

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
INDUSTRIAL

WAGNER LUIS RIPKA

**MODELOS MATEMÁTICOS PARA ESTIMATIVA DA GORDURA
CORPORAL DE ADOLESCENTES UTILIZANDO DOBRAS
CUTÂNEAS, A PARTIR DA ABSORCIOMETRIA DE RAIOS-X DE
DUPLA ENERGIA**

TESE DE DOUTORADO

CURITIBA

2017

WAGNER LUIS RIPKA

**MODELOS MATEMÁTICOS PARA ESTIMATIVA DA GORDURA
CORPORAL DE ADOLESCENTES UTILIZANDO DOBRAS
CUTÂNEAS, A PARTIR DA ABSORCIOMETRIA DE RAIOS-X DE
DUPLA ENERGIA**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de “Doutor em Ciências” – Área de concentração: Engenharia Biomédica.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Miguel Gewehr

Co-Orientador: Profa. Dra. Leandra Ulbricht

CURITIBA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Ripka, Wagner Luis
R588m Modelos matemáticos para estimativa da gordura corporal
2017 de adolescentes utilizando dobras cutâneas, a partir da absor-
ciometria de raios-X de dupla energia / Wagner Luis Ripka.--
2017.

119 f.: il.; 30 cm

Texto em português, com resumo em inglês

Disponível também via World Wide Web

Tese (Doutorado) - Universidade Tecnológica Federal do
Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e
informática Industrial, Curitiba, 2017

Bibliografia: p. 84-108

1. Obesidade. 2. Corpo – Peso – Avaliação de riscos de
saúde. 3. Adolescentes – Avaliação de riscos de saúde –
Modelos matemáticos. 4. Adolescentes – Avaliação de riscos de
saúde. 5. Absorciometria dupla de raios-X. 6. Antropometria. 7.
Índice de massa corporal – Avaliação. 8. Engenharia elétrica –
Teses. I. Gewehr, Pedro Miguel. II. Ulbricht, Leandra.
III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de
Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial.
IV. Título.

CDD: Ed. 22 – 621.3

Título da Tese Nº. _____

Modelos Matemáticos para Estimativa da Gordura Corporal de Adolescentes Utilizando Dobras Cutâneas, a partir da Absorciometria de Raios-x de Dupla Energia

por

Wagner Luis Ripka

Orientador: Prof. Dr. Pedro Miguel Gewehr (UTFPR)

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Leandra Ulbricht (UTFPR)

Esta tese foi apresentada como requisito parcial à obtenção do título de DOUTOR EM CIÊNCIAS – Área de Concentração: Engenharia Biomédica pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial – CPGEI – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, às 08:30h do dia 07 de abril de 2017. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta pelos doutores:

Prof. Dr. Pedro Miguel Gewehr
(Presidente – UTFPR)

Prof. Dr. Antônio Renato Pereira Moro
(UFSC)

Prof. Dr. João Carlos do Amaral Lozovey
(UFPR)

Prof. Dr. Joaquim Miguel Mala
(UTFPR)

Prof. Dr. Oslei de Matos
(UTFPR)

Visto da Coordenação:

Prof. Jean Carlos Cardozo da Silva, Dr.
(Coordenador do CPGEI)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a família, minha base, meu alicerce. Meus pais, Luis e Lourdes Ripka, por incentivar e possibilitar meu constante estudo. Aos meus irmãos: Thaís, Gabriel e Cláudio, por estarem junto comigo nos principais momentos da vida.

Minha eterna gratidão aos meus orientadores, professor Pedro Miguel Gewehr que confiou em meu trabalho e me conduziu de maneira excepcional em mais essa etapa acadêmica; professora Leandra Ulbricht, orientadora desde a iniciação científica e fundamental em muitas de minhas conquistas, obrigado pela paciência, amizade e competência acadêmica.

Ao professor Oslei de Matos pela parceria no longo processo de avaliação dos adolescentes desta pesquisa. Além das incontáveis colaborações ao longo de minha vida acadêmica.

Aos colegas do Laboratório de Ergonomia.

Aos meus amigos, os mais sinceros agradecimentos: Peterson Pereira da Silva, Luiz Carlos Maceno, Jéssica Volpe, Eduardo Esmanhoto, Cristiano Pereira dos Santos entre outros aqui não nominados. Obrigado pelo companheirismo, risadas e conselhos que fazem parte do que sou hoje.

Por fim, agradeço minha amada Jéssica Keppen pela paciência, carinho, amor e constante incentivo em minha vida (*Hoje!*).

“Existem três classes de pessoas que são infelizes:
a que não sabe e não pergunta, a que sabe e não ensina
e a que ensina e não faz”.

BEDA VENERÁVEL, 672-735

RESUMO

RIPKA, Wagner Luis. **Modelos matemáticos para estimativa da gordura corporal de adolescentes utilizando dobras cutâneas, a partir da absorciometria de raios-X de dupla energia.** 2017. 119 f. Tese— Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

Introdução: Estudos têm encontrado uma transição da obesidade da população adulta para crianças e adolescentes, que por sua vez, pode acarretar manifestações clínicas, como: doenças coronarianas, diabetes tipo 2, e complicações psicossociais cada vez mais precocemente. Contudo, métodos para avaliação da composição corporal para essa faixa etária, principalmente envolvendo técnicas de baixo custo como as medidas de dobras cutâneas (DC) apresentam imprecisões em estudos brasileiros. Fator o qual pode levar a uma interpretação equivocada da composição corporal dos avaliados. **Objetivo:** desenvolver novos modelos matemáticos utilizando medidas de DC, tendo como referência a absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA), para estimativa de massa de gordura (G) em adolescentes. **Métodos:** Trata-se de um estudo exploratório descritivo onde foram avaliados 416 adolescentes do gênero masculino de 12 a 17 anos, sendo 42 destinados para compor a amostra de validação da pesquisa. Foram coletadas medidas de massa corporal total, estatura, circunferência da cintura e quadril, nove pontos anatômicos baseados em DC: bíceps, tríceps, subescapular, peitoral, axilar média, abdominal, supra-íliaca, coxa e panturrilha, além da G e densidade mineral óssea (DMO) aferida com a tecnologia de DXA. Para o desenvolvimento das equações foi utilizado um modelo de regressão linear múltipla através do método de mínimos quadrados ordinários (OLS). **Resultados:** O grupo apresentou índice de massa corporal (IMC) médio de $21,25 \pm 4,12 \text{ kg/m}^2$ e $\%G = 20,57 \pm 5,80\%$. A partir do $\%G$, a prevalência de excesso de gordura foi verificada em 38,3% dos adolescentes. O impacto da gordura na DMO dos adolescentes indicou uma associação na ordem de $r = -0,358$; $p < 0,005$, sendo verificada redução de até 14% da DMO para a região da coluna em adolescentes com obesidade em comparação aos eutróficos. O desenvolvimento de novos modelos matemáticos que atendessem critérios de alto coeficiente de determinação (R^2), baixo erro padrão de estimativa (EPE), controle de colinearidade, normalidades dos resíduos, homoscedasticidade e praticidade, possibilitaram a apresentação de três opções com $R^2 = 0,932$ e EPE 1,79; $R^2 = 0,912$ e EPE = 1,78; $R^2 = 0,850$ e EPE = 1,87, respectivamente. Em todas as opções, as variáveis idade e estatura foram empregadas, bem como as DC de tríceps e subescapular. **Conclusão:** Os resultados obtidos evidenciam a possibilidade de desenvolvimento de novos modelos matemáticos para a avaliação da gordura corporal em adolescentes com resultados superiores aos modelos existentes na literatura.

Palavras-chave: Obesidade. Adolescente. Antropometria. Dobras Cutâneas. Absorciometria de raios-X de Dupla Energia.

ABSTRACT

RIPKA, Wagner Luis. **Mathematical models for the estimation of the fat mass of adolescents, based on skinfold thickness, using dual-energy X-rays absorptiometry.** 2017. 119 f. Tese– Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

Introduction: Studies have found a transition from obesity of the adult population to children and adolescents, which in turn, can lead to clinical manifestations, such as: coronary diseases, type 2 diabetes, and psychosocial complications increasingly early. However, methods for evaluating nutritional status for this age group, mainly involving low cost techniques such as skinfold thickness measurements (ST), are imprecise in Brazilian studies. Factor which can lead to a mistaken interpretation of the body composition of the evaluated ones. **Objective:** To develop new mathematical models, based on DC measurements, based on dual energy X-rays absorptiometry (DXA), to estimate fat mass (G) in adolescents. **Methods:** This was an exploratory descriptive study in which 416 male adolescents aged 12 to 17 years were evaluated, 42 of whom were separated to compose the study validation sample. Measurements of total body mass, stature, waist and hip circumference were obtained, nine anatomical points based on ST: biceps, triceps, subscapular, pectoral, mid axillary, abdominal, suprailiac, thigh and calf muscles, as well as G and bone mineral density (BMD) measured with DXA technology. For the development of the equations, a multiple linear regression model was used by the ordinary least square (OLS) method. **Results:** The group had a mean body mass index (BMI) of 21.25 ± 4.12 kg / m² and %G = $20.57 \pm 5.80\%$. From %G, the prevalence of excess fat was verified in 38.3% of adolescents. The impact of fat on adolescent BMD indicated an association in the order of $r = -0.358$; $P < 0.005$, with BMD reduction up to 14% for the spine region in adolescents with obesity compared to eutrophic. The development of new mathematical models that meet criteria of high coefficient of determination (R²), low standard error of estimation (SEE), control of colinearity, residue normalities, homoscedasticity and practicality, allowed the presentation of three options with R² = 0.932 and SEE 1.79; R² = 0.912 and SEE = 1.78; R² = 0.850 and SEE = 1.87, respectively. In all the options, the variables age and height were employed, as well as triceps and subscapular ST. **Conclusion:** The results obtained evidenced the possibility of developing new mathematical models for the evaluation of body fat in adolescents with results superior to the existing models in the literature.

Keywords: Obesity. Adolescents. Anthropometry. Skinfold thickness. Dual Energy X-rays Absorptiometry.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%G	- Percentual de Gordura
AB	- Dobra Cutânea Abdominal
ABEP	- Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa
AX	- Dobra Cutânea Axilar Média
BI	- Dobra Cutânea Bicipital
BIA	- <i>Bioelectrical impedance analysis</i> (Análise de Impedância Bioelétrica)
CC	- Composição Corporal
CMO	- Conteúdo Mineral Ósseo
CX	- Dobra Cutânea Coxa
DC	- Dobras Cutâneas
Dc	- Densidade Corporal
DMO	- Densidade Mineral Óssea
DXA	- <i>Dual Energy X-ray Absorptiometry</i> (Absorciometria de Raios-X de Dupla Energia)
EC	- Erro Constante
EPE	- Erro Padrão de Estimativa
ET	- Erro Total
ETM	- Erro Técnico de Medida
G	- Gordura Corporal
IMC	- Índice de Massa Corporal
LCS	- Limite de Concordância Superior
LCI	- Limite de Concordância Inferior
MG	- Massa de Gordura
MCT	- Massa Corporal Total
MIG	- Massa Isenta de Gordura
MM	- Massa Magra
MO	- Massa Óssea
OLS	- <i>Ordinary Least Square</i> (mínimos quadrados ordinários)
OMS	- Organização Mundial da Saúde
PH	- Pesagem Hidrostática
PE	- Dobra Cutânea Peitoral

PT	- Dobra Cutânea Panturrilha
p	- Significância estatística
r	- Coeficiente de Correlação Pearson
r_s	- Coeficiente de Correlação de Spearman
R^2	- Coeficiente de Determinação
SB	- Dobra Cutânea Subescapular
SI	- Dobra Cutânea Supra ilíaca
TR	- Dobra Cutânea Tricipital
US	- Ultrassom
VIF	- <i>Variance Inflation Factor</i> (Fatores de Inflação de Variável)
VMV	- Valor Médio de Variável

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes de ambos os gêneros (2 – 19 anos) a partir do IMC (≥ 25 kg/m ²).	25
Figura 2 – Modelos de análise da composição corporal com dois (2-C), três (3-C) e quatro componentes (4-C).	27
Figura 3 – Modelos de cinco níveis para análise da composição corporal.....	27
Figura 4 – Ilustração das formas de varredura do tipo (a) pencil-beam e (b) fan-beam por DXA.	33
Figura 5 – Ilustração de um corte transversal do braço para identificação das camadas de gordura, músculo e osso.	37
Figura 6 – Modelo de plicômetro científico para avaliação por DC.	37
Figura 7 – Posicionamento anatômico das medidas de dobras cutâneas na vista anterior e posterior.	45
Figura 8 – Ilustração do equipamento Hologic Discovery A.	47
Figura 9 – Modelo de apresentação dos resultados da varredura pela técnica de DXA.....	47
Figura 10 – Fluxograma do processo envolvido para a montagem das equações para predição da massa de gordura (%G). Define-se: dobra cutâneas (DC); ordinary least square (OLS); variance inflation factor (VIF).....	52
Figura 11 – Gráfico da caracterização econômica da amostra de acordo com o índice ABEP.	56
Figura 12 – Distribuição da frequência dos níveis de atividade física (A) e hábitos sedentários (B) de acordo com a idade.	57
Figura 13 – Curva LMS para os percentis 3°, 10°, 25°, 50°, 75°, 90° e 97° em relação à distribuição de gordura.	60
Figura 14 – Comparação entre os percentis 50° (A) e 90° (B) em curvas do presente estudo, norte-americanas, coreanas e turcas. (1) Odgen et al.(2002), com amostra norte-americana; (2) Park et al. (2015), com amostra coreana; (3) Kortoglu et al. (2010), com amostra turca; (4) Laurson, Eisenmann e Welk (2011), com amostra norte-americana.....	61
Figura 15 – A) Análise de previsões e os limites de tolerância dos valores de previsão do %G do Modelo 1 com os valores de %G por DXA; B) Análise de concordância de Bland-Altman para o Modelo 1. Define-se: limite de concordância superior (LCS); limite de concordância inferior (LCI).	66
Figura 16 – A) Análise de previsões e os limites de tolerância dos valores de previsão do %G do Modelo 2 com os valores de %G por DXA; B) Análise de concordância de Bland-Altman para o Modelo 2. Define-se: limite de concordância superior (LCS); limite de concordância inferior (LCI).	67
Figura 17 – A) Análise de previsões e os limites de tolerância dos valores de previsão do %G do Modelo 3 com os valores de %G DXA; B) Análise de concordância de Bland-Altman para o Modelo 3. Define-se: limite de concordância superior (LCS); limite de concordância inferior (LCI).	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Equações de regressão propostas por Slaughter et al. (1988) para cálculo do percentual de gordura (%G) para crianças e adolescentes de oito-18 anos.....	40
Tabela 2 – Equações de regressão para estimativa da Densidade Corporal (Dc) e Percentual de Gordura (%G) em adolescentes.....	41
Tabela 3 – Equações propostas por Yonamine (2000) para estimativa da massa corporal magra (MCM) em adolescentes brasileiros com idade entre 12 e 14 anos.	42
Tabela 4 – Valores de referência para classificação do %G.....	48
Tabela 5 – Valores descritivos para caracterização da amostra quanto à massa de gordura (kg).	54
Tabela 6 – Valores descritivos para caracterização da amostra quanto à variável de massa de gordura (MG), separados por segmento corporal (kg).	54
Tabela 7 – Valores descritivos para caracterização da amostra quanto à variável de massa isenta de gordura (MIG), separados por segmento corporal (kg).....	55
Tabela 8 – Classificação do estado nutricional dos adolescentes a partir do IMC e do %G....	55
Tabela 9 – Característica da densidade mineral óssea de acordo com a idade cronológica dos adolescentes (média±desvio padrão).	58
Tabela 10 – Correlação entre a densidade mineral óssea e o estado nutricional avaliado a partir do IMC e do %G.	58
Tabela 11 – Análise de variância (ANOVA) entre DMO e estado nutricional.....	59
Tabela 12 – Valores L, M e S e percentis de percentual de gordura para adolescentes com idade entre 12 e 17 anos.	60
Tabela 13 – Valores descritivos do percentual de gordura (%G) testado por diferentes equações, bem como valores de R ² na comparação com a DXA.	62
Tabela 14 – Valores descritivos: média e desvio padrão das variáveis antropométricas para a amostra empregada na modelagem matemática.	63
Tabela 15 – Matriz de correlação entre as medidas de dobras cutâneas e a massa de gordura obtidas pela DXA.	64
Tabela 16 – Matriz de correlação entre as medidas antropométricas e a idade.....	64
Tabela 17 – Equações para a predição de gordura em adolescentes (12 – 17 anos).	65
Tabela 18 – Validação dos modelos matemáticos para a estimativa do %G em adolescentes	69

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	DELIMITAÇÃO DO TEMA	13
1.2	JUSTIFICATIVA	16
1.3	HIPÓTESES	18
1.3.1	Hipótese Geral	18
1.3.2	Hipótese de Trabalho	18
1.4	OBJETIVOS DA PESQUISA	18
1.4.1	Objetivo Geral	18
1.4.2	Objetivos Específicos	18
1.5	ESTRUTURA DA TESE	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1	ADOLESCÊNCIA	20
2.1.1	A epidemia da obesidade	22
2.2	COMPOSIÇÃO CORPORAL	26
2.3	AValiaÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL	28
2.3.1	Absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA)	32
2.3.2	Aplicação da DXA em crianças e adolescentes	35
2.3.3	Dobras cutâneas (DC)	36
2.4	EQUAÇÕES ESPECÍFICAS E GENERALIZADAS PARA COMPOSIÇÃO CORPORAL	38
3	METODOLOGIA	43
3.1	TIPOLOGIA DA PESQUISA	43
3.2	AMOSTRA	43
3.3	AValiaÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL	44
3.3.1	Avaliação antropométrica	44
3.3.2	Avaliação por DXA	46
3.3.3	Classificação do estado nutricional	48
3.3.4	Avaliação do nível de atividade física, sedentarismo e perfil econômico	48
3.4	PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS	49
3.4.1	Análise Geral	49
3.4.2	Medidas de associação	50
3.4.3	Método LMS para construção percentílica	50

3.4.4 Teste de regressão linear e critérios de multicolinearidade.....	51
3.4.5 Comparação de médias	52
3.4.6 Análise de concordância e validação.....	53
4 RESULTADOS.....	54
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	54
4.2 IMPACTO DA MASSA GORDA NA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA (DMO).....	57
4.3 CONSTRUÇÃO PERCENTÍLICA A PARTIR DO MÉTODO LMS PARA DISTRIBUIÇÃO DE GORDURA.....	59
4.4 APLICAÇÃO EM EQUAÇÕES EXISTENTES E APRESENTAÇÃO DOS NOVOS MODELOS MATEMÁTICOS	62
4.4.1 Testes da amostra com as equações existentes	62
4.4.2 Análise das variáveis independentes e estruturação de novas equações de predição de MG	63
5 DISCUSSÃO	70
6 CONCLUSÕES	80
6.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA	82
6.2 TRABALHOS FUTUROS.....	83
REFERÊNCIAS	Erro! Indicador não definido.
APÊNDICE A – Termo de aprovação do comitê de ética e pesquisa.	109
APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)	111
APÊNDICE C – Valores descritivos das medidas de DC.	113
APÊNDICE D – Características descritivas para a amostra de validação	114
APÊNDICE F – Lista de Publicações	115
ANEXO A – Valores de constante de ajuste (c) para equação de Lohman	116
ANEXO B – Valores de constante de ajuste adaptados por Pires Neto e Petroski para equação de Lohman.....	117
ANEXO C – Localização anatômica dos nove pontos de coleta com a metodologia de dobras cutâneas	118
ANEXO D – Questionário ABEP para avaliação econômica	119

1 INTRODUÇÃO

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O sobrepeso e a obesidade são considerados um problema de saúde no mundo, atingindo crianças, adolescentes, adultos e idosos. Nos panoramas mundial (DE ONIS; BLÖSSNER; BORGHI, 2010; LU; BI; NING, 2016; VÁSQUEZ et al., 2016) e nacional (IBGE, 2010; REIS; VASCONCELOS; BARROS, 2011; RECH et al., 2016), o excesso de massa corporal gorda têm se mostrado como um novo desafio das políticas de saúde devido, especialmente, ao seu alarmante crescimento nas últimas décadas. Por isso, tem sido considerado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como uma nova epidemia mundial (OMS, 2014), capaz de desencadear manifestações clínicas como: doenças coronarianas, problemas respiratórios, diabetes tipo 2, falência renal, distúrbios gastrointestinais, câncer e complicações psicossociais (FREEDMAN et al., 2013; RANK et al., 2013; FARIA et al., 2014; ARNOLD et al., 2016). Além disso, em 2010, estimou-se que o excesso de peso e a obesidade foram responsáveis pela morte de 3,4 milhões de pessoas, além da redução em 4% dos anos de vida ao redor do mundo (LIM et al., 2013).

Em soma, estudos têm encontrado uma transição dos perfis de sobrepeso e obesidade de adultos para a população de crianças e adolescentes, fato que se caracteriza como um problema de saúde pública, uma vez que, o aumento da prevalência do sobrepeso e obesidade para essa faixa etária representa elevados riscos de mortalidade na vida adulta, bem como gastos cada vez mais precoces em tratamento e controle do excesso de gordura corporal (LOBSTEIN; BAUR; UAUY, 2004; TRICHES; GIUGLIANI, 2005; FRANKS et al., 2010; GUERRA; DA SILVEIRA; SALVADOR, 2016). Também se estima que uma a cada duas crianças obesas possa ser tornar um adulto obeso, afetando diretamente sua saúde e o bem-estar (GUO et al., 2002; CONDE; BORGES, 2011).

Nesse contexto, autores apontam que para combater essa realidade, são necessárias políticas para promoção de saúde envolvendo mudanças no estilo de vida, como a melhora nos hábitos alimentares e prática de exercícios físicos para redução do sedentarismo (MORENOA'C, 2013; COLQUITT et al., 2016).

