence JH, editors. *Advances in biological and medical physics*. New York: Academic Press, 1956. p.239-80.
48. Wang ZM, Pierson Jr RN, Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *Am J Clin Nutr* 1992;56:19-28.
49. Clarys JP, Martin AD, Drinkwater DT, Marfell-Jones MJ. The skinfold: myth and reality. *J Sports Sci* 1987;5:3-33.
50. Clarys JP, Martin AD, Drinkwater DT. Gross tissue weights in human body by cadaver dissection. *Hum Biol* 1984;56:459-73.
51. Martin AD, Ross WD, Drinkwater DT, Clarys JP. Prediction of body fat skinfold caliper: assumptions and cadaver evidence. *Int J Obes* 1985;9:31-9.
52. Martin AD. An anatomical basis for assessing human body composition: evidence from 25 dissections. 1984. Tese (Doutorado) – Simon Fraser University, Burnaby, BC, Canadá.
53. Heyward VH. Evaluation of body composition: current issues. *Sports Med* 1996;22:146-56.
54. Brozek J, Grande F, Anderson JT. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann N Y Acad Sci* 1963;110:113-40.
55. Goldman HI, Becklake MR. Respiratory function tests: normal values of medium altitudes and the prediction of normal results. *Am Rev Respir Dis* 1959;79:457-67.
56. Petroski EL, Pires-Neto CS. Análise do peso hidrostático nas posições sentada e grupada em homens e mulheres. *Kinesis* 1992;10:49-62.
57. Organ LW, Eklund AD, Ledbetter JD. An automated real time underwater weighing system. *Med Sci Sports Exerc* 1994;26:383-91.

58. Going SB. Hydrodensitometry and air displacement plethysmography. In: Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z, Going SB, editors. 2.ed. Human body composition. Champaign: Human Kinetics, 2005. p.17-34.
59. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Brozek J, Henschel A, editors. Techniques of measuring body composition. Washington: National Academy of Sciences, National Research Council, 1961. p.223-44.
60. Peterson MJ, Czerwinski SA, Siervogel RM. Development and validation of skinfold-thickness prediction equations with a 4-compartment model. *Am J Clin Nutr* 2003;77:1186-91.
61. Petry L, Laubach LL, Hovey PW, Rogers NL, Towne B, Chumlea WC. Development and validation of an anthropometrically based prediction equation for estimating the percent body fat of post-menopausal black females. *JEPonline* 2005;8:20-8.
62. Marques MBF, Heyward VH, Bezerra RFA, Wagner DR. Skinfold method vs dual-energy x-ray absorptiometry to assess body composition in normal and obese women. *JEPonline* 2002;5:11-8.
63. Lohman TG, Harris M, Teixeira PJ, Weiss L. Assessing body composition and changes in body composition: another look at dual-energy X-ray absorptiometry. *Ann N Y Acad Sci* 2000;904:45-54.
64. Ball S, Swan PD. Accuracy of estimating intra-abdominal fat in obese women. *JEPonline* 2003;6:1121-6.
65. Whithers RT, LaForgia J, Pillans RK, Shipp NJ, Chatterton BE, Schultz CG, *et al.* Comparisons of two, three, and four compartments models of body composition analysis in men and women. *J Appl Physiol* 1998;85:238-45.
66. Tylavsky F, Lohman T, Blunt BA, Schoeller DA, Fuerst T, Cauley JA, *et al.* QDR 4500A DXA overestimates fat-free mass compared with criterion methods. *J Appl Physiol* 2003;94:959-65.
67. Reubenoff R, Kehayias JJ, Dawson-Hughes B, Heymsfield SB. Use of dual-energy x-ray absorptiometry in body composition studies: not yet a "gold standard". *Am J Clin Nutr* 1993;58:589-91.