Contudo, o estabelecimento de quaisquer atitudes de intervenção se faz necessário após uma avaliação precisa do estado nutricional e corporal dos indivíduos, isso porque, níveis baixos de gordura corporal também representam riscos, pois a gordura está relacionada

ao transporte de vitaminas, funcionamento do sistema nervoso e reprodutivo (CEZAR, 2000; GUYTON; HALL, 2011).

Desta forma, a avaliação é feita pela análise da composição corporal (CC) e possibilita verificar o crescimento e as proporções corporais, permitindo a detecção de baixo peso, normalidade, sobrepeso e obesidade, sendo comumente utilizada em segmentos de saúde e desempenho esportivo (GUEDES, 2013; WILMORE; COSTILL; KENNEDY, 2013). Além de fornecer subsídios para a prescrição de exercícios físicos e para um consumo energético adequado.

Enquanto definição, autores descrevem a CC como a composição química do corpo humano e, apesar dos inúmeros elementos que compõem o corpo, ela pode ser dividida em componentes, por exemplo: massa gorda (MG) e massa isenta de gordura (MIG), internacionalmente denominada de *fat-free-mass* (WILMORE; COSTILL; KENNEDY, 2013). A CC também pode ser entendida como a combinação dos elementos que a constituem para a formação de uma estrutura única (QUEIROGA, 2005).

Até o início do século XX a avaliação da CC era feita de maneira direta (*in vivo*), ou seja, através da dissecação física de cadáveres com objetivo de prover dados quantitativos de tecido adiposo, ósseo, muscular e órgãos. Apesar de ser considerada a maneira mais precisa de avaliação da CC ela é restrita a estudos científicos (CLARYS et al., 2005).

Entretanto, a partir dos conceitos estabelecidos pelas avaliações diretas, inúmeros métodos foram criados para avaliação da CC, entre eles: pletismografia (DE MELLO et al., 2005), ultrassonografia (ULBRICHT et al., 2012), tomografia computadorizada, análise de ativação de nêutrons (MONTEIRO; FERNANDES FILHO, 2002), absorciometria radiológica de raios-X de dupla energia (DXA) (EISENMANN; HEELAN; WELK, 2012) e pesagem hidrostática (PH) (GUEDES, 2013). Estes métodos são considerados indiretos e baseiam-se em conceitos físicos e químicos para estimativa da CC, mas também apresentam limitações quanto à aplicação em grandes populações, devido ao custo elevado e, em muitas vezes, complexos procedimentos para coleta e a necessidade de laboratórios específicos.

Visando contornar essas limitações, foram criadas técnicas duplamente-indiretas que se apóiam em informações indiretas para estudo da CC, onde se destaca a antropometria, definida etimologicamente como o conjunto de processos que visam o estudo das medidas de tamanhos do corpo humano e suas partes (HEYWARD; WAGNER, 2004).

Ademais, a antropometria tem se mostrado como o método mais utilizado no diagnóstico corporal mundial, evoluindo constantemente na busca de aprimoramento da estimativa dos componentes corporais (SLAUGHTER et al., 1988; SIGULEM;

DEVINCENZI; LESSA, 2000; CONDE; MONTEIRO, 2006; RIPKA et al., 2011; NORADILAH et al., 2016).

Entre os principais procedimentos antropométricos para estimativa da CC, destacam-se equações de regressão baseadas em medidas de dobras cutâneas (DC), que podem ser aplicadas de maneira isolada ou combinadas com medidas de circunferência, diâmetros ósseos, massa corporal, estatura, etc. (SOARES; PETROSKI, 2003; CLARYS; PROVYN; MARFELL-JONES, 2005).

A literatura apresenta uma vasta quantidade de equações para determinação de valores como a densidade corporal (D_c), variável que permite seccionar o corpo em MIG e MG e o percentual de gordura (%G); sendo que a boa escolha da equação, associada com o domínio da técnica aos procedimentos de coleta, são fundamentais para cálculos mais precisos da CC, por diminuir o erro de estimativa (QUEIROGA, 2005; RODRIGUEZ et al., 2005; NORADILAH et al., 2016).

Nesse sentido, a avaliação da CC por DC para adolescentes, tem como principais equações, modelos desenvolvidos no exterior e há mais de 30 anos (DURNIN; RAHAMAN, 1967; BOILEAU; LOHMAN; SLAUGHTER, 1985; SLAUGHTER et al., 1988; DEZENBERG et al., 1999), período que se notam grandes mudanças nos níveis de atividade física, hábitos alimentares e, por sua vez, alterações no crescimento corporal desta faixa etária (SCHWANDT; VON ECKARDSTEIN; HAAS, 2012). Outro fator a ser destacado refere-se à amostra utilizada para desenvolver esses modelos anteriores, sendo encontradas equações estruturadas a partir da avaliação de 11 indivíduos até um máximo de 170 no gênero masculino. A combinação desses elementos pode explicar a inconsistência da estimativa da gordura corporal dos atuais modelos empregados na população brasileira (PAIVA, 2000; RODRIGUEZ et al., 2005; SILVA; FIELDS; SARDINHA, 2013; SILVA et al., 2013; HUSSAIN et al., 2014; RIPKA et al., 2016).

No Brasil, encontrou-se apenas uma equação para adolescentes, desenvolvida com uma população de 93 meninos de idades entre 12 e 14 anos a partir da técnica duplamente-indireta da análise de impedância bioelétrica (BIA) e tendo como referência a PH (YONAMINE; PIRES-NETO, 2000). O modelo não foi validado em outras populações para verificar sua aplicabilidade e reprodutibilidade.

Assim, essa lacuna de investigação da CC por DC em adolescentes pode ser completada com o desenvolvimento de novos e atualizados modelos de avaliação da gordura corporal. Além disso, o avanço dos métodos de avaliação indiretos e o aprimoramento das

tecnologias, principalmente relacionado à DXA, são fatores que somam para a melhora da concordância no desenvolvimento de novos modelos matemáticos para estimativa da CC.

1.2 JUSTIFICATIVA

Uma concepção fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa está na busca de um entendimento preciso da CC na adolescência, que permitirá a investigação de áreas que abrangem a saúde coletiva, a nutrição e o desempenho esportivo. Cabe destacar que a ascensão de doenças crônico-degenerativas, especialmente aquelas relacionadas ao aumento do tecido adiposo, é um dos fatores que contribuem para a constante realização de estudos com alvo na CC e suas relações com essas doenças (OMS, 2014).

Quanto ao aspecto social para justificativa desta tese, destaca-se que a adolescência é uma fase importante e crítica da vida, pois, nela ocorrem mudanças em nível cultural e corporal. Além de que, essa fase possui diferenciada distribuição de gordura corporal quando comparado às crianças e adultos, fato que fortalece a necessidade de estudos específicos para cada população (SIFUENTES; DESSEN; OLIVEIRA, 2007; ZAPPE; DELL'AGLIO, 2016).

Desta maneira, a avaliação transversal e longitudinal das variáveis relacionadas à CC permite a compreensão do estado metabólico em adolescentes, assim como o acompanhamento de alterações decorrentes de intervenções nos hábitos diários como dietas ou treinamentos físicos (COLQUITT et al., 2016; GUERRA; DA SILVEIRA; SALVADOR, 2016). Destaca-se que tanto o excesso como a baixa quantidade de gordura representam riscos para a saúde por isso são necessários esses acompanhamentos (OMS, 2014).

Somando-se aos aspectos sociais, têm-se a análise de relevância econômica, onde uma adequada avaliação da população permite traçar estratégias de políticas públicas de saúde, isso porque, atualmente a maioria ($\cong 75\%$) da população brasileira utiliza o Sistema Único de Saúde (SUS) e o crescente número de crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade pode representar um colapso no gastos com o tratamento desse distúrbio (SAÚDE, 2015).

Nos Estados Unidos, por exemplo, os gastos com o tratamento de pessoas com obesidade são no mínimo 42% maior que os gerados por uma pessoa de CC normal, chegando até o dobro do valor (FINKELSTEIN et al., 2009). No Reino Unido, por ano, 5% dos gastos com saúde estão relacionados ao sobrepeso e a obesidade, cerca de 14 bilhões de reais

(ALLENDER; RAYNER, 2007). No Brasil há uma carência de dados dessa natureza. Contudo, estudos buscando estimar os custos da obesidade no SUS, apontaram gastos diretos na ordem de 3,6 bilhões de reais por ano para tratamento de obesidade (BAHIA et al., 2012; BAHIA; ARAÚJO, 2014). Os autores relatam ainda que gastos indiretos como a perda de produtividade e afastamento das atividades laborais não foram considerados, assim como gastos intangíveis, como, por exemplo, o impacto na qualidade de vida. Codogno et al. (2015), em uma associação da inatividade física com a obesidade abdominal e despesas de saúde pública em adultos brasileiros, apontaram que o controle da obesidade poderia representar uma redução de até 35% das despesas no sistema público de saúde.

Associado ao aspecto social e econômico, a busca de melhores valores de estimativa nas avaliações de CC engloba a originalidade desta investigação, visto a carência de novas e atualizadas equações para quantificação das estruturas corporais (músculo, ossos e gordura) em adolescentes, principalmente que se baseiem em uma amostra numerosa e heterogênea com a técnica de DC.

Uma pesquisa feita com objetivo de analisar a concordância entre equações preditivas da quantidade de gordura corporal e valores obtidos por DXA entre adolescentes encontrou uma variabilidade no coeficiente de correlação e concordância de 0,348 – 0,812 entre sete modelos testados. Os autores argumentam que o tamanho da amostra utilizada para o desenvolvimento das equações pode representar um fator mais impactante que as próprias medidas incluídas como variáveis independentes (BERALDO et al., 2016).

A utilização da DXA como método referência, por sua vez, corrobora com a literatura que a reconhecem como um método de elevada precisão na análise da CC. Assim, sua escolha justifica-se por ser uma técnica capaz de quantificar a gordura corporal e rápida, além de estar amplamente disponível no mercado e ser considerada com um padrão ouro (CICEK et al., 2014; HUSSAIN et al., 2014).

Logo, a relevância social, econômica e de originalidade, considerando um possível impacto na saúde pública, justificam a elaboração de novos e precisos modelos matemáticos de DC para estimativa da massa gorda em adolescentes comparando-as com um método de referência (DXA) para ser aplicada na região geográfica estudada. Com isso espera-se diminuir o uso de equações impróprias para adolescentes ou então o uso indiscriminado de índices para classificação do estado nutricional, que podem levar a uma concepção equivocada da CC ou estado nutricional do avaliado.

1.3 HIPÓTESES

1.3.1 Hipótese Geral

Os modelos matemáticos existentes para estimativa da massa gorda de adolescentes, baseados em DC, não são aplicáveis na população de Curitiba e Região Metropolitana.

1.3.2 Hipótese de Trabalho

É possível desenvolver modelos matemáticos, com mensurações de DC, para a avaliação da massa gorda em adolescentes a partir do uso da regressão linear múltipla, tendo como método de referência a DXA, com maiores níveis de correlação e concordância do que os relatados na literatura.

1.4 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo consiste em desenvolver modelos matemáticos, a partir de medidas de DC, para estimativa da massa gorda em adolescentes do sexo masculino de 12 – 17 anos tendo como método de referência a absorciometria radiológica de raios-X de dupla energia (DXA).

1.4.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos têm-se:

- a) Relacionar a faixa etária com a gordura corporal;

- b) Avaliar a composição corporal dos adolescentes da pesquisa;
- c) Analisar o impacto da gordura corporal na densidade mineral óssea;
- d) Propor curvas de referência para o percentual de gordura;
- e) Realizar análise comparativa dos resultados encontrados nas novas equações com os resultados das equações mais comumente aplicadas na literatura;
- f) Testar a validade dos modelos matemáticos propostos.

1.5 ESTRUTURA DA TESE

Esta tese está organizada em seis capítulos.

O primeiro capítulo apresenta a introdução ao estudo, onde se procurou elucidar a relevância e as lacunas do assunto abordado, delimitando-o e apresentando as hipóteses e os objetivos que nortearam o estudo.

No capítulo 2 faz-se uma revisão da literatura sobre a adolescência, bem como sobre a epidemia da obesidade nessa faixa etária. Ainda nesse capítulo, faz-se um levantamento sobre os principais métodos de diagnóstico da obesidade e a necessidade de aprimoramento de algumas técnicas existentes; definindo assim o marco conceitual para esta pesquisa.

No capítulo 3 é descrita a metodologia proposta e as ferramentas utilizadas para a análise dos dados.

No capítulo 4 relatam-se os resultados obtidos. Eles são apresentados na forma descritiva, seguindo para a análise inferencial dos pontos anatômicos para desenvolvimento de equações para avaliação da massa gorda. Comparando-se os resultados das novas equações com os modelos existentes e a análise de prevalência do sobrepeso e da obesidade nas idades.

No capítulo 5, por sua vez, apresenta-se a discussão dos resultados, traçando um quadro comparativo dos resultados desta pesquisa com aspectos importantes de outras pesquisas realizadas neste campo.

O capítulo 6 apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo aborda os principais aspectos relacionados ao consenso sobre adolescência e saúde, bem como faz um levantamento epidemiológico do aumento da prevalência de sobrepeso e a obesidade no Brasil e no mundo. Efetua-se ainda uma descrição e uma comparação dos métodos de avaliação da Composição Corporal (CC) comparando-se os métodos mais empregados de avaliação na faixa etária de adolescentes.

2.1 ADOLESCÊNCIA

De acordo com o último Censo Demográfico, o Brasil somava cerca de 34 milhões de adolescentes, representando aproximadamente 18% da população nacional (IBGE, 2010). No Paraná, por sua vez, o número de adolescentes alcançava a marca de 1,8 milhões de pessoas. Em Curitiba o valor representava mais de 160 mil habitantes (aproximadamente 10% da população local, valor menor que a média nacional) (IBGE, 2010).

O período cronológico que define a adolescência é considerado um dos mais difíceis em ser estipulados, uma vez que seu início e término possuem grande variabilidade. A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2014) define o período da adolescência, como o formado por sujeitos com idades entre 10 e 19 anos. Já, Wilmore e Costill (2013, p.518), colocam que o seu início se dá com a formação de características sexuais secundárias e o término como o final dos processos de crescimento e desenvolvimento, com a obtenção da estatura de um adulto; podendo variar dos 10 – 22 anos. No Brasil, o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), por sua vez, estabelece legalmente que adolescentes são aqueles com idade superior a 12 anos completos até 18 anos incompletos, sendo esse o preceito optado nesse estudo (BRASIL, 1990).

Em soma, os critérios cronológicos de faixa etária permitem analisar a adolescência como a fase de transição entre a infância e a vida adulta (DUARTE; FERREIRA; DOS SANTOS, 2013). Autores apontam que este é um momento importante e crítico da vida, pois nele ocorrem mudanças em nível cultural, corporal, de hábitos e valores, o que a torna objetivo de estudo das mais diversas ciências, entre elas: sociologia, psicologia, pedagogia e biologia (GUEDES et al., 2002; DUARTE; FERREIRA; DOS SANTOS, 2013).

Para as mudanças corporais, é nessa fase da vida que meninos e meninas tendem a se diferenciar fisicamente por ações decorrentes, principalmente, do sistema hormonal, que acarreta incremento de peso e estatura, alterações na CC e crescimento ósseo (GALLAHUE; OZMUN, 2013). Além disso, o dimorfismo sexual na adolescência acentua o ganho de gordura, sendo que as meninas apresentam, em média, o dobro do %G que os meninos. Também é nessa fase da vida que cerca de 50% da massa corporal e 20 – 25% da estatura são adquiridos, servindo, em muitas vezes, como determinante no processo de envelhecimento (SIGULEM; DEVINCENZI; LESSA, 2000).

Rosenbloom (2008) coloca a adolescência como a fase onde se encerra o processo do aumento do número de células que compõem os tecidos orgânicos, iniciado com a fertilização do óvulo. Para Rowland (1990) e McArdle, Katch e Katch (2016) a adolescência é um dos três períodos críticos da vida para o aumento do número de células adiposas. Para Wilmore e Costill (2013), as células adiposas e os depósitos de gordura têm sua formação no desenvolvimento fetal e esse processo continua indefinidamente, entretanto existe um perceptível aumento na quantidade de gordura subcutânea na adolescência.

Questões ambientais, condição socioeconômica, prática de exercício físico, ambiente familiar e hábitos nutricionais são fatores extrínsecos que influenciam nas mudanças corporais (COSSIO-BOLAÑOS; ARRUDA; DE MARCO, 2010; VASCONCELLOS et al., 2014).

No âmbito ambiental, os avanços oriundos do setor tecnológico sofridos nas últimas décadas transformaram o dia-a-dia dos adolescentes, nas formas de diversão, locomoção e estudo, induzindo-os em hábitos sedentários (FARIAS; SALVADOR, 2005; RIPKA; ULBRICHT, 2009; ULBRICHT et al., 2014). Autores relatam que o gasto de energia com os entretenimentos eletrônicos comparado com outras atividades, assim como a maior ingestão de calorias enquanto assistem televisão, por exemplo, são potenciais contribuintes para o problema de obesidade na infância e adolescência (HANCOX; POULTON, 2006; BRAITHWAITE et al., 2013).

Quanto à condição socioeconômica, é possível encontrar na literatura, resultados divergentes do impacto na CC de adolescentes. Silva, Balaban e Motta (2005) relataram que adolescentes de baixa condição sócio-econômica apresentaram maior prevalência de obesidade na cidade do Recife. Essa tendência também foi encontrada por Stamaski, Wardle e Cole (2010) na Inglaterra e Frederick, Snellman e Putnam (2014) nos EUA. Já, Oliveira et al. (2003) concluíram que o elevado poder socioeconômico está relacionado ao ganho excessivo de peso em escolares da Bahia. Finalmente, Figueiredo et al. (2011) não encontraram relação estatisticamente significativa entre condição socioeconômica e obesidade.

Para a prática de exercícios físicos, esta possui impacto positivo para controle do sobrepeso e obesidade, uma vez que, proporciona melhora na condição cardiovascular e musculoesquelética. Desta forma, o exercício físico desempenha papel importante na regulação do balanço energético, fortalecido pela atual condição dos adolescentes que limitam o lazer a atividades sedentárias (DAMIANI; CARVALHO; OLIVEIRA, 2000; ULBRICHT et al., 2014).

Para os hábitos nutricionais destaca-se que o Brasil vem passando por um perfil de transição nutricional entre adolescentes, caracterizado pelo declínio da desnutrição e aumento do sobrepeso e obesidade (IBGE, 2010). Pesquisas relatam que essa faixa etária tem apresentando um alto consumo energético, ocasionando um desequilíbrio na balança nutricional (TORAL; SLATER; SILVA, 2007; PINHO et al., 2014). Em soma, o elevado consumo de carboidratos, ácidos graxos saturados, sódio e de bebidas à base de açúcares, além de um baixo consumo de fibras alimentares verificados nos jovens contribuem um padrão alimentar inadequado (SALES-PERES et al., 2010; PINHO et al., 2014). Esse comportamento nutricional, no longo prazo, pode representar um aumento em doenças cardiovasculares e outras complicações decorrentes da obesidade.

Nota-se, dessa forma, o surgimento de um novo panorama da saúde, onde uma avaliação multifatorial e o acompanhamento do bem-estar dos adolescentes tornam-se essenciais para criação de políticas de saúde preventiva (SAWYER et al., 2012).

2.1.1 A epidemia da obesidade

Pesquisas envolvendo a CC de adolescentes apontam um elevado índice de sobrepeso e obesidade, alterações responsáveis por desencadear outras manifestações clínicas como: hipertensão, riscos cardiovasculares relacionados ao aumento dos níveis de colesterol e triglicérides, diabetes tipo 2, dislipidemias e distúrbios do sono (RAJ, 2012; SMITH-MENEZES; DUARTE; SILVA, 2012; RANK et al., 2013). Destaca-se que, para a OMS, o sobrepeso e a obesidade estão entre os cinco maiores riscos globais de mortalidade (OMS, 2016).

Um estudo epidemiológico feito com 450 pesquisas, envolvendo 144 países estimou que em 2020, 9,1% de crianças estarão com sobrepeso ou obesidade (DE ONIS; BLÖSSNER; BORGHI, 2010). O estudo apontou ainda que em 2010 a prevalência de sobrepeso e

obesidade no mundo estava na margem de 6,7%, desses em torno de 86% estão em países em desenvolvimento. Globalmente, a prevalência de sobrepeso ou obesidade aumentou, entre os anos de 1980-2013, de 28,8% para 36,9% em homens adultos e de 29,8% para 38% entre as mulheres; já para crianças e adolescentes verificou-se um aumento superior a 50% da prevalência (NG et al., 2014).

Levantamentos feitos pelo *Center for Disease Control and Prevention* (CDC) assinalam que nos últimos 30 anos a obesidade na adolescência norte-americana quadruplicou, aumentando de 5% para 21% (1980-2012), passando a ser considerada como um dos principais fatores de risco para doenças cardiovasculares (OGDEN et al., 2002).

Resultados do programa de controle da obesidade americana através da *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES), indicaram que em 2010, 16,9% da população de 2 – 19 anos estava com obesidade. Na avaliação dos dados para população de adolescentes (12 – 19 anos) e por gênero chegou-se aos valores de: 19,6% para meninos e 17,1% para meninas (FRYAR; CARROLL; OGDEN, 2012).

Em Taiwan, detectou-se um aumento de mais de 100% na prevalência de sobrepeso e obesidade na infância entre os anos de 1986 (13%) e 2009 (27,7%) (CHEN et al., 2006). Na Europa, uma revisão de dados encontrou valores de 27,3% de adolescentes do sexo feminino com sobrepeso/obesidade na Irlanda e 31,7% para adolescentes do sexo masculino na Espanha (BRANCA; NIKOGOSIAN; LOBSTEIN, 2007).

Dados de 5564 adolescentes de 12 – 18 anos da Índia em 2010 indicaram a prevalência de sobrepeso e obesidade em 14,3% e 2,9% nos meninos e 9,2% e 1,5% nas meninas, respectivamente (GOYAL et al., 2010). Os autores apontam que fatores como nível socioeconômico, hábitos alimentares e histórico familiar contribuem para a diferença de prevalência entre gêneros.

No Brasil, uma pesquisa temporal desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), envolvendo a antropometria e o estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos do período de 1974-2009 apontou que a prevalência de sobrepeso em adolescentes aumentou seis vezes para o sexo masculino (de 3,7% para 21,7%) e aproximadamente três vezes para o sexo feminino (de 7,6% para 19,45%). Para os índices de obesidade, os aumentos foram de 0,4% para 5,9% para o sexo masculino e 0,7% para 4,0% para o sexo feminino (IBGE, 2010).

Para o sul do país, nos dados do IBGE (2002 – 2009) pode-se observar um aumento na prevalência de 21% para 27,2% no sobrepeso, e, 6,1% para 7,7% de obesidade em

meninos; para meninas registrou-se aumento de 16,6% para 22% e de 3,3% para 5,4% no sobrepeso e obesidade, respectivamente (IBGE, 2010).

Em outra análise de variação temporal (2000-2012) realizada com adolescentes 14-19 anos no município de Pelotas-RS, observou-se aumento de quase 100% da taxa de obesidade (de 5,0% para 9,7%). Para o sobrepeso os valores médios foram de 21,5% para 30,7% (XAVIER et al., 2014). Cabrera et al. (2014) avaliaram em Nantes, SP - 232 adolescentes com idade média de $13,2 \pm 1,83$ anos. Chegou-se a uma prevalência de sobrepeso e obesidade de 23,43% em meninos e 37,19% em meninas.

Embora haja evidências que a obesidade tenha fortes relações com fatores genéticos, os fatores não genéticos como: hábitos nutricionais, nível de atividade física, comportamento ativo/sedentário, são os que mais despertam interesse e preocupação mundial (OMS, 2014; OMS, 2016).

Dados indicam que há forte transição da obesidade na infância e adolescência para a vida adulta, onde uma a cada duas crianças obesas torna-se um adulto obeso, afetando diretamente a saúde e o bem-estar (GUO et al., 2002; CONDE; BORGES, 2011), indicadores que justificam a necessidade de um monitoramento sistemático e eficiente dessa população, bem como aplicação de ações preventivas.

Por fim, a figura 1 ilustra um panorama mundial da prevalência do sobrepeso e obesidade para crianças e adolescentes, de ambos os gêneros (2 – 19 anos). A análise feita a partir do IMC com base em dados de 2013 do *Institute for Health Metrics and Evaluation* mostra que países da América Latina como o Peru, Brasil e Chile aponta valores de prevalência iguais a 21,1%, 23,1% e 34,2%, respectivamente.

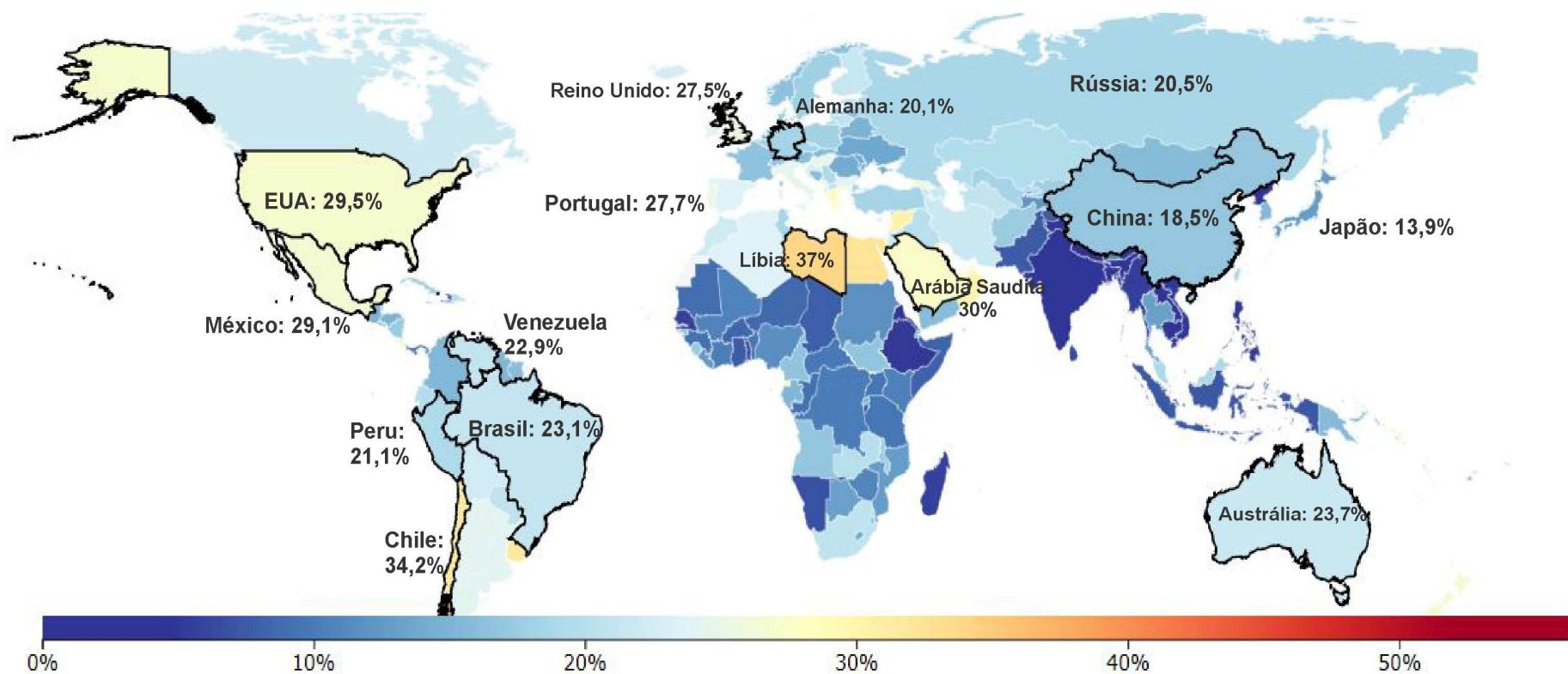


Figura 1 – Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes de ambos os gêneros (2 – 19 anos) a partir do IMC (≥ 25 kg/m²).

Fonte: Adaptado de *Institute for Health Metrics and Evaluation* (2013)

2.2 COMPOSIÇÃO CORPORAL

A CC é alvo de pesquisa da área da saúde (medicina, nutrição e ciências do esporte) há mais de um século. Para seu estudo, pressupõe-se o fracionamento do corpo em dois ou mais componentes, utilizados para avaliar o crescimento e desenvolvimento do corpo (WITHERS et al., 1998; WILMORE; COSTILL; KENNEDY, 2013).

Considerado como modelo clássico, o de dois componentes (2-C) separa a CC como MG e MIG, onde na MIG são considerados todos os tecidos isentos de gordura, incluindo os ossos, músculos, órgãos e a gordura essencial.

McArdle, Katch e Katch (2016) definem como gordura essencial aquela gordura necessária para o funcionamento do organismo, distribuída na medula óssea, coração, rins, intestinos, músculos etc. Behnke (1974), autor de um dos principais modelos teóricos para avaliar a CC, aponta que homens e mulheres apresentam percentuais distintos para a gordura essencial, com valores de 3% e 12%, respectivamente. O autor relata que nas mulheres considera-se a gordura na região mamária e pélvica como parte da gordura essencial.

Ressalta-se neste momento a definição do termo MIG. Este é proveniente da expressão em inglês: *fat free-mass*, com tradução livre de “massa livre de gordura” e, apesar da palavra “*free*” representar “livre, liberdade, sem restrições”, optou-se, neste estudo, pela adoção da palavra “isenta”, pois esta conota dispensado, eximido, parecendo ser mais adequado, uma vez que a *fat free-mass* contém gordura essencial, proteínas, além de tecidos ósseos e fluidos (MACHADO, 2009). Por fim, a MIG também pode ser entendida como a massa corporal magra (*lean body mass*).

Os modelos de três componentes (3-C) incluem, além da MG e MIG, o conteúdo de massa óssea (MO) e água; e já no modelo de quatro componentes (4-C) acrescenta-se proteína corporal e massa residual em seu fracionamento (CEZAR, 2000) (figura 2).

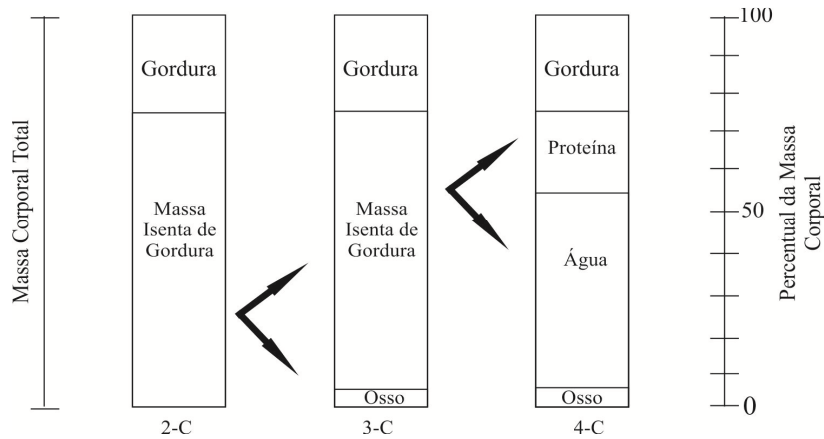


Figura 2 – Modelos de análise da composição corporal com dois (2-C), três (3-C) e quatro componentes (4-C).
 Fonte: Próprio autor.

Outro método para pesquisa de CC é o apresentado por Wang et al. (1992), que dividem o corpo em cinco diferentes níveis: I, Nível Atômico que compreende a divisão do corpo em elementos químicos; II, Nível Molecular no qual se dividem os compostos químicos corporais em grupos de lipídios, água, proteínas, carboidratos e minerais; III, Nível Celular que divide o corpo em massa celular total, fluídos e sólidos extracelulares; IV, Nível de tecidos e sistemas que categorizam o corpo em tecidos: conectivo, epitelial, muscular e nervoso; V, Nível Corpo Todo que analisa as características morfológicas do corpo enquanto tamanho, forma e proporções. A soma dos elementos de cada um dos níveis resulta na massa corporal.

A figura 3 ilustra o modelo de fracionamento proposto por Wang et al. (1992).

N e outros elementos	Minerais, CH e outras moléculas	Sólidos extracelulares	Outros tecidos	Cabeça
Hidrogênio	Proteína	Fluídos extracelulares	Órgãos viscerais	Tronco
Carbono	Lipídeo	Células	Ossos	Membros
Oxigênio	Água	Adiposas	Músculo esquelético	
			Tecido adiposo	
Nível Atômico	Nível Molecular	Nível Celular	Nível Órgão-Tecidual	Nível de Corpo Total

Figura 3 – Modelos de cinco níveis para análise da composição corporal.
 Fonte: Adaptado de Wang et al. (1992).

O modelo de 2-C é considerado o clássico no estudo da CC, isso porque, os elementos que o compõem são identificados pelo estudo da densidade corporal. Neste modelo assume-se a MIG como uma constante, sendo satisfatório para população de adultos. Contudo, para o modelo de 3-C nota-se uma melhora na avaliação de crianças e adolescentes, pois esses grupos possuem elevadas mudanças nos fluídos intracelulares/extracelulares além do conteúdo mineral ósseo (BOILEAU; LOHMAN; SLAUGHTER, 1985; CEZAR, 2000).

Deste modo, em síntese, pode-se dizer que a avaliação da CC é classificada em dois tipos: químico e anatômico. Aquele aborda quantidades de água, gordura, proteínas e minerais e este divide o corpo em componentes facilmente separáveis em uma dissecação, onde se inclui: pele, músculo, ossos, gordura e órgãos (CLARYS; PROVYN; MARFELL-JONES, 2005).

2.3 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

Metodologias para avaliação da CC são encontradas na literatura para medidas *in vivo* ou *in vitro*. Martin e Drinkwater (1991) seccionaram as metodologias em três grupos: diretos, indiretos e duplamente-indiretos, as quais são utilizadas nos dias de hoje. O método direto possui elevada precisão e limitação, pois é realizado através da análise física e química de cadáveres.

A metodologia de avaliação indireta, em geral, é validada a partir do método direto e pode ser elaborada através de métodos químicos, por imagem ou densitometria. Tais avaliações também possuem elevada precisão, além de elevados custos financeiros, o que limita sua aplicação. Entre as metodologias que se enquadram nessa categoria citam-se:

- Diluição de isótopos: também chamada de hidrometria, trata-se de um método de referência para se determinar a água corporal total. Neste método, o avaliado ingere água deuterada, $2H_2O$, ou água marcada com $H_2^{18}O$. Aproximadamente três horas após a ingestão, uma amostra de soro ou saliva é coletada e determina-se a concentração do isótopo por um equipamento de análise de emissão radioativa (POWERS; HOWLEY, 2009). A gordura é obtida a partir da estimativa percentual da água corporal, multiplicado por 0,73 com o resultado subtraído da MCT (ELLIS, 2000). O método pode ser invasivo para a

necessidade de coleta de sangue ou não invasivo se utilizada a saliva. Também é considerado um método trabalhoso, demorado e de custo elevado, o que limita sua utilização em larga escala.

- **Ultrassonografia:** o princípio de funcionamento do ultrassom está na emissão de ondas com frequência acima de 20.000Hz e a captação de ecos por transdutores. Os transdutores podem ser do tipo *A-mode* ou *B-mode* e ambos utilizam as propriedades piezoelétricas para seu funcionamento (WEBSTER, 2009; ULBRICHT et al., 2012; WAGNER, 2013). As informações deste instrumento são obtidas pela reflexão das ondas em diferentes interfaces do corpo: pele-gordura, gordura-músculo e músculo-osso (WAGNER, 2013). É considerado um método rápido, barato e seguro, contudo sua difusão na avaliação da composição corporal carece de mais estudos sobre a comprovação de sua validade (JOHNSON et al., 2014; SMITH-RYAN et al., 2014; RIPKA et al., 2016).
- **Ressonância magnética nuclear:** neste método os tecidos são mensurados pela emissão de ondas eletromagnéticas, onde núcleos absorvem e liberam energia em determinada frequência. As características de cada frequência ressonante relacionam os tecidos. Esta tecnologia representou grandes avanços na mensuração da gordura visceral e subcutânea, devido à sua elevada precisão em comparação a avaliações diretas (VASQUES et al., 2010). É considerado um método totalmente não invasivo e que se utiliza de radiação não ionizante, fatores que favorecem seu uso em crianças e adolescentes, mas a disponibilidade restrita e o elevado custo são os grandes inconvenientes do método.
- **Pesagem hidrostática (PH):** a PH baseia-se no princípio de Arquimedes, onde um indivíduo é completamente submerso em um tanque de água e com o deslocamento de água por ele causado estima-se sua densidade corporal. Este método apresenta limitações quanto ao tempo de realização do exame e adaptação do avaliado ao meio líquido (PETROSKI, 2007; GUEDES, 2013). Neste método assume-se a densidade da água aproximadamente em 1g/ml e gordura de 0,900 g/ml. A diferença de densidades fornece informações quanto às partes do corpo que são magras e gordas. Na avaliação de crianças esse método apresenta limitações devido às alterações do conteúdo mineral, água corporal e densidade dos componentes de MIG, além da necessidade de grande cooperação do avaliado (SANT'ANNA; PRIORE; FRANCESCHINI, 2009)
- **Pletismografia por deslocamento de ar:** este método utiliza da variação entre pressão e volume no interior de uma câmara, para determinação do volume corporal, tendo como base a lei de deslocamento de ar de Boyle; uma vez definido o volume, calcula-se a densidade

corporal do avaliado (SANT'ANNA; PRIORE; FRANCESCHINI, 2009; GIBBY et al., 2016). Apesar de ser considerado um método rápido e fácil sua principal limitação está no elevado custo do equipamento.

- Potássio corporal total: esse método segue o modelo de 2-C com um procedimento similar a DXA, exceto pela fonte de energia utilizada ser a de raios gama. O potássio corporal total baseia-se no conceito que 90% de todo o elemento está localizado no interior do músculo e seu isótopo potássio-40, presente naturalmente, emite radiação gama detectável. O método, além de pouca disponibilidade no mundo e alto custo, necessita de preparação especial dos avaliados, como o caso de um banho antes da avaliação para remoção de possíveis contaminações radioativas atmosféricas, além de um medidor construído e ajustado com múltiplos detectores (ELLIS, 2000; MONTEIRO; FERNANDES FILHO, 2002).
- Absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA): ver tópico 2.3.1.

A fim de tornar a avaliação da CC acessível a grandes grupos populacionais, foram criados métodos alternativos, duplamente-indiretos, de baixo custo, fácil aplicação e interpretação (RIPKA et al., 2011; SILVA et al., 2013). Embora não sejam métodos tão precisos (PETROSKI, 2007; SILVA et al., 2013), inúmeros estudos encontraram boas correlações com os procedimentos de avaliação laboratoriais por PH e DXA, viabilizando sua utilização (LINTSI; KAARMA; KULL, 2004; NOVACK, 2011; SANGALI et al., 2012; HUSSAIN et al., 2014).

Os métodos duplamente-indiretos apóiam-se em informações coletadas dos sujeitos e inseridas em modelos matemáticos, que predizem variáveis da CC. A minimização dos erros destes métodos está na utilização de um equipamento adequado, treinamento do avaliador e, principalmente, uma escolha adequada da equação a ser aplicada (CLARYS; PROVYN; MARFELL-JONES, 2005; POLLOCK; WILMORE, 2009; GUEDES, 2013). Das técnicas mais utilizadas destacam-se:

- Análise de impedância bioelétrica (BIA): trata-se de um dos métodos não invasivos mais comercializado no mundo para avaliação da CC. A técnica utiliza corrente elétrica de baixa intensidade para seu funcionamento e baseia-se na impedância corporal, que varia de acordo com os tecidos corporais. O método não permite a avaliação direta da gordura corporal, a qual é determinada por equações matemáticas (PETROSKI, 2007). Fatores como

os níveis de hidratação, temperatura cutânea, metais presentes no corpo podem influenciar diretamente na qualidade dos resultados (SILVA et al., 2013). O método apresenta pouca validade na avaliação da gordura corporal quando não há cooperação do avaliado na preparação para o exame, apresenta uma grande variedade de equipamentos, além de necessitar de equações para estimativa da CC (MARKS et al., 2015).

- Índice de Massa Corporal (IMC): obtido pela razão da massa corporal (kg) pela estatura (m) ao quadrado, é considerado pela OMS como um indicador útil para fins epidemiológicos e em situações de falta de equipamentos para a detecção de obesidade. Porém esta técnica não apresenta forte correlação com a gordura corporal (ACSM, 2003), além de, utilizar esse método como ferramenta única na detecção de anormalidade em uma população que possui elevada intensidade na prática de exercícios físicos é bastante inconveniente, devido ao método não conseguir diferenciar MG de MIG (WITT; BUSH, 2005; GUEDES, 2013). Além disso, significativas discordâncias têm sido observadas na categorização do estado nutricional a partir do IMC, em comparação com a DXA, especialmente para indivíduos com sobrepeso e obesidade (RYDER et al., 2016).

- Medidas de circunferências: entre as mais utilizadas destaca-se a medida da cintura. Quanto ao local anatômico, a circunferência da cintura tem como base uma linha horizontal, aproximadamente 2,5 cm acima da cicatriz umbilical ou à região mais estreita entre o torácico e o quadril (ACSM, 2006). Essa mensuração é utilizada para relacionar o risco do acúmulo de gordura na região abdominal com complicações cardiovasculares (BACOPOULOU et al., 2015). O método, mesmo não analisando a gordura corporal total, possui elevada correlação com a DXA, principalmente para o gênero feminino (DANIELS; KHOURY; MORRISON, 2000; FLAVEL et al., 2012). Dentro desse contexto, ainda é possível encontrar associações da circunferência da cintura com outras variáveis para a criação de índices, tais como: a relação entre a circunferência da cintura com a do quadril e o índice cintura-estatura, todos com objetivo de predizer fatores de risco relacionado ao sobrepeso ou obesidade (SANT'ANNA; PRIORE; FRANCESCHINI, 2009; MACHADO-RODRIGUES et al., 2016).

- Dobras Cutâneas (DC): ver tópico 2.3.3.

Perante a grande quantidade de maneiras de avaliar a CC, ressalta-se que não existe técnica ideal. Cabe ao avaliador ponderar a tomada de decisão baseada no seu objetivo e nas vantagens e desvantagens de cada método.

2.3.1 Absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA)

A técnica de absorciometria de raios-X de dupla energia (DXA) foi incluída como forma de avaliação indireta da CC na década de 80 (TOOMBS et al., 2012). Seu funcionamento, amplamente utilizado para avaliação de osteopenia e osteoporose, baseia-se na medida de atenuação de fótons, gerados por fontes de raios-X, em tecidos de baixa e alta densidade (PIETROBELLI et al., 1996). Tecidos de baixa densidade, também chamados de tecidos moles, permitem uma maior passagem de fótons quando comparados ao tecido de alta densidade (ósseo). Desta forma, as diferenças de atenuação possibilitam o fracionamento da CC em gordura, tecido magro não ósseo e mineral ósseo (MONTEIRO; FERNANDES FILHO, 2002). Tipicamente, a energia produzida pelos fótons está na ordem de 40 e 70 keV (SILVA; FIELDS; SARDINHA, 2013).