68. Pietrobelli A, Wang Z, Formica C, Heymsfield SB. Dual-energy X-ray absorptiometry: fat estimation errors due to variation in soft tissue hydration. *Am J Physiol* 1998;274:E808-16.
69. Ellis KJ. Human body composition: in vivo methods. *Physiol Rev* 2000;80:649-80.
70. Heyward VH, Stolarczyk LM. Avaliação da composição aplicada. Champaign: Human Kinetics, 2000.
71. Harrison GG, Buskirk ER, Carter JEL, Johnston FE, Lohman TG, Pollock ML, *et al.* Skinfold thickness and measurement technique. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. Anthropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics, 1988. p.55-70.
72. Jackson AS, Pollock ML. Practical assessment of body composition. *Phys Sportsmed* 1985;13:76-90.
73. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics, 1988.
74. Cyrino ES, Okano AH, Glaner MF, Romanzini M, Gobbo LA, Makoski A, *et al.* Impacto da utilização de diferentes compassos de dobras cutâneas para a análise da composição corporal. *Rev Bras Med Esporte* 2003;9:145-9.
75. Gore CJ, Carlyon RG, Franks SW, Woolford SM. Skinfold thickness varies directly with spring coefficient and inversely with jaw pressure. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:540-6.
76. Gruber JJ, Pollock ML, Graves JE, Colvin AB, Braith RW. Comparison of Harpenden and Lange calipers in predicting body composition. *Res Q Exerc Sport* 1990;61:184-90.
77. Whitehead JR. A study of the measurement variation among different skinfold calipers. *Br J Phys Educ* 1990;7:10-4.
78. Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Ross R. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *J Appl Physiol* 2000;89:465-71.

79. Lee RC, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr* 2000;72:796-803.
80. Madsen OR, Jensen JE, Sorensen OH. Validation of a dual energy X-ray absorptiometer: measurement of bone mass and soft tissue composition. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1997;75:554-8.
81. Shih R, Wang Z, Heo M, Wang W, Heymsfield SB. Lower limb skeletal muscle mass: development of dual-energy X-ray absorptiometry prediction model. *J Appl Physiol* 2000;89:1380-6.
82. Wang Z, Zhu S, Wang J, Pierson Jr RN, Heymsfield SB. Whole-body skeletal muscle mass: development and validation of total-body potassium prediction models. *Am J Clin Nutr* 2003;77:76-82.
83. Wang ZM, Visser M, Ma R, Baumgartner RN, Kotler D, Gallagher D, *et al.* Skeletal muscle mass: evaluation of neutron activation and dual-energy X-ray absorptiometry methods. *J Appl Physiol* 1996;80:824-31.
84. Doherty TJ. Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol* 2003;95:1717-27.
85. Heymsfield SB, Wang Z, Baumgartner RN, Ross R. Human body composition: advances in models and methods. *Annu Rev Nutr* 1997;17:527-58.
86. Tanko LB, Movsesyan L, Mouritzen U, Christiansen C, Svendsen OL. Appendicular lean tissue mass and the prevalence of sarcopenia among healthy women. *Metabolism* 2002;51:69-74.
87. Cyrino ES, Maestá N, Reis DA, Nardo Junior N, Morelli MYA, Santarém JM, *et al.* Perfil antropométrico de culturistas brasileiras de elite. *Rev Paul Educ Fís* 2002;16:27-34.
88. Petroski EL, Pires-Neto CS. Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em homens. *Rev Bras At Fis Saúde* 1996;1:5-14.
89. Glaner MF, Rodriguez-Añez CR. Validação de equações para estimar a densidade corporal e/ou percentual de gordura para militares masculinos. *Trein Desp* 1999;4:29-36.

90. Guedes DP, Sampedro RMF. Tentativa de validação de equações para a predição dos valores de densidade corporal com base nas espessuras de dobras cutâneas em universitários. *Rev Bras Ciências do Esporte* 1985;6:182-91.
91. Sun SS, Chumlea WC. Statistical methods. In: Heymsfield SB, Lohman TG, Wang Z, Going SB, editors. 2.ed. *Human body composition*. Champaign: Human Kinetics, 2005. p.151-60.
92. Thomas JR, Nelson JK. *Métodos de pesquisa em atividade física*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
93. Vincent WJ. *Statistics in kinesiology*. 3.ed. Champaign: Human Kinetics, 2005.
94. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurements. *Lancet* 1986;1:307-10.
95. Salem M, Amaral RG, Carvalho EAM, Walz M, Nakashima GT, Puehringer PH, *et al.* Desenvolvimento e validação de equações para a estimativa da porcentagem de gordura dos alunos do curso de instrutor da escola de Educação Física do Exército. *Rev Ed Fis* 2006;133:49-58.
96. Moura JAR, Rech CR, Fonseca PHS, Zinn JL. Validação de equações para estimativa da densidade corporal em atletas de futebol categoria Sub-20. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2003;5:22-32.
97. Barbosa AR, Santarém JM, Jacob Filho W, Meirelles ES, Marucci MFN. Comparação da gordura corporal de mulheres idosas segundo antropometria, bioimpedância e DEXA. *Arch Latinoam Nutr* 2001;51:49-55.
98. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign: Human Kinetics, 1988. p.3-8.
99. Callaway CW, Chumlea WC, Bouchard C, Himes JH, Lohman TG, Martin AD, *et al.* Circunferences. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign: Human Kinetics, 1988. p.39-54.
100. Janssen I, Heymsfield SB, Wang ZM, Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *J Appl Physiol* 2000;89:81-8.