A DXA é um método de 3-C que fraciona o corpo em MG, MO e MIG. Apesar do método não conseguir avaliar a água corporal total e esta ser considerada como uma variável constante nos indivíduos, a técnica possui forte correlação com outros métodos de referência, como a tomografia computadorizada na avaliação da gordura corporal (KANG et al., 2011; FOO et al., 2013). A elevada qualidade de avaliação da DXA a proporção de MG e MIG para cada pixel obtido

Os aparelhos de DXA são divididos em dois tipos básicos: *pencil-beam* e *fan-beam*. Para o *pencil-beam*, é adotado um par de feixes de raios-X em um processo de varredura linear, ponto-a-ponto. Já os equipamentos com funcionamento *fan-beam* permitem varredura linha-a-linha com uma geometria em forma de leque, tornando-o mais rápido em comparação ao *pencil-beam*, além de apresentar uma melhor resolução de imagem (COLE; MOSSMAN; MCCLUNG, 2006) (figura 4). Além disso, mesmo não havendo padronização da utilização, o funcionamento do *fan-beam* tem sido recomendado como o mais indicado para a avaliação da CC, por apresentar mais definição da CMO (MACHADO, 2009).

Outro pressuposto do funcionamento da DXA para a avaliação da CC está na capacidade da tecnologia analisar tecidos de baixa e alta densidade simultaneamente, o que acarreta numa redução do erro de estimativa da gordura corporal (MACHADO, 2009).

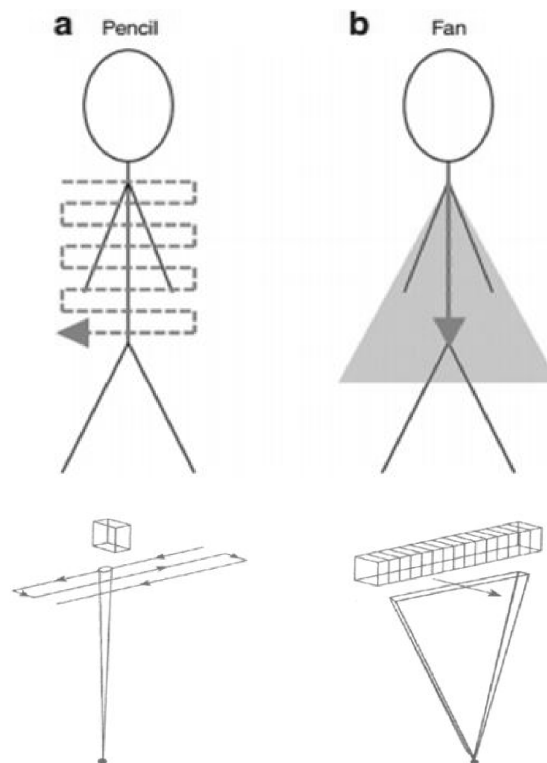


Figura 4 – Ilustração das formas de varredura do tipo (a) *pencil-beam* e (b) *fan-beam* por DXA.
 Fonte: Adaptado de Toombs et al. (2012 p.31) e SMN (2000 p.68).

Apesar de expor o avaliado a uma fonte de raios-X, pode ser utilizada em populações de todas as idades (LOHMAN; CHEN, 2005; HUSSAIN et al., 2014). A dose de radiação efetiva de um DXA varia entre 1 a $5\mu\text{Sv}$, dependendo do equipamento utilizado e da velocidade de varredura (HELBA; BINKOVITZ, 2009). Ressalta-se que esta emissão é equivalente à radiação natural que se tem no meio ambiente (5 a $8\mu\text{Sv}$), podendo também ser comparada à emissão de um exame de raios-X dentário (ALBANESE; DIESSEL; GENANT, 2003; RECH et al., 2007).

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), órgão responsável pelas normas e regulamentos em radioproteção, aponta que doses até 1mSv , no período de um ano são consideradas aceitáveis, podendo chegar ao valor de até 5mSv .

A tecnologia da DXA possui vasta literatura mundial, sendo testada e validada nas mais diversas populações em diferentes faixas etárias e tornando-se reconhecida como um método de referência na análise da CC (HEYMSFIELD et al., 1990; PRIOR et al., 1997; VISSER et al., 1999; ALBANESE; DIESSEL; GENANT, 2003; LINTSI; KAARMA; KULL, 2004; LOHMAN; CHEN, 2005; SCHOELLER et al., 2005; RECH et al., 2007; EISENMANN; HEELAN; WELK, 2012; TOOMBS et al., 2012; BAZZOCCHI et al., 2014; DENTON; KARPE, 2016; VERDUIN et al., 2016).

Heymsfield et al. (1990), em um estudo clássico, compararam a análise da CC por DXA com o modelo de 4-C por ativação de nêutrons, análise mais precisa para estudo da CC *in vivo*, em 31 adultos saudáveis. Os resultados apontaram que a DXA apresentou margem de erro de aproximadamente 1,6% para estimativa da MG comparada à 4-C.

Kuriyanet et al. (2014), por sua vez, avaliaram a acurácia, precisão e viés da estimativa da MG pelas técnicas de DXA, BIA, DC e pletismografia em relação a um método de referência de 4-C. No estudo foram avaliados 39 adultos com idade entre 20-40 anos, os resultados apontaram que a DXA forneceu as estimativas de MG com menor viés e com ligeira superestimação dos valores em comparação aos demais métodos.

Williams et al. (2006) compararam a acurácia da DXA, com um modelo de 4-C baseado na diluição de deutério, para estimativa da MG e MIG em 215 sujeitos com idades entre 5-21 anos. Os autores apresentaram dados mistos, onde foi detectada superestimação para a MG em homens e mulheres adultos, assim como para crianças obesas e subestimação em crianças não obesas.

A superestimação também foi detectada por Svendsen et al. (1993) ao executarem uma análise de CC direta em sete porcos, contudo os autores apontaram que o erro padrão de estimativa (EPE) ficou abaixo de 3% (1,9kg) associada a uma correlação $r > 0,97$, valor aceitável para um método de referência (MACHADO, 2009). Baixos EPE também foram encontrados por Prior et al. (1997) (EPE = 2,8%) ao avaliarem 172 jovens com idades entre 19 e 22 anos e por Van der Ploeg et al. (2003) (EPE = 1,6%) que avaliaram 152 indivíduos de ambos os sexos, entre 18 e 59 anos.

Em síntese, podem-se destacar alguns pontos fortes e fracos do método da DXA. Entre os fortes, trata-se de um método não invasivo; relativamente rápido; não necessita de preparo especial dos avaliados; mensura três compartimentos corporais; possui alta precisão e não exige cooperação do avaliado. Quanto aos pontos fracos: custo relativamente alto; exposição à radiação, mesmo que baixa; impossibilidade de mensurar a água corporal; grandes variações de hidratação podem alterar os resultados, como no caso de pacientes com complicações agudas ou crônicas relacionadas à água corporal.

2.3.2 Aplicação da DXA em crianças e adolescentes

A aplicabilidade da DXA para crianças e adolescentes também já foi amplamente discutida na literatura, sendo considerado como um ótimo método para estimativa da CC (ELBERG et al., 2004; LOHMAN; CHEN, 2005; HUSSAIN et al., 2014).

Machado (2009) apontou a DXA como uma alternativa de grande potencial para estudos da CC, pois, além da baixa exposição radiológica e praticidade, o método permite uma avaliação de multicomponentes em crianças.

Um estudo realizado em 411 crianças e adolescentes com idades entre seis e 18 anos, com objetivo de comparar o %G medido por DXA e o modelo de 4-C, encontrou valores de coeficiente de determinação igual a 0,85 com erro padrão estimado de 3,6%. O método apresentou valores superestimados para DXA nos indivíduos com alto %G e subestimados em indivíduos com baixo %G pela DXA, ambos dentro dos limites de tolerância (SOPHER et al., 2004). Resultados semelhantes foram relatados por Williams et al. (2006) e por Wells et al. (2010).

Já Wong et al. (2002) testaram a concordância na predição do %G entre a DXA com o modelo de 4-C em meninas com idade média de $13 \pm 1,9$ anos. Os resultados apontaram uma superestimação média de gordura de 3,9%. Os achados justificam-se, segundo os autores, pelo valor constante adotado pelo *software* da DXA para hidratação dos tecidos magros (73%). Tais valores podem ser adotados para adultos, mas apresentam limitações para adolescentes, pois esse valor pode variar de 67% a 85% de acordo com características individuais (HELBA; BINKOVITZ, 2009).

Silva et al. (2013) realizaram uma revisão sistemática em 12 pesquisas que envolviam os métodos de avaliação da MG em crianças e adolescentes. No estudo é apontando que, de maneira geral, a DXA tende a subestimar a MG quando comparado a outros métodos nesta população. Os autores relataram que o método deve ser usado com precauções, pois variáveis como: sexo, etnia e tipo de equipamento utilizado podem influenciar os resultados. Contudo, mesmo o modelo 4-C que é reconhecidamente o melhor método para avaliação da composição corporal na visão dos autores, apresenta limitações quanto a sua utilização em populações jovens, pois a maioria das equações foi desenvolvida para serem aplicadas em adultos.

Testolin et al. (2000) defendem que os erros encontrados neste método são pequenos e sem impacto significativo na prática clínica ou de pesquisa. Além disso, destacam-se sua

praticidade, rapidez e a facilidade de execução em comparação com outras técnicas laboratoriais (WELLS et al., 2010; KURIYAN; THOMAS; ASHOK, 2014).

Nota-se que a utilização da tecnologia da DXA, mesmo que apresentando limitações, a credenciam como método indireto de referência. Por fim, Rech et al. (2007) apontam que esta é uma técnica que está em constante aperfeiçoamento para buscar a diminuição de erros de predição. Um exemplo disso foi uma atualização dos sistemas de DXA, com dados do NHANES (*National Health and Nutrition Examination Survey* – conduzido pelo *U.S. Centers for Disease Control's*) que incluiu a avaliação de mais de 20 mil participantes para redução dos erros do equipamento (KELLY; WILSON; HEYMSFIELD, 2009).

2.3.3 Dobras cutâneas (DC)

A avaliação antropométrica pelas DC é considerada um dos métodos de mensuração da gordura corporal mais utilizado na área médica, ocupacional e ciências do esporte (CLARYS; PROVYN; MARFELL-JONES, 2005). O método parte do princípio que uma grande porção de gordura corporal localiza-se no tecido subcutâneo (40-60%), e, essa possui relação com a densidade corporal (Dc) (MORENO et al., 2003; SANT'ANNA; PRIORE; FRANCESCHINI, 2009; TENÓRIO et al., 2012).

Desta forma, a estimativa da CC neste método se dá pela medição da espessura de duas camadas de pele e a gordura subcutânea adjacente em diferentes regiões do corpo com a utilização de um plicômetro. Ressalta que a validação deste método foi feito a partir de estudos em cadáveres e a análise da relação estatística entre o local da incisão e o local onde foi utilizado o compasso (CLARYS; PROVYN; MARFELL-JONES, 2005).

A partir dos valores coletados é possível estimar a Dc, MIG, MG ou %G com o uso de equações de regressão específicas ou generalizadas (tópico 2.4), ou considerar a espessura da DC das diferentes regiões aferidas, procurando acompanhar a distribuição de gordura.

A figura 5 ilustra um corte transversal da região do braço que permite verificar a disposição da gordura no tecido subcutâneo. Já a figura 6 mostra um modelo de compasso utilizado para a avaliação pelo método de DC.

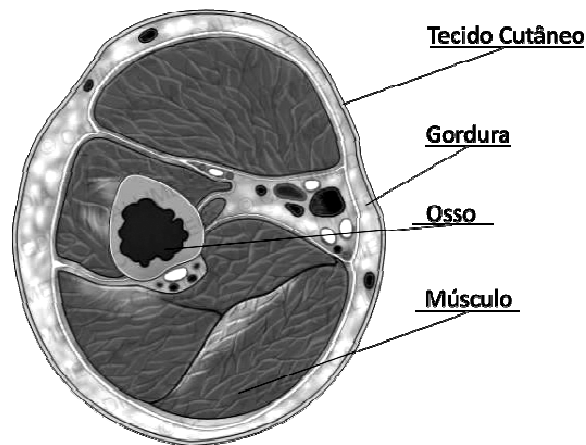


Figura 5 – Ilustração de um corte transversal do braço para identificação das camadas de gordura, músculo e osso.

Fonte: Adaptado de Wilmore, Costill e Kennedy (2013).



Figura 6 – Modelo de plicômetro científico para avaliação por DC.

Fonte: Próprio autor.

Este método de avaliação é um dos mais adotados na prática clínica e em estudos epidemiológicos devido ao seu baixo custo, praticidade e elevada precisão (SANT'ANNA; PRIORE; FRANCESCHINI, 2009; SILVA et al., 2013). Contudo, trata-se de um dos métodos muito suscetíveis a erros, isso porque a qualidade do equipamento utilizado, somado ao nível de treinamento do avaliador e a escolha da equação podem deturpar os resultados (BORGES 2014). Guedes (2013, p. 9) em um estudo de revisão crítica sobre o uso de técnicas e protocolos para avaliação da CC corrobora com a literatura e ressalta que o “nível de exatidão e de precisão das medidas de espessura das dobras cutâneas depende do tipo de compasso utilizado, da familiarização dos avaliadores com as técnicas de medida e da perfeita identificação do ponto anatômico a ser medido”.

Para a população pediátrica, o método de DC já foi amplamente testado. Daniels, Khoury e Morisson (2000) encontraram correlação de $r = 0,80$ na avaliação de 201 crianças e

adolescentes (sete a 17 anos) por DC e o método da DXA como referência. Corroborando com esse apontamento, Hussain et al. (2014) avaliaram 99 crianças com idades entre nove e 19 anos em um estudo analítico para determinar a correlação entre DXA e DC para estimativa da MG. Os autores descrevem elevados valores de correlação ($r > 0,85$).

Midorikawa et al. (2011) relatam, em um estudo com 127 crianças (6 -12 anos), valores de $R^2 = 0,91$ entre a avaliação da MG por DXA e DC. No estudo os autores apontam que o modelo de DC tende a subestimar os valores para crianças obesas. A limitação desta técnica para indivíduos obesos também é apontada por Jackson e Pollock (1985), Machado (2012) e Silva et al. (2013), em função da dificuldade de separar a gordura do músculo.

Wohlfahrt-Veje et al. (2014) realizaram uma ampla pesquisa para criação de curvas de referência para o %G por DXA e DC, além de comparar os dois métodos. Ao todo, foram avaliadas 2647 crianças (8-14 anos). O método de DC resultou em uma alta correlação com o DXA ($r = 0,860$), com níveis de sensibilidade e especificidade de 79,5 e 93,8, respectivamente.

2.4 EQUAÇÕES ESPECÍFICAS E GENERALIZADAS PARA COMPOSIÇÃO CORPORAL

Por tratar-se de um método duplamente indireto, a avaliação por DC necessita da aplicação dos valores medidos em equações de regressão existentes para a estimativa da CC. As equações para predição podem ser classificadas de duas maneiras: específicas e generalizadas. As equações específicas são desenvolvidas a partir de regressões lineares, com populações homogêneas e pequenas, o que as tornam limitadas na aplicação. As equações generalizadas, por sua vez, são desenvolvidas a partir de grupos heterogêneos, geralmente baseadas em modelos quadráticos e permitem avaliação de uma larga faixa populacional (HEYWARD; WAGNER, 2004; QUEIROGA, 2005; PETROSKI, 2007).

As primeiras equações de regressão foram desenvolvidas nas décadas de 50 e 60, para populações específicas (BROŽEK; KEYS, 1951; DURIN; RAHAMAN, 1967). Brožek e Keys (1951), pioneiros no estudo de DC e sua relação com Dc, desenvolveram duas equações, uma baseada em três medidas de DC e outra baseada em três medidas juntamente com a massa corporal. No estudo foram utilizadas duas amostras: a primeira composta por 133 jovens com idade média de 20 anos ($r = 0,87$) e a segunda com 122 homens de idade

média = 49,2 anos ($r = 0,74$). Mesmo na década de 50 já se evidenciava a necessidade de diferentes equações para diferentes populações.

Na década de 70, com novas relações estatísticas, criam-se as primeiras equações generalizadas, entre elas a dos autores Durnin e Womersley (1974) e dos autores Jackson e Pollock (1978), sendo aquela desenvolvida com 209 homens e 272 mulheres (idades entre 16 a 72 anos) e esta com 403 homens (idades entre 18 e 61 anos).

No Brasil, Guedes (1985) e Petroski (1995) foram precursores na elaboração de equações para homens e mulheres adultos, abrindo caminho para diversas outras (RODRIGUES AÑES; PIRES NETO, 1999; YONAMINE; PIRES-NETO, 2000; SALEM; PIRES NETO; WAISSMANN, 2007).

Petroski (1995) aponta em sua tese, que a utilização de equações desenvolvidas em amostras pequenas (inferior a 200 indivíduos) devem ser vistas com cautela, assim como aquelas sem testes de validade. Tal ressalva, deve-se ao fato que o uso indiscriminado de equações baseadas em DC, sem validade ou baseadas em populações diferentes, causam imensuráveis erros de estimativa da CC e interpretações equivocadas do estado nutricional do avaliado.

Para população pediátrica, Parizoka (1961) e Durnin e Rahman (1967) foram os primeiros autores a relatarem modelos de equações para avaliação da CC. No estudo de Durnin e Rahman, foram avaliados 86 adolescentes de ambos os sexos, com idades de 12 a 16 anos, além de 105 adultos jovens. Ao final concluiu-se, como já apontado anteriormente, que há necessidade de diferentes equações para adolescentes e adultos.

Mukherjee e Roche (1984) e Lohman (1986) deram sequência ao aprimoramento das equações de regressão para estimativa do %G de crianças. Lohman (1986), em uma revisão crítica de uma dezena de equações para a avaliação da CC, apresentou um modelo próprio baseado nas DC do Tríceps (TR) e Subescapular (SB), para crianças e jovens de seis a 16 anos, a qual é utilizada até os dias de hoje, equação (1):

$$\%G = 1,35 (TR + SB) - 0,012 (TR + SB)^2 - C \quad (1)$$

Nesta equação os valores de DC são colocados em milímetros e considera-se uma constante (C) de ajuste por idade e sexo (ANEXO A). Na década de 90, pesquisadores brasileiros propuseram novos valores de C, adaptados especificamente para cada idade e etnia (ANEXO B) (PIRES NETO; PETROSKI, 1996).

Contudo, foi em 1988 que Slaughter et al. propuseram equações de regressão buscando minimizar ao máximo erros presentes nos modelos matemáticos anteriores para estimativa do %G de crianças e adolescentes baseados em um modelo de 4-C (SLAUGHTER et al., 1988). No estudo foram utilizadas as técnicas de diluição de deutério para cálculo do volume total de água, além da PH e absorciometria de fótons para obtenção dos valores da Dc e do conteúdo mineral ósseo (CMO), respectivamente. Para a técnica de DC, nove pontos anatômicos foram medidos em 310 sujeitos com idades entre oito-29 anos, divididos da seguinte maneira: 66 crianças pré-púberes (50 meninos e 16 meninas); 59 púberes (30 meninos e 29 meninas); 117 pós-púberes (58 meninos e 59 meninas) e 68 adultos (36 homens e 32 mulheres). Ao final, os autores apresentaram uma série de equações para predição do %G em crianças e adolescentes entre oito e 18 anos (tabela 1).

Tabela 1 – Equações de regressão propostas por Slaughter et al. (1988) para cálculo do percentual de gordura (%G) para crianças e adolescentes (8 – 18 anos).

Gênero	População	n	Etnia	Equação
Masculino	Pré-Púberes	50	Branca	$%G = 1,21(TR+SB) - 0,008 (TR+SB)^2 - 1,7$
			Negra	$%G = 1,21(TR+SB) - 0,008 (TR+SB)^2 - 3,2$
	Púberes	16	Branca	$%G = 1,21(TR+SB) - 0,008 (TR+SB)^2 - 3,4$
			Negra	$%G = 1,21(TR+SB) - 0,008 (TR+SB)^2 - 5,2$
	Pós-Púberes	58	Branca	$%G = 1,21(TR+SB) - 0,008 (TR+SB)^2 - 5,5$
			Negra	$%G = 1,21(TR+SB) - 0,008 (TR+SB)^2 - 6,8$
	Geral (TR + SB) >35 mm	138		$%G = 0,735 (TR+PT) + 1,0$
			$%G = 0,783 (TR+SB) + 1,6$	
Feminino	Geral A		$%G = 1,33(TR+SB) - 0,013 (TR+SB)^2 - 2,5$	
	Geral B	104	$%G = 0,610 (TR+PT) + 5,1$	
	(TR + SB) >35mm		$%G = 0,546 (TR+SB) + 9,7$	

Define-se: dobra cutânea do tríceps em mm (TR); dobra cutânea subescapular em mm (SB); dobra cutânea da panturrilha em mm (PT); percentual de gordura (%G).

Além das equações propostas por Slaughter et al. (1988), na tabela 2 são apresentadas outras equações para cálculo da Dc ou %G baseados no método de DC presentes na literatura.

Tabela 2 – Equações de regressão para estimativa da Densidade Corporal (Dc) e Percentual de Gordura (%G) em adolescentes.