101. Katch FI, McArdle WD. Prediction of body density from simple anthropometric measurements in college-age men and women. *Hum Biol* 1973;45:445-55.
102. Nagamine S, Suzuki S. Anthropometry and body composition of Japanese among men and women. *Hum Biol* 1964;36:8-15.

Anexo 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I – DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. Nome do participante:

.....
 Documento de Identidade Nº :..... Sexo: () M () F
 Data de Nascimento:...../...../.....
 Endereço:.....Nº.....Apto:.....
 Bairro:.....Cidade:.....
 CEP:.....Telefone:.....

2. Responsável Legal:

.....
 Documento de Identidade Nº :..... Sexo: () M () F
 Data de Nascimento:...../...../.....
 Endereço:.....Nº.....Apto:.....
 Bairro:.....Cidade:.....
 CEP:.....Telefone:.....

II – DADOS SOBRE A PESQUISA

1. Título do Protocolo de Pesquisa: Impacto de 24 semanas de treinamento contra-resistência com sobrecargas progressivas sobre o comportamento de indicadores morfológicos, hemodinâmicos e neuromusculares.

2. Pesquisador: Dr. Edilson Serpeloni Cyrino

Função: Professor Adjunto do Centro de Educação Física e Desportos - UEL

Departamento de Fundamentos da Educação Física

3. Avaliação do Risco da Pesquisa:

Sem Risco () Risco Mínimo (X) Risco Médio ()
 Risco Baixo () Risco Maior ()

4. Duração da Pesquisa: O estudo será conduzido ao longo de aproximadamente seis meses.

III – REGISTRO DAS EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PARTICIPANTE OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, CONSIGNANDO:

1. Objetivo: Analisar o impacto de 24 semanas de treinamento contra-resistência com sobrecargas progressivas sobre o comportamento de indicadores morfológicos, hemodinâmicos e neuromusculares de jovens universitários do sexo masculino.

2. Procedimentos que serão adotados durante a pesquisa: Os participantes serão submetidos a uma bateria de testes motores para avaliação de diferentes componentes da aptidão física, a medidas antropométricas (peso, estatura, espessura de dobras cutâneas, diâmetros e perímetros) e avaliação da composição corporal por meio de impedância bioelétrica e absorptometria radiológica de dupla energia. Tanto a aplicação dos testes motores quanto as medidas antropométricas serão realizadas por uma equipe de avaliadores treinados previamente e com experiência comprovada. Todos os procedimentos seguirão os padrões recomendados internacionalmente e referenciados pela literatura.

3. Desconfortos e riscos: No presente estudo todo o esforço será feito para minimizar os possíveis riscos a integridade física dos participantes através de informações preliminares relacionadas aos níveis de saúde e aptidão física desses sujeitos mediante observações realizadas durante o período experimental. Acredita-se que não haverá riscos para a integridade física, mental ou moral do escolar dos participantes.

4. Benefício esperado: Os resultados obtidos a partir desse experimento podem auxiliar no desenvolvimento de modelos de treinamento contra-resistido para populações saudáveis.

V – ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA

1. Exposição dos resultados e preservação da privacidade dos voluntários: Os resultados obtidos neste estudo serão publicados, independentemente dos resultados encontrados, contudo sem que haja a identificação dos indivíduos que prestaram sua contribuição como sujeitos da amostra, respeitando assim a privacidade dos participantes conforme as normas éticas.

2. Despesas decorrentes da participação no projeto de pesquisa: Os voluntários estarão isentos de qualquer despesa ou ressarcimento decorrente desse projeto de pesquisa.

3. Liberdade de consentimento: A permissão para participar desse projeto é voluntária. Portanto, os responsáveis legais estarão livres para negar esse consentimento ou solicitar que os sujeitos sob sua responsabilidade deixem de participar a qualquer momento deste estudo, sem que isto traga qualquer tipo de constrangimento.

4. Questionamentos: Os responsáveis legais ou mesmo os sujeitos envolvidos no experimento terão acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa. Quaisquer perguntas sobre os procedimentos experimentais utilizados nesse projeto ou informações adicionais que se fizerem necessárias são encorajadas.