Autores	População	n	Gênero	Equação
Lohman <i>et al</i> (1984)	Pós-Púberes	211	M e F	$\%G = 530/Dc - 489$
Weststrate e Deurenberg (1989)	10 - 18 anos	170	M	$\%G = [562-4,2 (I - 2)] / Dc - [525-4,7 (I -2)]$
		208	F	$\%G = [553-7,3 I - 10)] / Dc - [514-8 (I -10)]$
Brook (1971)	1 -11 anos	12	M	$Dc = 1,1690 - 0,0788 [\text{Log}(\text{BI}+\text{TR}+\text{SB}+\text{SI})]$
		11	F	$Dc = 1,2063 - 0,0999 [\text{Log}(\text{BI}+\text{TR}+\text{SB}+\text{SI})]$
Durnin; Rahaman (1967)	13 - 15,9 anos	48	M	$Dc = 1,1533 - 0,0643 [\text{Log}(\text{BI}+\text{TR}+\text{SB}+\text{SI})]$
		38	F	$Dc = 1,1369-0,0598 [\text{Log}(\text{BI}+\text{TR}+\text{SB}+\text{SI})]$
Durnin; Womersley (1974)	16 - 19,9 anos	24	M	$Dc = 1,162 - 0,063 [\text{Log}(\text{BI}+\text{TR}+\text{SB}+\text{SI})]$
		29	F	$Dc = 1,1549 - 0,0678 [\text{Log}(\text{BI}+\text{TR}+\text{SB}+\text{SI})]$
Lohman (1986)	6 – 16 anos	-	M	$\% G = 1,35(\text{TR}+\text{SB}) - 0,012(\text{TR}+\text{SB})^2 - 4,4$
		-	F	$\%G = 1,35(\text{TR}+\text{SB}) - 0,012(\text{TR}+\text{SB})^2 -2,4$
Johnston et al. (1988)	8 - 14 anos	140	M	$Dc = 1,144 - 0,06 [\text{Log}(\text{BI}+\text{TR}+\text{SB}+\text{SI})]$
		168	F	$Dc = 1,166 - 0,07 [\text{Log}(\text{BI}+\text{TR}+\text{SB}+\text{SI})]$
Deurenberg; Pietters; Hautvast (1990)	Púberes	35	M	$Dc = 1,0555 -0,0352 [\text{Log}(\text{BI}+\text{TR}+\text{SB}+\text{SI})] + 3,8$
		76	F	$Dc = 1,1074 -0,0504 [\text{Log}(\text{BI}+\text{TR}+\text{SB}+\text{SI})] + 1,6$
Deurenberg; Weststrate; Seidell (1991)	Pós-Púberes	21	M	$Dc = 1,1324 - 0,0429 [\text{Log}(\text{BI}+\text{TR}+\text{SB}+\text{SI})]$
		34	F	$Dc = 1,183 - 0,0813 [\text{Log}(\text{BI}+\text{TR}+\text{SB}+\text{SI})]$
Sarría et al. (1998)	< 15 anos	480	M/F	$\%G = 1,51(\text{IMC}) - 0,70(\text{I}) - 3,6(\text{G}) + 1,4$
		170	M/F	$\%G = 1,2(\text{IMC}) + 0,23(\text{I}) - 10,8(\text{G}) - 5,4$
Flavel et al. (2012)	≥ 15anos	81	M	$Dc = 1,1516 - 0,0658 [\text{Log}(\text{BI}+\text{TR}+\text{SB}+\text{SI})]$
		58	M	$Dc = 1,169 - 0,0693 [\text{Log}(\text{BI}+\text{TR}+\text{SB}+\text{SI})]$
Flavel et al. (2012)	11 - 13,9 anos	33	F	$\%G = 11,03 + 0,93(\text{IMC}) + 0,30(\text{C}) - 0,24(\text{E}) + 0,48(\text{PT}) + 0,07(\text{Q})$
		37	M	$\%G = 1,09 -0,63 (\text{TR}) + 0,36 (\text{CX}) + 0,50 (\text{SI}) - 0,16 (\text{AB}) + 0,33 (\text{BI})$

Define-se: masculino (M); feminino (F); densidade corporal (Dc); dobra cutânea do bíceps em mm (BI); dobra cutânea do tríceps em mm (TR); dobra cutânea subescapular em mm (SB); dobra cutânea da coxa em mm (CX); dobra cutânea suprailíaca em mm (SI); idade em anos (I); índice de massa corporal (IMC); estatura em m (E); circunferência da cintura em cm (C); circunferência do quadril em cm (Q); gênero (G), sendo masculino = 1 e feminino = 0; percentual de gordura (%G).

Na literatura nacional encontrou-se apenas de uma pesquisa com equações para estimativa da CC em adolescentes, proposta por Yonamine (2000). O estudo teve como objetivo desenvolver e validar equações para estimar a massa corporal magra de 93 meninos com idades entre 12 e 14 anos, utilizando-se da PH como método de referência associado com método de BIA, DC e perímetros corporais. No estudo também foi testada a validade dos modelos propostos em uma amostra de 22 meninos. Ao final, o autor concluiu que as equações estão credenciadas para utilização específica em Campo Grande-MS e com a população alvo do estudo, mas recomenda a validação para outras regiões do país.

Na tabela 3 são apresentadas as equações propostas, bem como os valores de r , R^2 e EPE. Para o autor, o termo massa corporal magra (MCM) é aquela que inclui a gordura essencial, podendo ser considerada equivalente ao termo MIG, adotado neste estudo.

Tabela 3 – Equações propostas por Yonamine (2000) para estimativa da massa corporal magra (MCM) em adolescentes brasileiros com idade entre 12 e 14 anos.

Equações	r	R^2	EPE
$MCM = 0,68682 (IR) + 10,93302$	0,905	0,819	2,413
$MCM = 0,1766 (IR) + 0,50517 (MC) + 0,2997(E) - 10,97801$	0,965	0,932	1,847
$MCM = 0,70837 (MC) - 0,01159 (R) + 14,27037$	0,944	0,890	2,346
$MCM = 0,18048 (IR) - 0,52213 (IMC) + 0,72394 (MC) + 8,6774$	0,964	0,930	1,889
$MCM = 0,99325 (MC) - 0,46533 (Pcx) + 16,34502$	0,951	0,905	2,152

Define-se: massa corporal magra (MCM); massa corporal (MC); índice de resistência dado pela avaliação de bioimpedância (IR); estatura (E); índice de massa corporal (IMC); perímetro da coxa (Pcx); resistência elétrica corporal em ohm (R).

Além disso, também é possível encontrar na literatura a análise de um ou dois pontos anatômicos, não como preditor da quantidade de gordura corporal, mas como medida de acompanhamento do sobrepeso ou obesidade ou medidas de comparação com dados de referência. Em geral, a DC do TR e o somatório das medidas de TR e SB, pela fácil avaliação e forte correlação com a DXA são as mais comumente encontradas (WITT; BUSH, 2005; ADDO; HIMES, 2010; JAWORSKI et al., 2012; RAMÍREZ-VÉLEZ et al., 2016).

3 METODOLOGIA

3.1 TIPOLOGIA DA PESQUISA

Esta pesquisa, quanto ao tratamento do problema, é classificada como quantitativa de dimensão transversal, pois recorre-se ao uso de técnicas estatísticas para encontrar relação entre variáveis (GIL, 2002). Cortes transversais auxiliam na representação de instantâneos sobre características abordadas e apresenta vantagens como: objetividade, rapidez, potencial descritivo (COOPER; SCHINDLER, 2016).

Quanto aos objetivos propostos, a pesquisa é classificada como exploratória descritiva, pois com o uso de técnicas pré-determinadas procura-se descrever características sobre determinada população, identificar grupos e, tentar explicar fatores que contribuem para a ocorrência de determinado fenômeno (HORTALE et al., 2010).

Esta pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética e pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, sob protocolo nº 11583113.7.0000.5547 (APÊNDICE A).

3.2 AMOSTRA

Os sujeitos desta pesquisa caracterizaram-se em uma amostra intencional, sendo sua avaliação condicionada à entrega de um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) assinado pelos pais ou responsáveis (APÊNDICE B). O recrutamento se deu em escolas (públicas e privadas) e centros de treinamento esportivo da região metropolitana (composta pela cidade de Curitiba e outros 29 municípios), além de apresentação em telejornais e jornais impressos.

Como critérios de inclusão, puderam participar do estudo, adolescentes do gênero masculino, com idade entre 12 anos a 17 anos e 11 meses; sujeitos que não fizeram uso de medicamentos que contém cálcio; não terem realizado exame de radiografia/tomografia computadorizada nos sete dias que antecedem o teste da DXA.

Para a definição do tamanho da amostra estatisticamente significativa, calculou-se um mínimo de 354 pessoas. Para isso utilizou-se a equação (2) definida por Cochran (1977), onde se especificou um erro amostral de 4,5% sob o nível de confiança de 91% com base em

uma população 82.363 indivíduos obtida através do banco de dados do sistema único de saúde (Datasus) de 2011.

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p (1-p)}{Z^2 \times p (1-p) + e^2 (N-1)} \quad (2)$$

Define-se:

n = amostra calculada;

N = população;

Z = variável normal padronizada associada ao nível de confiança;

P = verdadeira probabilidade o evento;

e = erro amostral.

3.3 AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

As avaliações foram realizadas nos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Curitiba durante o período de 2013-2015. Os dados foram coletados em duas etapas: avaliação antropométrica e avaliação por DXA. Com todos os equipamentos devidamente calibrados.

3.3.1 Avaliação antropométrica

A avaliação antropométrica foi padronizada e seguiu os seguintes passos: obtenção da massa corporal total (MCT) e estatura; mensuração de DC e medidas de diâmetros e circunferências.

Para a MCT, foi utilizada de uma balança mecânica (Filizola, São Paulo, Brasil) com capacidade para até 160 kg e resolução de 100 g. Para tanto, nessa avaliação o sujeito trajava o mínimo de roupa, sendo indicado apenas short. As medidas foram registradas em kg.

Para medida de estatura foi utilizado um estadiômetro acoplado à balança, com resolução de 0,1 cm, onde os indivíduos, com os pés juntos eram solicitados a realizar uma inspiração, a estatura foi determinada na maior distância entre o chão e o vértex da cabeça (MORROW et al., 2003).

Para coleta das DC foi utilizado um plicômetro científico (Cescorf, Porto Alegre, Brasil), devidamente calibrado e com pressão constante igual a 10g/mm². Foram coletadas medidas, em mm, de nove pontos anatômicos: bicipital (BI), tricípital (TR), peitoral (PE), axilar média (AX), subescapular (SB), abdominal (AB), supra-íliaca (SI), coxa medial (CX) e panturrilha (PT). Para localização dos pontos anatômicos foram seguidas as diretrizes propostas pelo *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2006) (ANEXO C). Todas as mensurações foram feitas do lado direito do corpo. Foram realizadas medidas duplicadas em todos os pontos, caso houvesse diferença de 2mm, uma terceira medida era realizada. Ao final, o valor do ponto anatômico, foi o resultado da média aritmética das medidas (ACSM, 2006). O posicionamento anatômico das medidas de DC está ilustrado na figura 7.

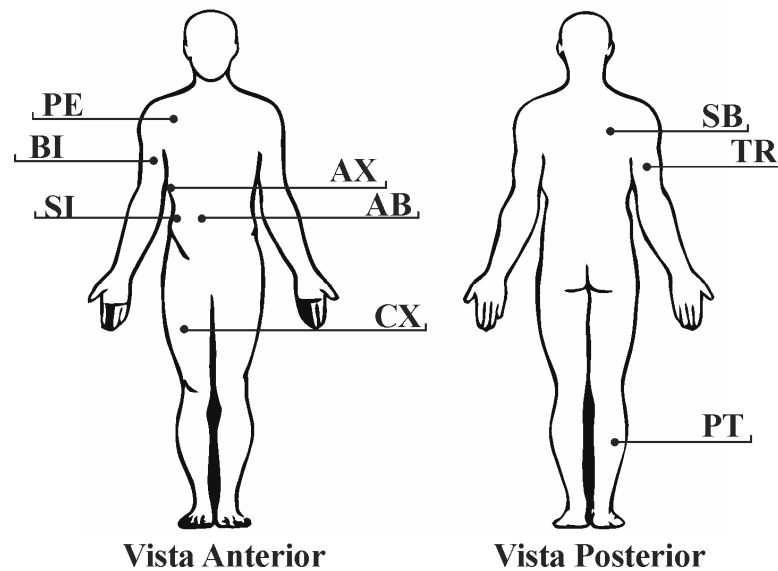


Figura 7 – Posicionamento anatômico das medidas de dobras cutâneas na vista anterior e posterior.
Fonte: Próprio Autor.

Os valores de circunferência coletados foram as medidas de cintura e quadril. Para isso foi utilizada uma fita antropométrica flexível de 2m (Cardiomed, Curitiba, Brasil). A medida da cintura foi definida como a menor circunferência da cintura, habitualmente acima da cicatriz umbilical e abaixo do processo xifóide. O quadril, por sua vez, foi definido como a maior circunferência ao redor do glúteo (ACSM, 2006).

Objetivando assegurar a precisão dos dados de DC, todas as coletas foram realizadas por dois profissionais devidamente treinados e com valores de coleta testados. Para isso foi calculado o erro técnico de medida (ETM). O cálculo do ETM permite verificar o grau de precisão das medidas interavaliador e intra-avaliador (NORTON; OLDS; ALBERNAZ, 2005). O cálculo do ETM deu-se com a avaliação de cinco sujeitos de forma duplicada, por

ambos os avaliadores, a diferença entre as duas medidas de cada ponto anatômico foi aplicada na equação (3), para cálculo do ETM intra-avaliador (PERINI et al., 2005).

$$ETM = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}} \quad (3)$$

Define-se:

ETM = Erro técnico de medida (valor absoluto)

$\sum d^2$ = somatório dos desvios elevado ao quadrado

n = número de sujeitos

A partir do ETM, também foi calculado o valor do erro em percentual (ETM relativo). Esta medida é correspondente à média total do ponto. Para cálculo do ETM relativo é necessária a obtenção do valor médio da variável (VMV), esse valor é obtido pela média das medidas coletadas em momentos diferentes de cada um dos pontos anatômicos (equação 4).

$$ETM \text{ relativo}(\%) = \frac{ETM}{VMV} \times 100 \quad (4)$$

Define-se:

ETM relativo = Erro técnico de medida, em %

VMV = Valor médio de variável

O cálculo interavaliador foi feito comparando os valores dos dois avaliadores. Ao final obtiveram-se valores médios intra-avaliador de 3,5% e 4,2% e valor médio interavaliador igual a 5,9%. Ressalta-se que para medidas de DC, valores menores de 5% (intra-avaliador) e 7,5% (interavaliador) são considerados aceitáveis (PERINI et al., 2005).

3.3.2 Avaliação por DXA

A avaliação da CC por DXA foi realizada com a utilização de um scanner *Hologic Discovery A* de varredura linear tipo *fan-beam* (Hologic, Inc., Bedford, Estados Unidos da América). O sistema de raios-X com emissão de 100 kVp/140 kVp com sistema detector de elementos múltiplos (HOLOGIC, 2012). Todos os procedimentos da DXA foram feitos por um técnico no equipamento. Nesta avaliação os indivíduos eram posicionados em decúbito dorsal na mesa do próprio *scanner*. Na avaliação, os indivíduos foram instruídos a retirar

todos os artefatos metálicos do corpo como brincos, correntes ou anéis, bem como trajes que possuíssem qualquer tipo de metal. A figura 8 ilustra o *scanner* utilizado.



Figura 8 – Ilustração do equipamento Hologic Discovery A.

Fonte: Hologic (2012)

Cada avaliação de corpo total demorou cerca de 5 minutos com exposição de 0,007 mGy. Após a varredura, o *software* do equipamento forneceu o valor do %G; Massa Isenta de Gordura (MIG) (g); Conteúdo Mineral Ósseo (CMO) (g) e Densidade Mineral Óssea (DMO) (g). O equipamento passava por calibração diária com a utilização de um *phantom* com valores de CMO padronizados, seguindo as recomendações do fabricante. A figura 9 ilustra o resultado apresentado pelo equipamento em uma avaliação de corpo total.

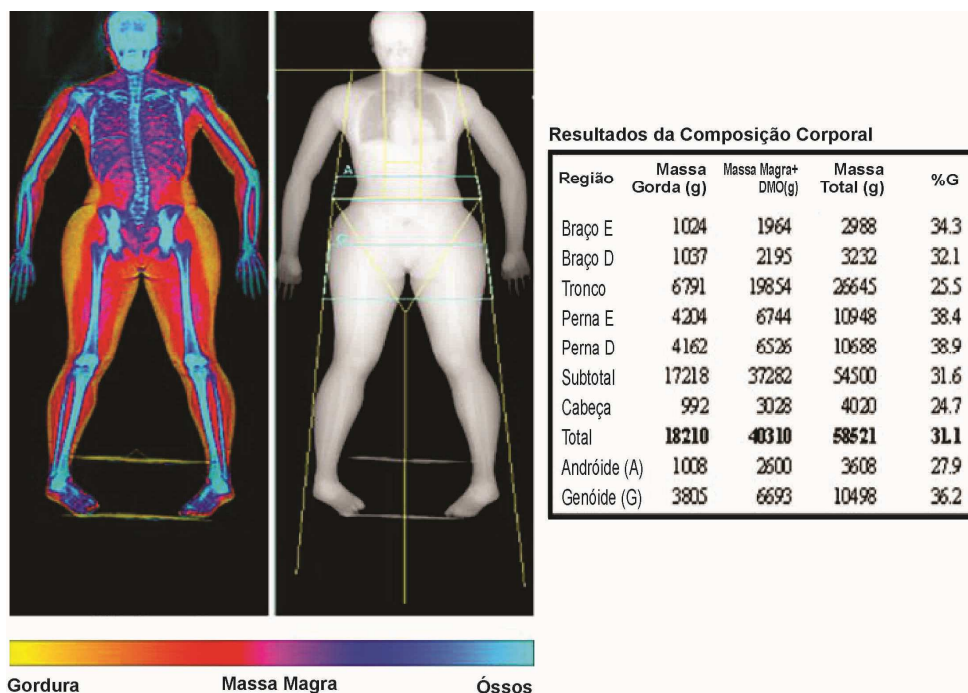


Figura 9 – Modelo de apresentação dos resultados da varredura pela técnica de DXA.

Fonte: Próprio autor.

3.3.3 Classificação do estado nutricional

Para a classificação do estado nutricional dos adolescentes utilizaram-se dois critérios: a) classificação pelo IMC e b) classificação pelo %G.

No IMC foi empregado o critério de sobrepeso aos adolescentes posicionados entre o percentil 85º e o percentil 96,9º; para obesidade o critério foi $IMC \geq$ percentil 97º. A categoria de baixo peso foi definida como de indivíduos com valores de $IMC <$ percentil 3º. Para normalidade ou eutrofismo delimitou-se valores \geq 3º percentil e $<$ 85º percentil (ONIS et al., 2007).

Para o %G foram utilizados valores adaptados dos propostos por Lohman (1993) para a população na adolescência. Os valores estão expostos na tabela 4.

Tabela 4 – Valores de referência para classificação do %G.

Classificação/gênero	Masculino	Feminino
Baixo	6-10%	12-15%
Ótimo	10,1-20%	15,1-25%
Moderadamente Alto	20,1-25%	25,1-30%
Alto	25,1-31%	30,1-35%
Muito Alto	>31%	>35%

Fonte: Adaptado de Lohman (1993).

3.3.4 Avaliação do nível de atividade física, sedentarismo e perfil econômico

Para uma melhor caracterização da amostra foi realizada uma avaliação quanto aos níveis de atividade física e sedentarismo se deu por meio do preenchimento de um questionário adaptado do instrumento IPAQ (*International Physical Activity Questionnaire*) e foi composto por 27 questões. Sete questões foram referentes a temas trabalhistas para os jovens que já exercem alguma função empregatícia. Quatro questões de hábitos alimentares e controle de peso. Duas questões dizem respeito à ocupação em tempo livre. Duas questões sobre percepção de saúde e bem estar. Nove questões sobre atividade física diária e três questões gerais.

As adaptações feitas ao instrumento incluíram uma análise do tempo gasto com televisão, computador e videogames. A atividade física relatada foi classificada como vigorosa, moderada ou leve.

Seguindo as diretrizes da *American Heart Association*, adolescentes que acumularam pelo menos 420 minutos (sete horas) de atividade física moderada ou vigorosa por semana foram rotulados como ativos (SILVA, 2009).

Os hábitos sedentários (televisão, computador e videogame) foram medidos para dias de semana e fins de semana. Foram categorizados como excessivos se excedessem 2 horas/dia (SILVA, 2009).

O perfil econômico foi avaliado através do questionário proposto pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP).

Esse instrumento permite estimar o poder de compra das famílias e assim classificá-las em classes: A1, A2, B1, B2, C1, C2, D e E. Para tal, os avaliados foram convidados a responder nove questões sobre a quantidade de itens que possuíam em casa como: televisor, refrigerador, empregada mensalista, automóvel, banheiro, aparelho DVD (ABEP, 2008) (ANEXO D). Optou-se por agrupar os grupos A1 e A2 em A, B1 e B2 em B e C1 e C2 em C, devido ao tamanho da amostra.

3.4 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

3.4.1 Análise Geral

Para iniciar a análise dos dados, os valores das variáveis coletadas foram submetidos ao teste exploratório de assimetria ou normalidade da distribuição das variáveis, através do teste de *Kolmogorov-Smirnov*. Os dados descritivos foram apresentados em categoria paramétrica (distribuição normal) e não paramétrica (distribuição não-normal).

Utilizaram-se medidas de tendência central e dispersão, específicas para cada categoria, sendo média e desvio padrão para curvas normais e valores de mediana e intervalo interquartil para curvas não-normais.

Para as análises foi adotado como significância estatística o valor de $p < 0,05$ e estas foram realizadas utilizando os pacotes estatísticos *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 17.0 (SPSS Inc. Chicago, IL), o *software GNU Regression, econometrics and*

time-series library (GRET), versão 2016 e o *software LMS Chartmaker Pro*, versão 2.5, (Cambridge, UK)

3.4.2 Medidas de associação

Para quantificar a intensidade e a direção de associação das variáveis foram empregados testes de coeficiente de correlação bivariado e multivariado. Para análise bivariada paramétrica foi aplicado o coeficiente de correlação de *Bravis-Pearson* (r). Este modelo permitiu medir a associação linear entre as medidas antropométricas e de DC com os valores de MG. Nas análises não-paramétricas foi aplicado o teste de correlação de *Spearman* (r_s) (FIELD, 2009).

Utilizou-se como indicador de intensidade os valores de r até 0,399 para correlação fraca; $0,400 \geq r \leq 0,699$ para correlação média e $r \geq 0,700$ para correlação forte (DANCEY; REIDY, 2006).

Também foi aplicada a análise gráfica de diagramas de dispersão para estudo da correlação.

3.4.3 Método LMS para construção percentílica

A construção percentílica foi desenvolvida a partir do método LMS de Cole e Green (1992), onde L representa a curva de assimetria, M a curva da média e S a curva da variação. Esse método é aplicado na construção de curvas de distribuição de variáveis, sendo o %G nesse estudo. O pressuposto do método é que para os dados estudados, a transformação Box-Cox, em cada idade, pode ser empregada para normalizar os dados que apresentam assimetria em sua distribuição.

Os percentis são computados usando-se os valores das três curvas com parâmetros para uma dada idade com a equação (5);

$$C_{100\alpha} = M (1 + L \times S \times Z_{\alpha})^{1/L} \quad (5)$$

Define-se:

z_{α} = α centil para a distribuição

L = Curva de assimetria

M = Curva de média

S = Curva de variação

3.4.4 Teste de regressão linear e critérios de multicolinearidade

Foi empregada uma técnica de regressão linear múltipla *Ordinary Least Square* (OLS) para estabelecer a equação de predição da MG e %G (DISMUKE; LINDROOTH, 2006). As variáveis independentes foram: idade (anos), MCT (kg), estatura (m), circunferência de cintura (cm) e quadril (cm), além de nove DC (mm): BI, TR, PE, AX, SB, AB, SI, CX e PT.

Outro conceito aplicado para o desenvolvimento das equações de regressão deste estudo foi a multicolinearidade. Esta é uma condição onde variáveis independentes possuem elevada correlação entre elas, tornando-se um gerador de erros em modelos de regressão (MAROCO, 2007). Assim, para a inclusão do preditor antropométrico no modelo de regressão, considerou-se primeiramente o maior valor de correlação com a MG; uma vez incluída a primeira variável as demais eram analisadas simultaneamente pela correlação com a MG e a não existência de linearidade com a variável anteriormente selecionada. Para tal, recorreu-se ao teste *Variance Inflation Factor* (VIF), onde variáveis com valores superiores a 10 foram considerados problemas de estimação e foram removidas do modelo.

Em síntese, para a composição das equações, as variáveis foram inicialmente incluídas nos modelos a partir da análise de correlação. Quanto às medidas de DC, estas foram testadas isoladamente e combinadas entre si, de modo a gerar novas variáveis, por exemplo: BI + TR = SOMA2; BI + TR + PE = SOMA3; BI + TR + PE + AX = SOMA4; BI + TR + PE + AX + SB = SOMA5; BI + TR + PE + AX + SB + AB = SOMA 6.

Por fim, as análises de homoscedasticidade dos resíduos dos modelos de regressão foram feitas pela estatística do teste de *White* (LONG; ERVIN, 2000).

A figura 10 ilustra, em fluxograma, os passos para o desenvolvimento dos modelos para a predição da MG (%) dos adolescentes.

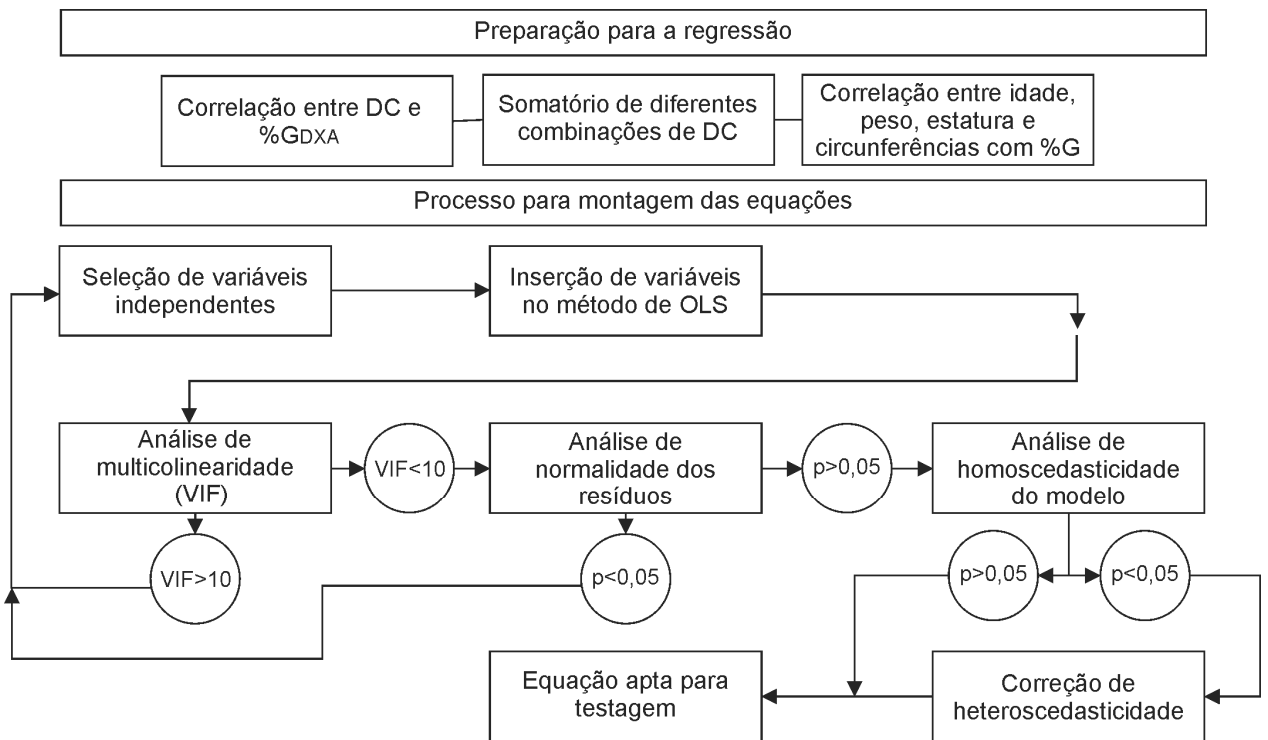


Figura 10 – Fluxograma do processo envolvido para a montagem das equações para predição da massa de gordura (%G). Define-se: dobra cutânea (DC); *ordinary least square* (OLS); *variance inflation factor* (VIF).
Fonte. Próprio autor.

Uma vez estabelecidos os modelos, estes foram testados seguindo critérios: a) análise de concordância; b) análise do menor erro quadrado; c) maior valor de R^2 ; d) verificação de erros independentes; e) praticidade de aplicação do modelo.

3.4.5 Comparação de médias

A existência de diferenças médias das variáveis intergrupos foi verificada com o auxílio do teste t independente quando paramétricos e, o teste *Mann-Whitney* quando não-paramétricos. Nessa categoria de teste foi constatada a existência de diferenças médias das variáveis intragrupos (idades), por sua vez, foi testada pela análise de variância (ANOVA) com teste *post-hoc* de *Tukey* (MAROCO, 2007).

3.4.6 Análise de concordância e validação

Para estudo da concordância entre as equações desenvolvidas com a metodologia de DXA foi empregada a análise gráfica de *Bland-Altman*. Este é um método alternativo à análise de correlação que verifica apenas a associação das variáveis. Para isso foi elaborado um gráfico de dispersão entre as diferenças ($X - Y$) pela média $(X + Y)/2$, dos métodos (HIRAKATA; CAMEY, 2009). O limite superior e inferior do modelo foi definido como a média da diferença $\pm 1,96$ vezes o desvio padrão (BLAND; ALTMAN, 1986).

A validação cruzada das equações propostas foi feita em uma amostra oriunda da população deste estudo, mas que não foi utilizada para o desenvolvimento inicial. Os indivíduos foram selecionados aleatoriamente pelo próprio *software* e representaram 10% de cada categoria de idade. Foram aplicados os testes de *Bland-Altman*, teste t pareado; erro constante (EC) – equação (6); erro total (ET) – equação (7) e erro padrão de estimativa (EPE) – equação (8), conforme apresentados abaixo.

$$EC = G_{dxa} - G_e \quad (6)$$

Define-se:

EC = Erro constante (kg)

G_{dxa} = Massa gorda fornecida por DXA (%)

G_e = Massa gorda estimada (%)

$$ET = \sqrt{\sum \frac{(G_{dxa} - G_e)^2}{n}} \quad (7)$$

Define-se:

ET = Erro total (kg)

G_{dxa} = Massa gorda fornecida por DXA (%)

G_e = Massa gorda estimada (%)

N = Número de indivíduos

$$EPE = s \sqrt{1 - R^2} \quad (8)$$

Define-se:

EPE = Erro padrão de estimativa

s = Desvio padrão

R^2 = Coeficiente de determinação

4 RESULTADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Foram avaliados 416 adolescentes, do sexo masculino, com idade média de $14,85 \pm 1,60$ anos. Na tabela 5 constam os valores descritivos de média e desvio padrão para a amostra utilizada no desenvolvimento dos modelos. Apresenta-se as variáveis de idade (anos), MCT (kg), estatura (m), IMC (kg/m^2), medida de cintura e quadril (cm), bem como os valores do percentual médio de gordura (%G), obtidos por DXA.

Tabela 5 – Valores descritivos para caracterização da amostra quanto à massa de gordura (kg).

Idade (anos)	n	MCT (kg)	Estatura (m)	IMC (kg/m^2)	Quadril (cm)	Cintura (cm)	MG (%)
12	43	$47,20 \pm 12,57$	$1,51 \pm 0,08$	$20,51 \pm 4,70$	$83,03 \pm 9,41$	$67,75 \pm 9,23$	$28,05 \pm 7,29$
13	46	$53,00 \pm 11,19$	$1,62 \pm 0,08$	$20,10 \pm 3,08$	$85,80 \pm 7,56$	$68,98 \pm 8,14$	$23,32 \pm 5,64$
14	89	$59,25 \pm 12,73$	$1,67 \pm 0,08$	$21,02 \pm 3,50$	$88,77 \pm 8,29$	$70,33 \pm 7,52$	$20,12 \pm 5,12$
15	75	$61,58 \pm 8,88$	$1,71 \pm 0,05$	$20,99 \pm 2,53$	$89,90 \pm 6,10$	$70,84 \pm 5,49$	$19,18 \pm 4,11$
16	80	$62,93 \pm 9,33$	$1,73 \pm 0,07$	$20,93 \pm 2,68$	$89,71 \pm 6,33$	$70,96 \pm 6,20$	$18,04 \pm 4,10$
17	83	$68,55 \pm 10,51$	$1,75 \pm 0,06$	$23,03 \pm 6,21$	$93,25 \pm 6,94$	$75,30 \pm 7,36$	$19,36 \pm 4,79$
Geral	416	$60,31 \pm 12,49$	$1,68 \pm 0,10$	$21,25 \pm 4,12$	$89,18 \pm 7,87$	$71,16 \pm 7,51$	$20,57 \pm 5,80$

A caracterização da amostra quanto aos valores médios de MG e MIG obtidos pela DXA estão apresentados nas tabelas 6 e 7, respectivamente. Já, os valores antropométricos das nove medidas de DC, por sua vez, estão apresentados no APÊNDICE C.

Tabela 6 – Valores descritivos para caracterização da amostra quanto à variável de massa de gordura (MG), separados por segmento corporal (kg).

Idade (anos)	n	Braços (kg)		Tronco (kg)		Pernas (kg)		Cabeça (kg)		Total (kg)
12	43	1,71	$\pm 0,84$	5,79	$\pm 3,24$	5,94	$\pm 2,58$	1,07	$\pm 0,26$	$14,51 \pm 6,69$
13	46	1,44	$\pm 0,71$	4,79	$\pm 2,44$	5,60	$\pm 2,25$	1,06	$\pm 0,12$	$12,86 \pm 5,33$
14	89	1,35	$\pm 0,66$	4,92	$\pm 3,30$	5,38	$\pm 2,92$	1,12	$\pm 0,23$	$12,78 \pm 6,81$
15	75	1,34	$\pm 0,50$	4,72	$\pm 1,93$	5,12	$\pm 1,87$	1,12	$\pm 0,12$	$13,09 \pm 6,64$
16	80	1,44	$\pm 1,16$	4,60	$\pm 1,95$	4,82	$\pm 2,12$	1,28	$\pm 0,85$	$12,13 \pm 4,51$
17	83	1,66	$\pm 0,94$	6,23	$\pm 4,15$	5,80	$\pm 3,01$	1,21	$\pm 0,31$	$14,90 \pm 8,21$
Geral	416	1,48	$\pm 0,84$	5,17	$\pm 3,05$	5,40	$\pm 2,54$	1,16	$\pm 0,42$	$13,34 \pm 6,62$

Tabela 7 – Valores descritivos para caracterização da amostra quanto à variável de massa isenta de gordura (MIG), separados por segmento corporal (kg).

Idade (anos)	n	Braços (kg)		Tronco (kg)		Pernas (kg)		Cabeça (kg)		Total (kg)
12	43	3,26	± 0,65	16,07	± 4,02	10,60	± 2,05	2,80	± 0,37	32,99 ± 6,84
13	46	4,15	± 1,07	18,72	± 4,66	13,13	± 2,86	2,76	± 0,40	38,76 ± 8,52
14	89	5,05	± 2,36	21,73	± 4,31	15,49	± 3,04	2,99	± 0,33	45,22 ± 8,39
15	75	5,14	± 1,09	23,09	± 4,51	15,73	± 3,21	2,99	± 0,42	47,52 ± 8,36
16	80	5,50	± 0,98	24,17	± 3,62	16,41	± 2,57	3,08	± 0,23	49,17 ± 6,77
17	83	5,59	± 1,37	25,14	± 5,52	16,38	± 3,54	2,99	± 0,46	50,06 ± 9,31
Geral	416	4,99	± 1,62	22,25	± 5,29	15,15	± 3,48	2,97	± 0,39	45,47 ± 9,71

Quanto ao estado nutricional, feito a partir dos critérios do IMC e do %G, os dados estão apresentados na tabela 8. A principal discrepância foi verificada entre os indivíduos com excesso de peso, onde 38,3% dos adolescentes são considerados com algum excesso de massa gorda de acordo com a classificação a partir do %G, contra 25,8% a partir do IMC. Essa variabilidade de mais de 10% reforça a necessidade de cautela na escolha da forma de classificação.

Tabela 8 – Classificação do estado nutricional dos adolescentes a partir do IMC e do %G

Variáveis	N	%
Classificação por IMC		
Normal	308	74,04
Sobrepeso	80	19,23
Obesidade	28	6,73
Classificação por %G		
Ótimo	256	61,54
Moderadamente Alto	87	20,91
Alto	40	9,62
Muito Alto	33	7,93

Para os níveis econômicos: de acordo com os critérios de classificação da ABEP, 47,4% da amostra é colocada como B. Considerando os extremos 6,5% foi classificada como A e 25,1% para o índice E (figura 11).

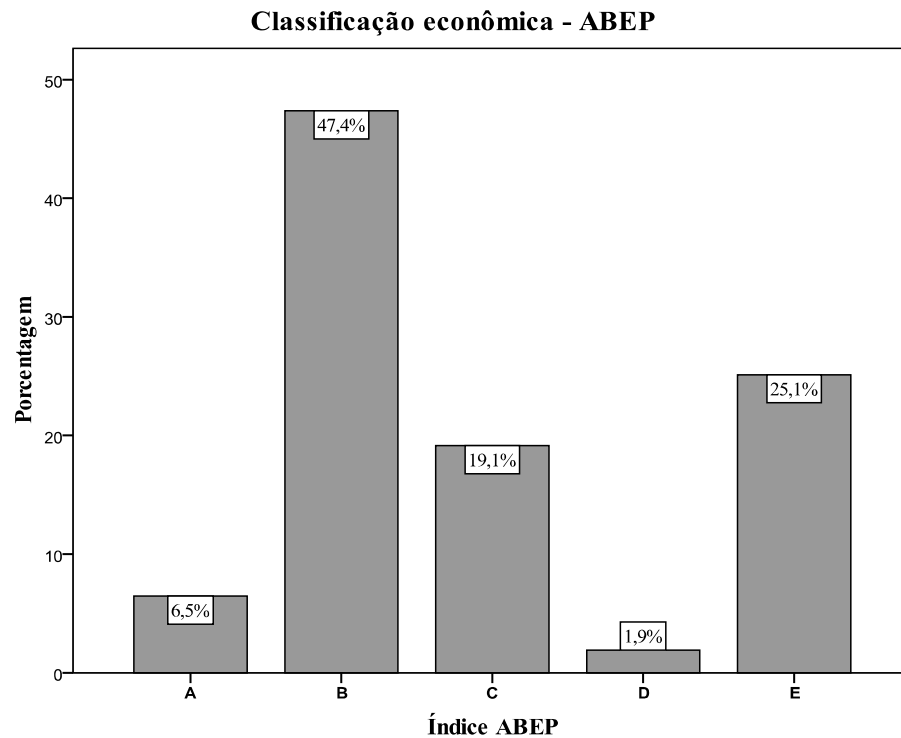


Figura 11 – Gráfico da caracterização econômica da amostra de acordo com o índice ABEP.

Por fim, quanto aos níveis de atividade física, 40,4% dos avaliados apresentam-se como inativos, ou seja, realizam menos de sete horas/semana de atividade física moderada ou vigorosa (figura 12a). O tempo médio semanal despendido com essas atividades ficou em $10,29 \pm 8,58$ horas/semana.

Quanto aos entretenimentos eletrônicos, o tempo médio gasto na semana foi de $11,95 \pm 8,32$ horas. Nesse quesito, 30,4% dos adolescentes foram classificados como sedentários, com dedicação superior a 14 horas/semana em atividades como: televisão, computador e/ou vídeo game (figura 12b).

Além disso, nota-se que os meninos com 12 anos apresentam maiores índices de insuficiência de atividade física (72,1%) e os com 14 anos os maiores índices para suficiência (69,7%). Para os hábitos sedentários os adolescentes com 15 anos registraram os maiores valores para sedentarismo (36%) e os de 12 anos os menores (20,9%).

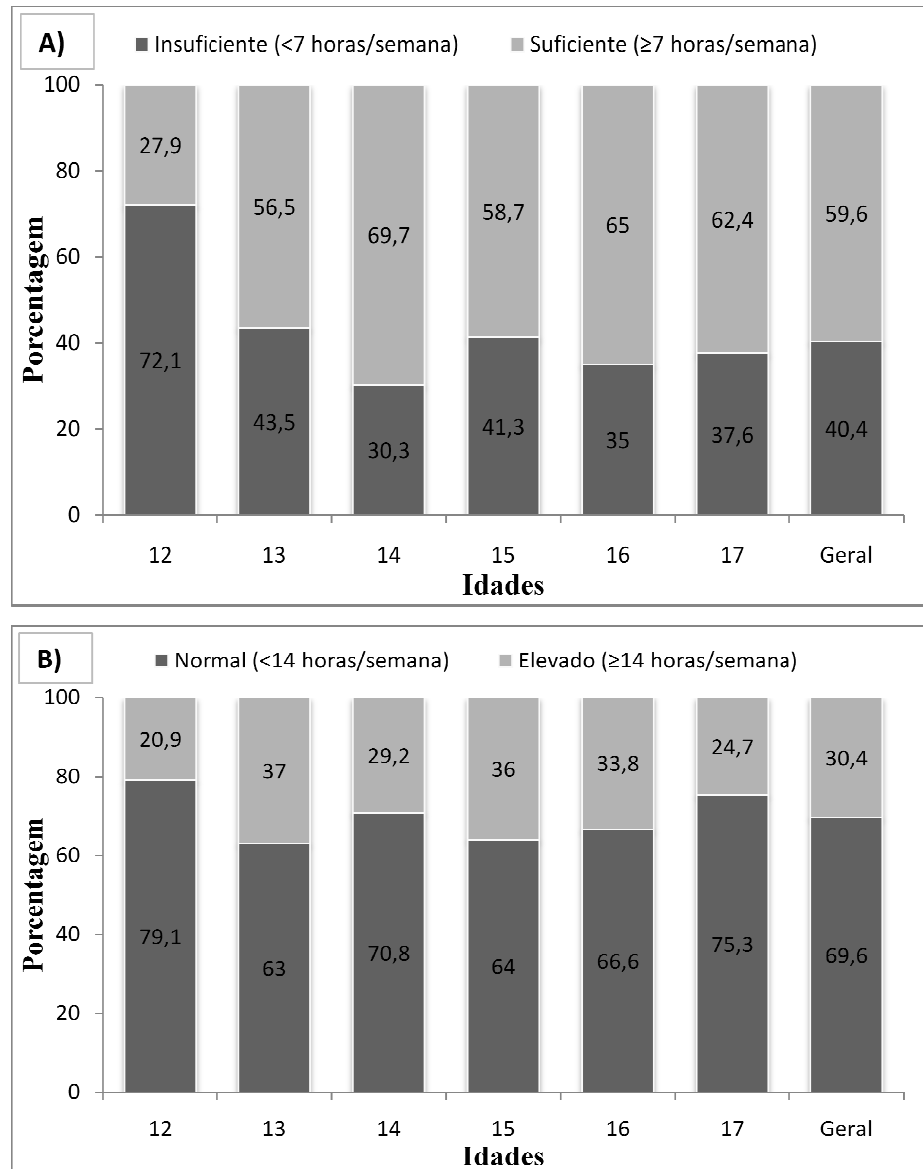


Figura 12 – Distribuição da frequência dos níveis de atividade física (A) e hábitos sedentários (B) de acordo com a idade.