5. Responsabilidade do participante: Informações prévias sobre o estado de saúde dos participantes ou sensações incomuns já vivenciadas por esses, durante diferentes esforços físicos, poderão afetar a segurança e o valor do desempenho. Assim, o participante ou responsável legal deverá fornecer por completo tais informações quando solicitado pelos avaliadores.

VI – PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Prof. Edilson Serpeloni Cyrino

Rua Professor Samuel Moura, 328 Apto 1604

Edifício Pontal do Araxá CEP 86061-060

Telefone: (43) 3327 5898

Londrina/PR

VII – CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após ter sido convenientemente esclarecido sobre os objetivos desta investigação e procedimentos a serem adotados, permito a participação do sujeito sob minha responsabilidade na presente pesquisa.

Londrina, _____ de _____ de 2003.

Assinatura do participante

**Assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome legível)**

Anexo 2 – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos




UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

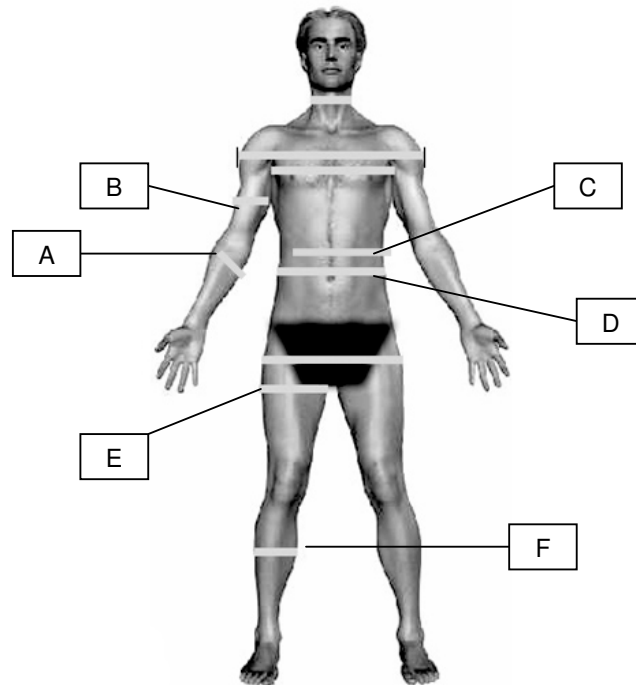


GOVERNO DO
PARANÁ

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

Parecer Nº 265/06 CAAE Nº 0219.0.268.000-06 FOLHA DE ROSTO Nº 107346	Londrina, 25 de setembro de 2006.
PESQUISADOR: EDILSON SERPELONI CYRINO	
<p>Ilmo Sr,</p> <p>O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina – CEP – UEL – de acordo com as orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS , APROVA a realização do projeto: “IMPACTO DE 24 SEMANAS DE TREINAMENTO CONTRA-RESISTÊNCIA COM SOBRECARGAS PROGRESSIVAS SOBRE O COMPORTAMENTO DE INDICADORES MORFOLÓGICOS, HEMODINÂMICOS E NEUROMUSCULARES ”.</p> <p>Informamos que deverá ser comunicado, por escrito, qualquer modificação que ocorra no desenvolvimento da pesquisa e deverá ser apresentado ao CEP/UEL relatório final da pesquisa.</p>	
Situação do Projeto: APROVADO	
<p style="text-align: center;">Atenciosamente,</p> <div style="text-align: center;">  Prof.ª. Dra. Nilza Maria Diniz Comitê de Ética em Pesquisa Coordenadora </div>	

Anexo 3 – Procedimentos Antropométricos – Mensuração de Circunferências



A – Antebraço: mensurada na parte proximal, na maior circunferência do antebraço.

B – Braço: mensurada no ponto médio, entre a projeção lateral do processo acromial da escápula e a margem inferior da ulna, com cotovelo flexionado a 90°.

C – Cintura: região abdominal, em sua menor circunferência.

D – Abdômen: mensurada horizontalmente em volta do abdômen, dois centímetros acima da cicatriz umbilical.

E – Coxa: mensurada na maior circunferência da coxa, imediatamente abaixo da dobra glútea, com o sujeito de pé.

F – Panturrilha: mensurada na maior circunferência de panturrilha, com o sujeito de pé.

Anexo 4 – Procedimentos Antropométricos – Mensuração de Dobras Cutâneas

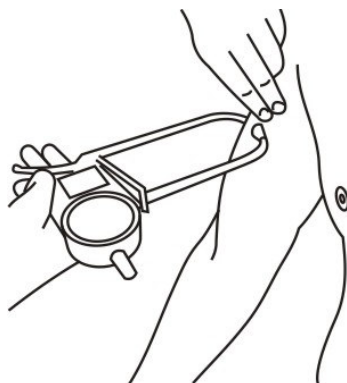


Dobra Cutânea Subescapular (EDCSE)

Mensurada abaixo do ângulo inferior da escápula. O adipômetro é colocado no sentido natural da dobra, obliquamente para baixo e lateralmente ao eixo longitudinal do corpo, em um ângulo aproximado de 45°.

Dobra Cutânea Tricipital (EDCTR)

Mensurado no ponto médio entre a projeção lateral do processo acromial da escápula e a borda inferior do olécrano da ulna, com o cotovelo flexionado a 90°, na parte posterior do braço.

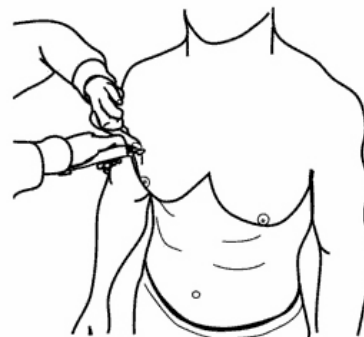


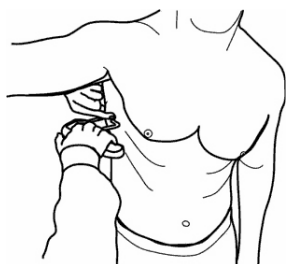
Dobra Cutânea Bicipital (EDCBI)

Mensurada no eixo longitudinal do braço (face anterior), na mesma direção da marca utilizada para mensuração da EDCTR, com os membros superiores relaxados, ao lado do corpo.

Dobra Cutânea Peitoral (EDCPT)

Mensurada no sentido oblíquo ao eixo longitudinal do corpo, no ponto médio entre a axila e o mamilo, com os braços relaxados, ao longo do corpo.



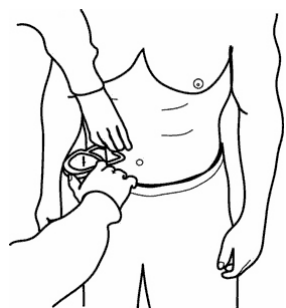
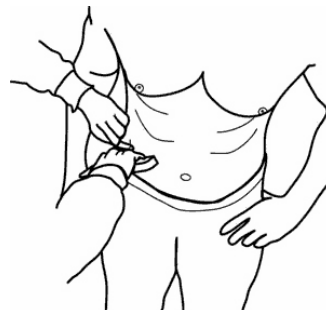


Dobra Cutânea Axilar Média (EDCAM)

Mensurada na altura da linha imaginária horizontal que passaria na altura do processo xifóide, obliquamente (modificado por Harrison *et al.*, para utilização no Brasil).

Dobra Cutânea Supra-iliaca (EDCSI)

Mensurada imediatamente acima da crista ilíaca superior, na linha imaginária horizontal que passa pela cicatriz umbilical (obliquamente).

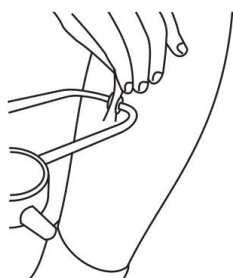


Dobra Cutânea Abdominal (EDCAB)

Mensurada paralelamente ao eixo longitudinal do corpo, a três centímetros da cicatriz umbilical e a um centímetro no sentido inferior, verticalmente (modificado por Harrison *et al.*, para utilização no Brasil).

Dobra Cutânea Coxa Medial (EDCCX)

Mensurada no ponto médio entre a dobra inguinal e a borda proximal da patela, verticalmente, com o sujeito sentado em uma cadeira e com os pés apoiados no solo.



Dobra Cutânea Perna Medial (EDCPM)

Mensurada longitudinalmente no local de maior circunferência da panturrilha, com o sujeito sentado e com os pés apoiados ao solo.

Anexo 5 – Equações estimativas da densidade corporal de Jackson e Pollock⁽⁶⁾, para homens (n = 308; faixa etária: 18 – 61 anos; método de referência: pesagem hidrostática).