Concluída a apresentação inicial da amostra, serão apresentados dados da análise do impacto da gordura na densidade mineral óssea (DMO) dos adolescentes em resposta a um dos objetivos específicos desta tese.

4.2 IMPACTO DA MASSA GORDA NA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA (DMO)

Este tópico busca compreender o impacto do sobrepeso e da obesidade, avaliada através da massa gorda, na DMO dos adolescentes. Para tal a tabela 9 apresenta as

características da DMO para cada idade e geral. Notam-se diferenças significativas entre todas as faixas etárias.

Tabela 9 – Característica da densidade mineral óssea de acordo com a idade cronológica dos adolescentes (média±desvio padrão).

Idade (anos)	n	Braços (g/cm ²)	Coluna (g/cm ²)	Pélvis (g/cm ²)	Pernas (g/cm ²)	Corpo Total (g/cm ²)	<i>p</i>
12	43	1,20 ± 0,10	1,33 ± 0,13	0,95 ± 0,10	1,84 ± 0,15	0,88 ± 0,06	0,000
13	46	1,30 ± 0,12	1,47 ± 0,20	1,05 ± 0,15	2,05 ± 0,23	0,94 ± 0,09	0,000
14	89	1,41 ± 0,13	1,64 ± 0,20	1,18 ± 0,18	2,27 ± 0,25	1,05 ± 0,12	0,000
15	75	1,46 ± 0,11	1,75 ± 0,20	1,24 ± 0,18	2,36 ± 0,24	1,08 ± 0,09	0,000
16	80	1,52 ± 0,10	1,84 ± 0,17	1,28 ± 0,16	2,45 ± 0,26	1,12 ± 0,09	0,000
17	83	1,56 ± 0,11	1,91 ± 0,18	1,35 ± 0,16	2,55 ± 0,23	1,17 ± 0,12	0,000
Geral	416	1,44 ± 0,16	1,70 ± 0,26	1,21 ± 0,20	2,31 ± 0,32	1,06 ± 0,14	

Define-se: nível de significância (*p*).

Em segunda instância foi verificada a correlação das variáveis IMC e %G em cada ponto avaliado pela DMO (tabela 10). Nota-se divergência, onde IMC apresenta correlação significativa positiva em todas as variáveis e, o %G associação negativa.

Tabela 10 – Correlação entre a densidade mineral óssea e o estado nutricional avaliado a partir do IMC e do %G.

		Densidade mineral óssea (g/cm ²)				
		Braços	Coluna	Pélvis	Pernas	Corpo Total
Estado nutricional	IMC	0,380*	0,332*	0,434*	0,388*	0,365*
	%G	-0,409*	-0,402*	-0,296*	-0,396*	-0,358

Define-se: índice de massa corporal (IMC); percentual de gordura (%G); significância estatística (*).

Também se optou pela separação da amostra em três grupos: eutrófico, sobrepeso e obesidade a partir do IMC e do %G. Com essa separação foi realizada um análise de variância (ANOVA) entre os grupos. Foram encontradas diferenças significativas em diversas regiões corporais avaliadas (tabela 11).

Tabela 11 – Análise de variância (ANOVA) entre DMO e estado nutricional.

Classificação por IMC	Eutrófico (n=308)	Sobrepeso (n=80)	Obesidade (n=28)
Braços (g/cm ²)	1,43 ± 0,16	1,48 ± 0,15†	1,37 ± 0,18
Coluna (g/cm ²)	1,70 ± 0,26†	1,75 ± 0,24†	1,55 ± 0,28
Pélvis (g/cm ²)	1,19 ± 0,20*	1,27 ± 0,19	1,17 ± 0,19
Pernas (g/cm ²)	2,30 ± 0,32	2,38 ± 0,31†	2,18 ± 0,33
Corpo Total (g/cm ²)	1,06 ± 0,14	1,09 ± 0,12†	1,01 ± 0,14
Classificação por %G	Eutrófico (n=256)	Sobrepeso (n=87)	Obesidade (n=73)
Braços (g/cm ²)	1,48 ± 0,13*†	1,40 ± 0,18†	1,33 ± 0,15
Coluna (g/cm ²)	1,77 ± 0,23*†	1,65 ± 0,28†	1,52 ± 0,24
Pélvis (g/cm ²)	1,25 ± 0,19*†	1,16 ± 0,21	1,11 ± 0,17
Pernas (g/cm ²)	2,40 ± 0,29*†	2,21 ± 0,32†	2,10 ± 0,28
Corpo Total (g/cm ²)	1,10 ± 0,12*†	1,03 ± 0,13	0,98 ± 0,16

Define-se: diferença significativa para o grupo de sobrepeso (*); diferença significativa para o grupo com obesidade (†).

Quando categorizado o estado nutricional do grupo a partir do IMC, notou-se aumento significativo entre o grupo eutrófico e sobrepeso para a região da pélvis. Na comparação entre os grupos de sobrepeso e obesidade, a região de braços, coluna, pernas e corpo total apresentaram menores valores significativos para o grupo obeso.

Quanto ao impacto do %G nas variáveis de DMO, notou-se decréscimo significativo à medida que o percentual aumentava nos segmentos avaliados. Verificou a redução de até 14% para a região da coluna entre obesos ao ser comparado com o grupo eutrófico e 10% para o corpo total. O impacto do aumento do %G também foi constatado entre o grupo de sobrepeso e obesidade na diminuição da DMO para região de braços, coluna e pernas (tabela 11).

4.3 CONSTRUÇÃO PERCENTÍLICA A PARTIR DO MÉTODO LMS PARA DISTRIBUIÇÃO DE GORDURA

A apresentação dos percentis a partir das idades e os parâmetros LMS correspondentes estão apresentados na tabela 12 e figura 13.

Tabela 12 – Valores L, M e S e percentis de percentual de gordura para adolescentes com idade entre 12 e 17 anos.

Idade (anos)	L	M	S	3°	10°	25°	50°	75°	90°	97°
12	0,04	28,46	0,22	18,71	21,40	24,50	28,46	33,02	37,71	42,97
13	-0,78	23,64	0,20	17,10	18,80	20,85	23,64	27,17	31,25	36,48
14	-1,53	19,93	0,17	15,31	16,47	17,90	19,93	22,65	26,10	31,18
15	-2,02	18,33	0,16	14,55	15,49	16,66	18,33	20,65	23,72	28,68
16	-2,19	17,69	0,15	14,17	15,04	16,13	17,69	19,87	22,80	27,70
17	-2,20	17,44	0,16	13,90	14,77	15,86	17,44	19,66	22,90	27,97

Define-se: curva de assimetria (L); curva da média (M); curva da variação (S).

Nota-se que o parâmetro M apresenta decréscimo até a faixa de 17 anos, pela esperada diminuição progressiva da gordura corporal em decorrência da idade. Contudo, para os percentis superiores 90° e 97° nota que estes voltam a crescer na faixa de 17 anos após redução nas idades anteriores.

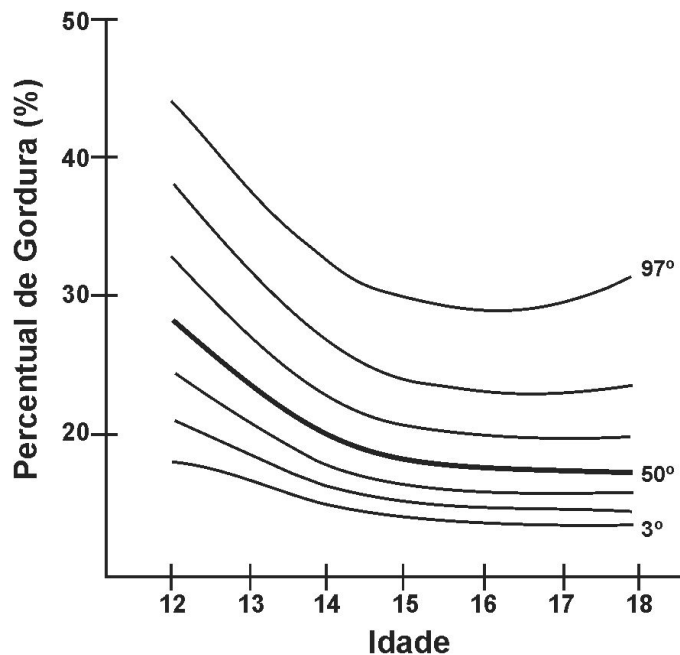


Figura 13 – Curva LMS para os percentis 3°, 10°, 25°, 50°, 75°, 90° e 97° em relação à distribuição de gordura.

As figuras 14a e b, por sua vez, ilustram a comparação entre os percentis 50° e 90° do presente estudo com pesquisas envolvendo adolescentes dos Estados Unidos da América, Coreia e Turquia.

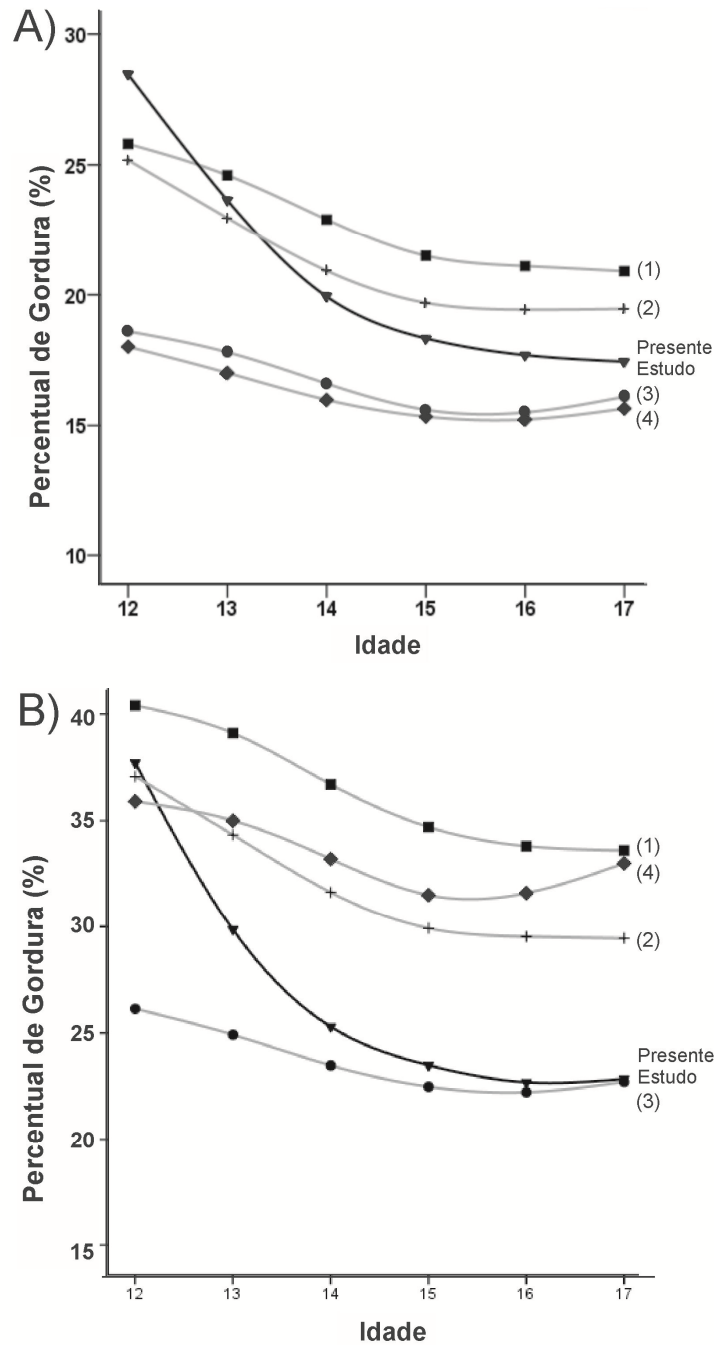


Figura 14 – Comparação entre os percentis 50º (A) e 90º (B) em curvas do presente estudo, norte-americanas, coreanas e turcas. (1) Odgen et al.(2002), com amostra norte-americana; (2) Park et al. (2015), com amostra coreana; (3) Kortoglu et al. (2010), com amostra turca; (4) Laurson, Eisenmann e Welk (2011), com amostra norte-americana.

Para o percentil 50º, verificam-se os maiores valores em adolescentes com 12 anos com tendência de decréscimo aos 13, 14 e 15 anos em todos os estudos. Enquanto os valores referentes ao percentil 90º não apresentam regularidade em seu comportamento.

4.4 APLICAÇÃO EM EQUAÇÕES EXISTENTES E APRESENTAÇÃO DOS NOVOS MODELOS MATEMÁTICOS

4.4.1 Testes da amostra com as equações existentes

Objetivando analisar a necessidade de novas equações, na tabela 12 é apresentado o comparativo dos valores de %G, obtidos por DXA e por cinco modelos de equações presentes na literatura: Slaughter et al. (1988)¹, Durnin e Rahaman (1967)², Durnin e Womersley (1974)³, Lohman (1986)⁴, Flavel et al. (2012)⁵ e Deurenberg et al. (1991)⁶. Na tabela apresenta-se a análise de concordância de *Bland-Altman*, os valores descritivos de média e desvio-padrão e os valores de correlação entre os modelos. Optou-se por essas equações por atenderem a faixa etária deste estudo.

Tabela 13 – Valores descritivos do percentual de gordura (%G) testado por diferentes equações, bem como valores de R² na comparação com a DXA.

Equação	n	Média	Desvio Padrão	R ²	Viés†	Limites de Concordância†	EPE
Equação A (%G)	416	16,61	8,56	0,642	3,95*	14,22 a -6,31	5,12
Equação B (%G)	416	17,20	6,58	0,484	3,36*	12,93 a -6,20	4,72
Equação C (%G)	416	17,60	6,49	0,677	2,96*	10,25 a -4,32	3,69
Equação D (%G)	416	17,89	9,85	0,801	2,67*	13,13 a -7,76	4,39
Equação E (%G)	416	17,19	5,39	0,384	3,38*	12,97 a -6,22	4,23
%G _{DXA}	416	20,57	5,80				

Define-se: equação A, Slaughter et al. (1988); equação B, Durnin; Rahaman (1967) quando idade < 16 anos e Durnin; Womersley (1974), quando idade ≥ 16 anos; equação C, Lohmann (1986); equação D, Flavel et al. (2012); equação E, Deurenberg et al (1990); *p < 0,05; erro padrão de estimativa em kg (EPE); †análise de *Bland-Altman*.

Os resultados da tabela 13 mostram a existência de elevada correlação apenas entre a Equação D com o método de DXA (R² = 0,801). Contudo, quando se pretende analisar o

¹ Slaughter et al. (1988) → Masculino Geral: %G = 0,735 (TR+PT) + 1,0 em avaliação geral e %G = 0,783 (TR+SB) + 1,6 para (TR+SB > 35mm);

² Durnin e Rahaman (1967) → Masculino: Dc = 1,1533 – 0,0643 [Log(BI+TR+SB+SI)] para idades entre 13-15,9 anos; Feminino: Dc = 1,1369–0,0598 [Log(BI+TR+SB+SI)] para idades entre 13-15,9 anos;

³ Durnin e Womersley (1974) → Masculino: Dc = 1,162 – 0,063 [Log(BI+TR+SB+SI)] para idades entre 16-19,9 anos; Feminino: Dc = 1,1549 – 0,0678 [Log(BI+TR+SB+SI)] para idades entre 16-19,9 anos;

⁴ Lohman (1986) → Masculino: %G = 1,35(TR+SB) - 0,012(TR+SB)² - 4,4; Feminino: %G = 1,35(TR+SB) - 0,012(TR+SB)² - 2,4;

⁵ Flavel et al. (2012) → Masculino: %G = 1,09 – 0,63 (TR) + 0,36 (CX) + 0,50 (SI) – 0,16 (AB) + 0,33 (BI); Feminino: %G = 11,03 + 0,93(IMC) + 0,30(C) – 0,24(E) + 0,48(PT) + 0,07(Q);

⁶ Deurenberg; Weststrate e Seidel (1991) → Masculino/Feminino: %G = 1,51(IMC) - 0,70(I)- 3,6(G) + 1,4 para idade < 15 anos e %G = 1,2(IMC) + 0,23(I)- 10,8(G) - 5,4 para idade ≥ 15 anos.

desempenho de dois métodos, a análise exclusiva da correlação nem sempre é suficiente, deste modo, como já descrito no capítulo 3, recorreu-se a análise de concordância de *Bland-Altman*. De fato, todos os métodos foram considerados discordantes e com viés significativo em todas as equações. O EPE também apresentou valores elevados, com variação de até 5,12kg (Equação A) entre a estimativa por DC e o método de referência.

4.4.2 Análise das variáveis independentes e estruturação de novas equações de predição de MG

Para o desenvolvimento dos modelos matemáticos na estimativa da MG dados de 374 adolescentes foram utilizados inicialmente e 42 compuseram a amostra de validação. As características descritivas da amostra do desenvolvimento estão apresentadas na tabela 14 e os dados da amostra de validação estão apresentados no APÊNDICE D.

Tabela 14 – Valores descritivos: média e desvio padrão das variáveis antropométricas para a amostra empregada na modelagem matemática.

Idade (anos)	n	MCT (kg)	Estatura (m)	IMC (kg/m ²)	Quadril (cm)	Cintura (cm)	MG (%)
12	39	47,54±13,21	1,51±0,08	20,54±4,94	83,08±9,83	67,91±9,59	27,69±7,49
13	41	52,33±11,38	1,61±0,08	20,03±3,21	85,63±7,74	68,86±8,55	23,75±5,69
14	80	59,22±13,24	1,67±0,08	21,02±3,61	88,41±8,43	70,08±7,67	20,02±4,85
15	67	61,81±8,97	1,71±0,05	21,09±2,49	90,06±6,20	70,97±5,61	19,33±4,26
16	72	63,67±9,44	1,73±0,07	21,10±2,70	93,42±6,93	71,44±6,11	18,06±4,31
17	75	68,78±10,19	1,75±0,06	23,09±6,50	89,24±7,96	75,24±7,45	19,51±4,83
Geral	374	60,48±12,72	1,68±0,10	21,30±4,26	89,24±7,96	71,20±7,65	20,63±5,81

Define-se: massa corporal total (MCT); massa gorda (MG); índice de massa corporal (IMC).

Na tabela 15 é apresentada a matriz de correlação não paramétrica das medidas de DC e as variáveis %G obtido pela DXA. Notam-se elevadas correlações da %G ($r_s \geq 0,700$) para todos os pontos anatômicos aferidos. As medidas que mais se associaram ao %G foram os pontos TR e CX, seguido da medida PT, BI e PE.

Tabela 15 – Matriz de correlação entre as medidas de dobras cutâneas e a massa de gordura obtidas pela DXA.

Variáveis	TR	SB	AB	SI	CX	AX	PE	BI	PT
%G	0,873*	0,783*	0,830*	0,821*	0,879*	0,800*	0,839*	0,849*	0,859*
TR		0,826*	0,868*	0,858*	0,913*	0,825*	0,870*	0,890*	0,893*
SB			0,896*	0,902*	0,787*	0,889*	0,877*	0,814*	0,742*
AB				0,956*	0,836*	0,905*	0,908*	0,830*	0,802*
SI					0,823*	0,938*	0,908*	0,849*	0,811*
CX						0,794*	0,839*	0,842*	0,904*
AX							0,895*	0,826*	0,761*
PE								0,909*	0,818*
BI									0,846*

Define-se: tríceps (TR); subescapular (SB); abdominal (AB); supra-ílfaca (SI); coxa medial (CX); axilar média (AX); peitoral (PE); bíceps (BI); peitoral (PT); massa gorda obtida pela DXA (MG); correlação significativa $p < 0,05$ (*).

Na tabela 16 é apresentada a matriz de correlação da idade e das medidas antropométricas: MCT, Estatura, circunferência da cintura e do quadril com as variáveis respostas da DXA. Nota-se o maior valor de correlação para a cintura ($r_s = 0,406$), seguido da variável idade com associação negativa ($r_s = -0,400$), quadril ($r_s = 0,350$) e estatura ($r_s = -0,323$), também com associação negativa.

Tabela 16 – Matriz de correlação entre as medidas antropométricas e a idade.

Variáveis	Idade	MCT	Estatura	Cintura	Quadril
MG (%)	-0,400*	0,184*	-0,323*	0,406*	0,350*
Idade (anos)		0,494*	0,675*	0,281*	0,371*
MCT (kg)			0,714*	0,847*	0,896*
Estatura (m)				0,419*	0,555*
Cintura (cm)					0,804*

Define-se: circunferência da cintura (Cintura); circunferência do quadril (Quadril); massa corporal total (MCT); massa gorda (MG); significância estatística com $p < 0,05$ (*).

A análise de regressão a partir do método de OLS foi utilizada para obter um modelo parcimonioso que permitisse prever o %G de adolescentes de 12-17 anos. A partir dela foram elaboradas três equações com distribuição normal dos resíduos e sem heteroscedasticidade e que atendessem todos os critérios de seleção propostos: a) análise de concordância; b) análise do menor erro quadrado; c) maior valor de R^2 ; d) verificação de erros independentes; e) praticidade de aplicação do modelo. A tabela 17 apresenta os modelos de

equações com quatro, três e duas variáveis para predição da gordura corporal com seus respectivos valores de R^2 , EPE, viés e limites de concordância obtidos pela análise de *Bland-Altman*. Também o valor de significância estatística (p) na comparação com o método de referência.

Tabela 17 – Equações para a predição de gordura em adolescentes (12 – 17 anos).