Equação	Modelo	Equação	r ²	EPE
1	Quadrático	$Dc = 1,112 - 0,00043499.S7DC^a + 0,00000055.S7DC^2 - 0,00028826.Id$	0,81	0,0078
2	Quadrático	$Dc = 1,1010 - 0,0004115.S7DC^a + 0,00000069.S7DC^2 - 0,00022631Id - 0,000059239.CAbd + 0,000190632.CAntB$	0,84	0,0073
3	Logarítmico	$Dc = 1,21394 - 0,03101.LgN(S7DC^a) - 0,00029.Id$	0,80	0,0082
4	Logarítmico	$Dc = 1,18860 - 0,03049.LgN(S3DC^b) - 0,00027.Id$	0,79	0,0083
5	Quadrático	$Dc = 1,10938 - 0,0008267.S3DC^b + 0,0000016.S3DC^2 - 0,0002574.Id$	0,82	0,0077
6	Quadrático	$Dc = 1,0990750 - 0,0008209.S3DC^b + 0,0000026.S3DC^2 - 0,0002017.Id - 0,00005675.CAbd + 0,00018586.CAntB$	0,84	0,0072
7	Logarítmico	$Dc = 1,17615 - 0,02394.LgN(S7DC^a) - 0,00022.Id - 0,000070.CAbd + 0,0002120.CAntB$	0,84	0,0073
8	Logarítmico	$Dc = 1,15737 - 0,02288.LgN(S3DC^b) - 0,00019.Id - 0,000075.CAbd + 0,000223.CAntB$	0,84	0,0073

Nota: ^a S7DC = DCPT+DCAM+DCTR+DCSE+DCAB+DCSI+DCCX; ^b S3DC = DCPT+DCAB+DCCX; Id = idade; CAbd = circunferência abdominal; CAntB = circunferência de antebraço.

Anexo 6 – Equações estimativas da densidade corporal de Petroski⁽¹²⁾, para homens (n = 304; faixa etária: 18 – 66 anos; método de referência: pesagem hidrostática).

Equação	Modelo	Equação	r ²	EPE
9	Quadrático	$Dc = 1,10194032 - 0,00031836.S9DC^a + 0,00000029.S9DC^2 - 0,00029542.Id$	0,79	0,0072
10	Quadrático	$Dc = 1,08516305 - 0,00028465.S9DC^a + 0,00000026.S9DC^2 - 0,00021018.Id + 0,00173856.CAntB - 0,00043254.CAbd$	0,80	0,0070
11	Quadrático	$Dc = 1,10038145 - 0,00035804.S7DC^b + 0,00000036.S7DC^2 - 0,00025154.Id$	0,78	0,0073
12	Quadrático	$Dc = 1,08566598 - 0,00032750.S7DC^b + 0,00000036.S7DC^2 - 0,00017521.Id + 0,00161816.CAntB - 0,00041043.CAbd$	0,80	0,0071
13	Quadrático	$Dc = 1,09995680 - 0,00055475.S6DC^c + 0,00000107.S6DC^2 - 0,00023367.Id$	0,78	0,0074
14	Quadrático	$Dc = 1,08555470 - 0,00050212.S6DC^c + 0,00000104.S6DC^2 - 0,00015217.Id + 0,00169842.CAntB - 0,00044620.CAbd$	0,79	0,0071
15	Quadrático	$Dc = 1,10726863 - 0,00081201.S4DC^d + 0,00000212.S4DC^2 - 0,00041761.Id$	0,77	0,0075
16	Quadrático	$Dc = 1,09255357 - 0,00067980.S4DC^d + 0,00000182.S4DC^2 - 0,00027287.Id + 0,00204435.CAntB - 0,00060405.CAbd$	0,79	0,0071
17	Quadrático	$Dc = 1,10491700 - 0,00099061.S3DC^e + 0,00000327.S3DC^2 - 0,00034527.Id$	0,76	0,0076
18	Quadrático	$Dc = 1,09360757 - 0,00086876.S3DC^e + 0,00000327.S3DC^2 - 0,00021422.Id + 0,00191721.CAntB - 0,00059091.CAbd$	0,78	0,0072
19	Quadrático	$Dc = 1,10098229 - 0,00145899.S2DC^f + 0,00000701.S2DC^2 - 0,00032770.Id$	0,78	0,0072
20	Quadrático	$Dc = 1,08843264 - 0,00130623.S2DC^f + 0,00000710.S2DC^2 - 0,00021414.Id + 0,00182587.CAntB - 0,00052569.CAbd$	0,80	0,0070

Nota: ^a S9DC = DCPT+DCAM+DCTR+DCBI+DCSE+DCAB+DCSI+DCCX+DCPM; ^b S7DC = DCPT+DCAM+DCTR+DCSE+DCAB+DCSI+DCCX; ^c S6DC = DCPT+DCAM+DCTR+DCSE+DCSI+DCBI; ^d S4DC = DCTR+DCSE+DCSI+DCPM; ^e S3DC = DCTR+DCSE+DCSI; ^f S2DC = DCTR+DCAM; Id = idade; CAbd = circunferência abdominal; CAntB = circunferência de antebraço.

Anexo 7 – Equações estimativas da densidade corporal e gordura corporal relativa de diferentes autores, para homens.

Equação	Estudo	Modelo	Idade (anos)	Equação	r ²	EPE
21	Ball <i>et al.</i> ⁽²⁰⁾	Quadrático	18–62	%G = 0,465 + 0,18.S7DC – 0,0002406.S7DC ^{2a} + 0,06619.Id	0,89	2,2
22	Durnin e Rahman ⁽⁴⁾	Logarítmico	18–34	Dc = 1,1610 – 0,0632.Log ₁₀ (S4DC ^b)	0,70	0,0069
23	Durnin e Womersley ⁽⁵⁾	Logarítmico	16–72	Dc = 1,1765 – 0,0744.Log ₁₀ (S4DC ^b)	-	0,0103
24	Durnin e Womersley ⁽⁵⁾	Logarítmico	17–19	Dc = 1,1620 – 0,0630.Log ₁₀ (S4DC ^b)	-	0,0073
25	Durnin e Womersley ⁽⁵⁾	Logarítmico	20–29	Dc = 1,1631 – 0,0632.Log ₁₀ (S4DC ^b)	-	0,0084
26	Durnin e Womersley ⁽⁵⁾	Logarítmico	30–39	Dc = 1,1422 – 0,0544.Log ₁₀ (S4DC ^b)	-	0,0087
27	Pollock <i>et al.</i> ⁽⁹⁾	Quadrático	18–61	Dc = 1,1125025 – 0,0013125.S3DC ^c + 0,0000055.S3DC ² – 0,000244.Id	0,79	0,0080
28	Kagawa <i>et al.</i> ⁽²¹⁾	Linear	18–40	%G = 0,376 + 0,402.EDCAB + 0,772.EDCPM + 0,217.Id	0,86	2,37
29	Katch e McArdle ⁽¹⁰²⁾	Linear	18–24	Dc = 1,09665 – 0,00103.EDCTR – 0,00056.EDCSE – 0,00054.EDCAB	0,74	0,0072
30	Katch e McArdle ⁽¹⁰²⁾	Linear	18–24	Dc = 1,10986 – 0,00083.EDCTR – 0,00087.EDCSE – 0,00098.CAbd + 0,00210.CAntB	0,79	0,0066
31	Katch e McArdle ⁽¹⁰²⁾	Linear	18–24	Dc = 1,12691 – 0,00357.CBr – 0,00127.CAbd + 0,00524.CAntB	0,74	0,0072
32	Sloan ⁽¹¹⁾	Linear	18–26	Dc = 1,1043 – 0,001327.EDCCX – 0,001310.EDCSE	0,74	0,0067
33	Faulkner ⁽¹⁰⁾	Linear	18–25	%G = 5,783 + 0,153.S4DC ^d	-	-

Nota: ^a S7DC = DCPT+DCAM+DCTR+DCSE+DCAB+DCSI+DCCX; ^b S4DC = DCTR+DCSE+DCSI+DCBI; ^c S3DC = DCTR+DCSE+DCPT; ^d S4DC = DCTR+DCSE+DCSI+DCAB; Id = idade; CAbd = circunferência abdominal; CAntB = circunferência de antebraço; CCint = circunferência de cintura.

Anexo 8 – Equações estimativas da massa muscular em homens adultos.

Equação	Estudo	Idade (anos)	Equação	r^2	EPE	Método de Referência
34	Martin <i>et al.</i> ⁽⁴¹⁾	50–94	$MM (g) = E.(0,0553.CCxC^2 + 0,0987.CAntB^2 + 0,0331.CPantC^2) - 2445$	0,97	1.530	Direto
35	Doupe <i>et al.</i> ⁽⁴²⁾	50–94	$MM (g) = E.(0,031.CCXM^2 + 0,064.CPantC^2 + 0,089.CBrC^2) - 3006$	0,96	1.488	Direto
36	Lee <i>et al.</i> ⁽⁸⁴⁾	20–81	$MM (kg) = E.(0,00744.CBrC^2 + 0,00088.CCxC^2 + 0,00441.CPantC^2) + 2,4.S^a - 0,048.Id + R^b + 7,8$	0,91	2,2	RM
37	Lee <i>et al.</i> ⁽⁸⁴⁾	20–81	$MM (kg) = 0,244.MC + 7,8.E + 6,6.S^a - 0,098.Id + R^c - 3,3$	0,86	2,8	RM
38	Kim <i>et al.</i> ⁽²³⁾	20–84	$MM (kg) = 0,0115.TMA - 0,0034.Id + S^a + R^e + 1,1932$	0,96	1,06	RM

Nota: MC = massa corporal; E = estatura; CCxC = circunferência de coxa corrigida pela EDCCX ; CAntB = circunferência de antebraço; CPantC = circunferência de perna medial corrigida pela EDCPM; CCxM = circunferência de coxa corrigida e modificada pela EDCSI; CBrC = circunferência de braço corrigido pela média da somatória das EDCBI e EDCTR; TMA = tecido magro e mole apendicular, mensurado pela DEXA; ^a S = 1 para homem e 0 para mulher; ^b R = -2,0 para asiáticos, 1,1 para afro-descendentes e 0 para caucasianos; ^c R = -1,2 para asiáticos, 1,4 para afro-descendentes e 0 para caucasianos; ^e R = 0,0350 para asiáticos, -0,0468 para afro-descendentes e 0 para caucasianos.

Anexo 9 – Modelo de Avaliação de DEXA (Lunar, modelo DPX-IQ, Lunar Radiation Corporation, Madison, WI, EUA, e software versão 4.7e).

DENSITOMETRIA OSSEA

CORPO INTEIRO DENSIDADE OSSEA					
Estabelecimento:			Adquirido: 07.02.2007 (4.7e)		
33 anos			Analisado: 07.02.2007 (4.7e)		
184 cm 85 kg Negra Masculino			Impresso: 14.02.2007 (4.7e)		
Médico:			de_ol401.b61		
Região	DMO ¹ g/cm ²	Adulto %	Jovem ² Valor-T	Comparação de Idade ³ % Valor-Z	
CABEÇA	2.078	-	-	-	-
BRAÇOS	1.044	106	0.7	98	-0.3
PERNAS	1.434	104	0.6	96	-0.7
TRONCO	1.129	113	1.8	102	0.4
COSTELAS	0.900	-	-	-	-
PÉLVIS	1.302	-	-	-	-
COLUNA	1.382	-	-	-	-
INTEIRO	1.294	106	0.9	97	-0.5

COMPOSIÇÃO DO CORPO							
Região	R Valor	Tecido Gordura%	Região Gordura%	Tecido (g)	Gordura (g)	Magra (g)	CMO (g)
BRAÇO ESQUER	1.372	9.2	8.9	5213	482	4731	227
PERNA ESQUER	1.354	18.5	17.7	16219	3004	13215	717
TRONCO ESQUE	1.347	22.2	21.6	19286	4285	15001	578
INTEIRO ESQU	1.353	18.8	18.0	42570	7991	34578	1716
BRAÇO DIREIT	1.370	10.6	10.2	5311	564	4747	241
PERNA DIREIT	1.351	20.0	19.2	16071	3219	12851	712
TRONCO DIREI	1.347	21.9	21.2	18578	4070	14508	633
INTEIRO DIRE	1.352	19.3	18.5	41872	8090	33782	1786
BRAÇOS	1.371	9.9	9.5	10524	1046	9477	468
PERNAS	1.352	19.3	18.5	32289	6222	26068	1429
TRONCO	1.347	22.1	21.4	37863	8357	29506	1211
INTEIRO	1.353	19.0	18.3	84441	16077	68364	3501

1 - Consulte apêndice sobre precisão e exactidão. Estatisticamente, 68% dos exames repetidos estão dentro do limite de 1 SD. (± 0.01 g/cm²)

2 - População de Referência do Corpo Completo do Brasil, Faixa Etária Jovens Adultos 20-55. Consulte apêndices.

3 - Comparado com idade, peso (25-100kg), raça.

- Análise padrão. (Recomenda-se análise prolongada de pesquisa)

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)