	Modelos	R²	EPE	Viés	Limites de Concordância	p
M1	%G = 25,20-0,19(idade)- 6,70(estatura)+0,21(Σ CX, TR, BI, SB)	0,935*	1,79	0,06	-3,43 a 3,31	0,361
M2	%G = 25,57-0,22(idade)- 6,69(estatura)+0,28(Σ TR, PT, SB)	0,912*	1,78	0,02	-3,75 a 3,35	0,633
M3	%G = 33,60-0,50(idade)- 8,47(estatura)+0,38(Σ TR, SB)	0,850*	1,87	0,05	-3,97 a 3,87	0,255

Define-se: modelo (M); tríceps (TR); subescapular (SB); coxa medial (CX); bíceps (BI); correlação significativa $p < 0,05$ (*); erro padrão de estimativa (EPE); percentual de gordura (%G).

As figuras 15, 16 e 17 mostram a análise de previsão dos valores %G em comparação com os valores de DXA (A), bem como a análise gráfica de concordância entre os métodos (B) para cada um dos modelos desenvolvidos. Também são apresentados os valores de intervalo de confiança (IC) de 95% em relação aos valores estimado pelos novos modelos e as observações obtidas por DXA.

Constata-se que os modelos, na comparação com os valores de DXA, parecem subestimar os valores de %G para indivíduos obesos e superestimar os valores de indivíduos mais magros. Para os três modelos não foram encontrados valores de viés significativos: 0,06 (M1), 0,02 (M2) e 0,05 (M3).

O emprego da análise de *Bland-Altman* confirma que além da forte correlação verificada entre os modelos propostos e a concordância entre os métodos testados.

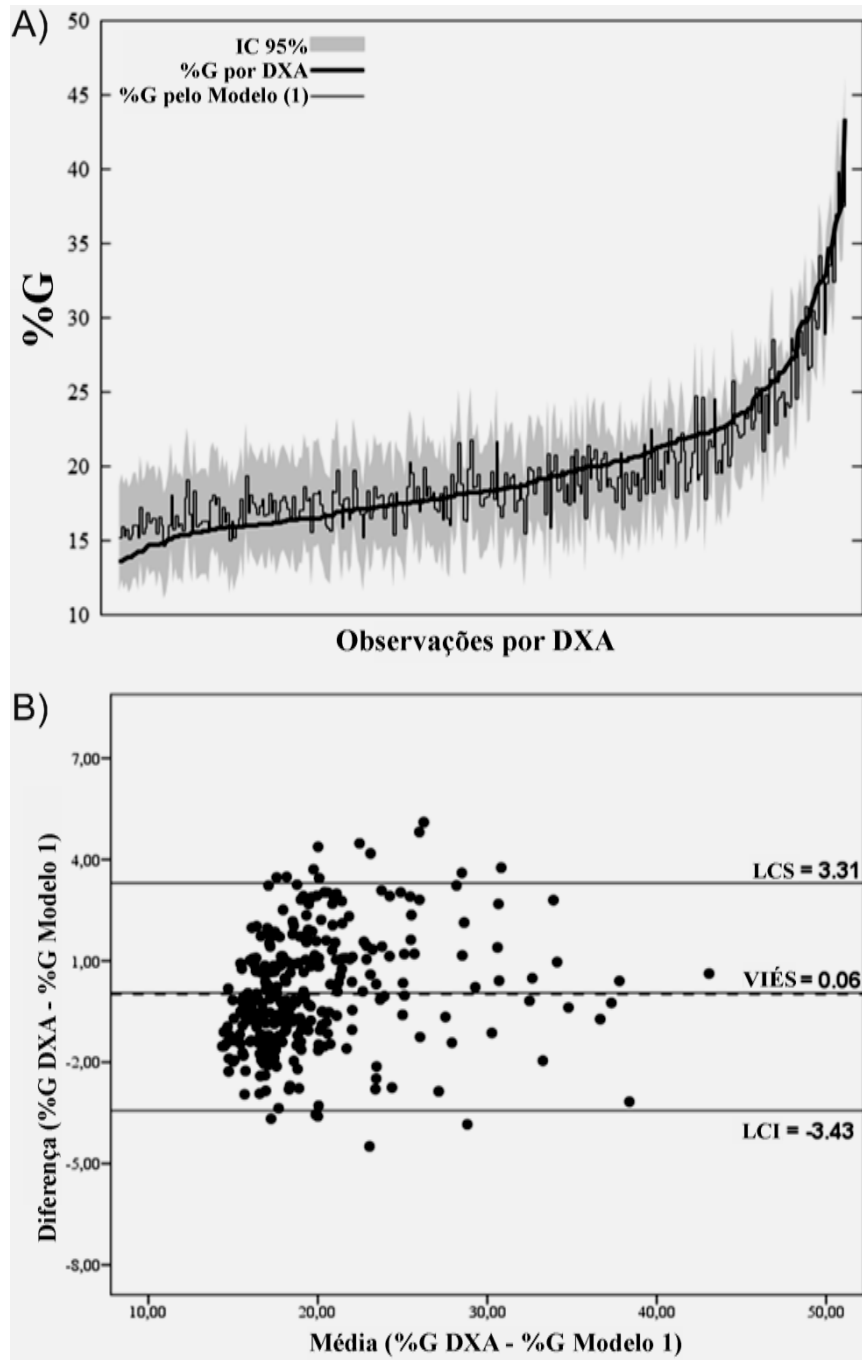


Figura 15 – A) Análise de previsões e os limites de tolerância dos valores de previsão do %G do Modelo 1 com os valores de %G por DXA; B) Análise de concordância de *Bland-Altman* para o Modelo 1. Define-se: limite de concordância superior (LCS); limite de concordância inferior (LCI).

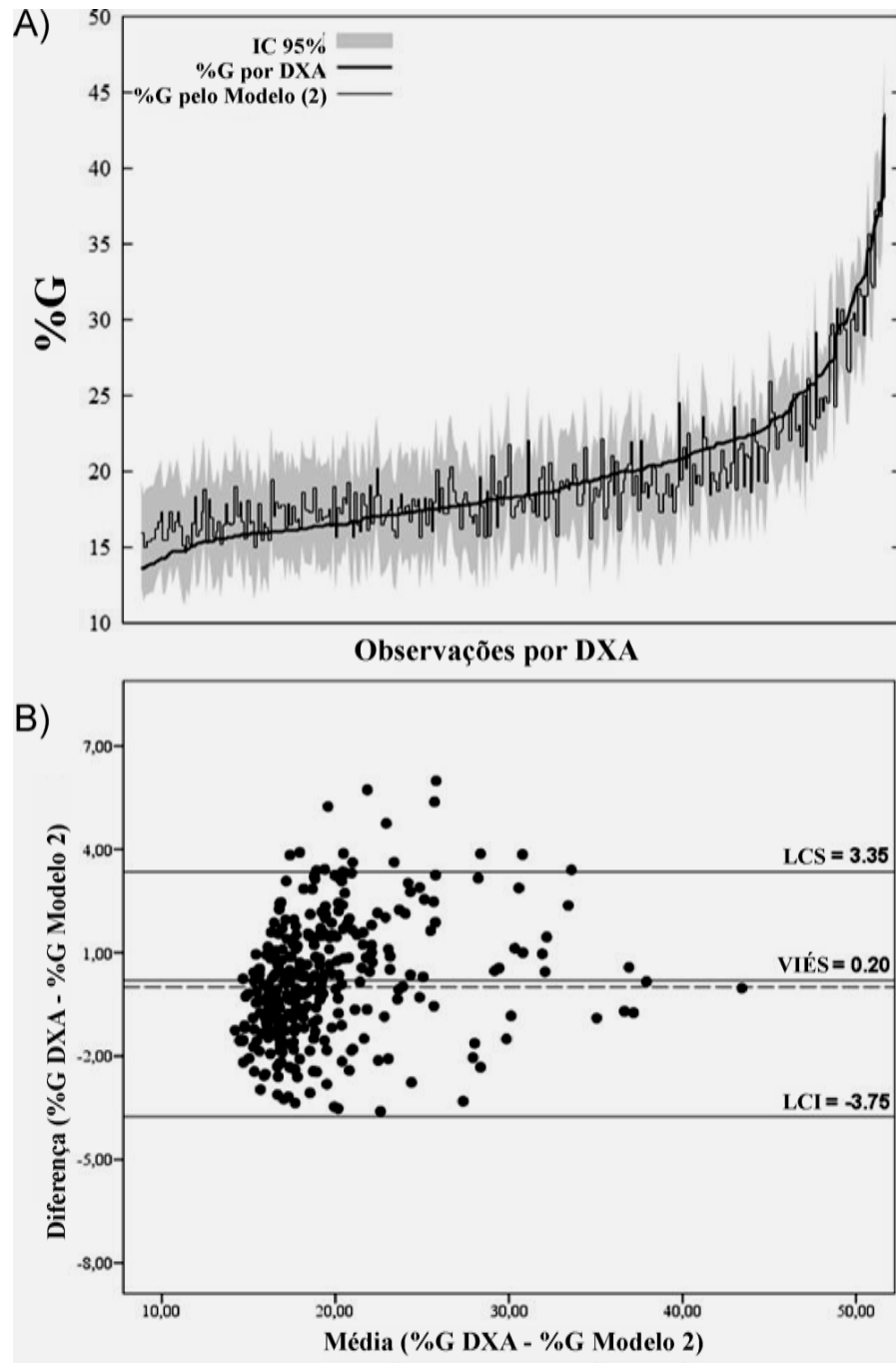


Figura 16 – A) Análise de previsões e os limites de tolerância dos valores de previsão do %G do Modelo 2 com os valores de %G por DXA; B) Análise de concordância de *Bland-Altman* para o Modelo 2. Define-se: limite de concordância superior (LCS); limite de concordância inferior (LCI).

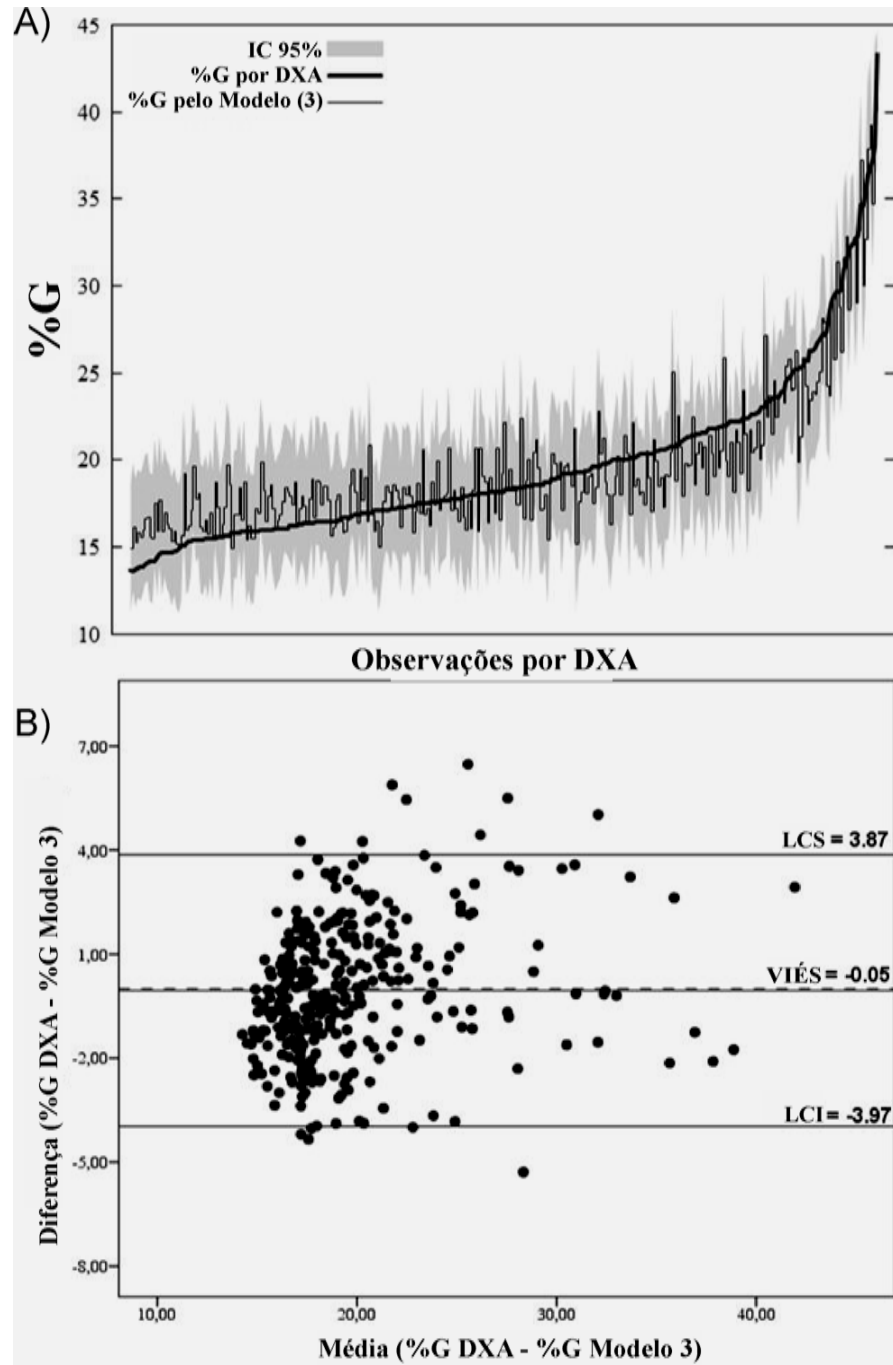


Figura 17 – A) Análise de previsões e os limites de tolerância dos valores de previsão do %G do Modelo 3 com os valores de %G DXA; B) Análise de concordância de *Bland-Altman* para o Modelo 3. Define-se: limite de concordância superior (LCS); limite de concordância inferior (LCI).

Um aspecto no desenvolvimento de novos modelos para estimativa de medidas de composição corporal é a validação em uma amostra independente à utilizada para o desenvolvimento das equações, mas oriunda da mesma amostra. Desta forma a tabela 18 apresenta os valores de validação dos três modelos propostos.

Tabela 18 – Validação dos modelos matemáticos para a estimativa do %G em adolescentes

Modelo	Média	DP	<i>r</i>	<i>t</i>	EC	EPE	ET
(1)	19,93	5,04	0,874	-0,822	0,45	2,45	0,67
(2)	19,88	5,15	0,836	-0,831	0,50	2,83	0,71
(3)	19,98	4,90	0,827	-0,597	0,30	2,75	0,63
DXA	20,28	5,79					

Define-se: desvio padrão (DP); coeficiente de correlação (*r*); erro constante (EC); erro padrão de estimativa (EPE); erro total (ET).

Nota-se que apesar de apresentar uma tendência em subestimar o %G em comparação com a DXA, os modelos não apresentaram diferença significativa com o método de referência. Além disso, encontraram-se elevados valores de correlação nos modelos com a DXA com $r = 0,874$; $r = 0,836$ e $r = 0,827$ para as equações 1, 2 e 3, respectivamente.

5 DISCUSSÃO

5.1 ESTADO NUTRICIONAL DOS ADOLESCENTES

Como primeira análise, este estudo avaliou as mudanças na composição corporal de adolescentes entre 12 – 17 anos a partir de valores obtidos pelo IMC, circunferência da cintura e %G.

Destaca-se que cerca de 50% da massa corporal é adquirida durante o período da adolescência, assim, seu monitoramento torna-se importante para o desenvolvimento de ações que possam contribuir para a saúde dessa população (SIGULEM; DEVINCENZI; LESSA, 2000; OMS, 2016). O aumento da obesidade em crianças e adolescentes aponta há décadas para números exorbitantes de obesidade na vida adulta, isso porque até 80% de adolescentes obesos tendem a se tornarem adultos obesos (WHITAKER et al., 1997; SICHIERI; SOUZA, 2008; NG et al., 2014; OMS, 2014). Assim, acompanhar as morbidades associadas ao acúmulo de gordura antes da vida adulta é fundamental para criação de políticas para promoção de saúde e mudanças no estilo de vida (MORENOA'C, 2013).

Tratando-se do estado nutricional baseado no IMC, a população com sobrepeso, incluindo a obesidade, representou 25,8% da amostra (19,1% sobrepeso e 6,7% obesidade). Estudos feitos em diversos países com adolescentes do sexo masculino mostram valores discrepantes a depender da população estudada (OGDEN et al., 2002; BRANCA; NIKOGOSIAN; LOBSTEIN, 2007; DE ONIS; BLÖSSNER; BORGHI, 2010; IBGE, 2010).

Prevalências menores foram encontradas em estudos com: poloneses, onde se encontrou 15,6%, sendo 10,3% com sobrepeso e 5,3% com obesidade de uma amostra de 456 indivíduos (KLIMEK-PIOTROWSKA et al., 2015); indianos, na avaliação de 5564 indivíduos os valores foram de 14,3% e 2,9%, respectivamente (GOYAL et al., 2010). Já nos USA chegou-se aos percentuais de 35,1% e 20,3% para sobrepeso e obesidade, respectivamente (OGDEN et al., 2014)

Estudos feitos no Brasil apresentaram percentuais de sobrepeso - obesidade de: 17,8% - 9,8% (SCHOMMER et al., 2014), 30,% - 31,8% (GUIMARÃES et al., 2008) e segundo o último censo os percentuais encontrados neste estudo encontram-se próximos aos nacionais: 21,7% para o sobrepeso e 5,9% para obesos (IBGE, 2010).

Por fim, dados de 2013 do *Institute for Health Metrics and Evaluation* para adolescentes de 10 – 14 anos do gênero masculino apontam valores de sobrepeso e obesidade

de: 43,9% (Grécia), 39,4% (Chile), 37,6% (EUA), 33,6% (Canadá), 31,9% (Espanha), 30,5% (Austrália), 30,4% (Portugal), 29,8% (Argentina), 25,9% (China), 23,4% (Polônia) e 22,4% (Brasil) (IHME, 2014).

Apesar de ser um dos métodos mais utilizados no mundo para a avaliação da CC, controversos resultados são encontrados na literatura mundial sobre a utilização deste índice. Um estudo recente de revisão, elaborado a partir da avaliação de 53.521 pacientes (4 – 18 anos) apontou que o IMC, apesar de possuir alta especificidade (0,93 IC 0,88 – 0,96), possui baixa sensibilidade (0,73 IC 0,67 – 0,79) para detectar excesso de adiposidade, além de falhar na identificação de 1/4 das crianças com excesso de peso (JAVED et al., 2015). Brambilla et al. (2013), por sua vez, avaliaram 2339 crianças e adolescentes com idades entre oito a 18 anos e concluíram que a utilização do IMC apresenta 32% de relação com a gordura corporal, o valor de 72% foi encontrado para a soma das dobras TR e SB. Estudos adicionais encontraram que a associação de risco cardiometabólico são similares entre IMC e o %G avaliado por DXA ou mesmo equações de DC em crianças e adultos (STEINBERGER et al., 2005; FREEDMAN et al., 2013).

Tratando-se da análise da circunferência da cintura, o valor médio encontrado (71,20±7,65cm) foi inferior ao encontrado em estudos desenvolvidos com adolescentes gregos (73,8±9,3cm) (BACOPOULOU et al., 2015), poloneses (75,8±9,1cm) (KLIMEK-PIOTROWSKA et al., 2015), portugueses (76,5±8,2cm) (MACHADO-RODRIGUES et al., 2016) e espanhóis (76,7±10,4cm) (SCHRÖDER et al., 2014).

Apesar da importância conhecida desta medida de avaliação da gordura central de crianças e adolescentes, e da correlação significativa desta variável com o %G ($r = 0,406$, $p = 0,00$) a circunferência da cintura foi uma variável descartada em todos os modelos de equação testados. Talvez sua utilização apresente melhor adaptação para uma amostra feminina, como relatado no estudo de Lyra et al. (2012) que desenvolveram equação da predição da gordura corporal em adolescentes baseadas em circunferências do corpo.

Quanto aos valores de %G encontram-se na literatura amostras com valores médios inferiores e superiores ao percentual de 20,57±5,80% encontrado neste estudo.

Foo et al. (2013), avaliaram 204 adolescentes (12-19 anos), sendo 100 chineses e 104 malaios. Os valores médios de %G foram de 17,1±10% e 18,8±9,4%, respectivamente. Em soma, Pelegrini et al. (2015) na avaliação de 478 adolescentes (15 – 18 anos) em Santa Catarina encontraram valor de 16,74%. Klimek-Piotrowska et al. (2015) apresentaram 17,2±10,3% de valor médio para 446 meninos poloneses com idades variando de 14 – 18 anos.

Cicek et al. (2014) na avaliação de 4285 sujeitos turcos de 6 – 17 anos encontraram %G de 15,74%. Freedman, Ogden e Kit (2015) em uma análise de 4493 avaliações de adolescentes com idade média de 13,9 anos encontraram %G médio de $25,4 \pm 0,2\%$. Já Sopher et al. (2004) relataram valor médio de $22,7 \pm 11,23\%$ em um estudo com 411 sujeitos novaiorquinos (6-18 anos).

Tratando-se de uma análise do comportamento da adiposidade nos adolescentes, verificou-se um decréscimo do %G entre os grupos de 12-16 anos (28,05% - 18,04%). Park et al. (2015) avaliaram 689 adolescentes asiáticos entre 12-16 anos onde também constatou-se um decréscimo do %G constante nessa faixa etária. No percentil 50º os valores variaram de 25,2% – 19,4% nas respectivas idades. Odgen et al. (2014) em um estudo epidemiológico com 2642 adolescentes norte-americanos também identificaram a redução dos valores de %G no percentil central nessas idades, sendo: 25,8 – 20,9%.

Esse comportamento também foi verificado em um levantamento norte-americano de 7365 avaliações de crianças e adolescentes (8 – 19 anos), sendo 4493 meninos com %G médio de 23,6%. Jovens com 12 anos apresentaram %G moderado acima de 30%, reduzindo cronologicamente até os 16 anos ($\cong 24\%$) (FREEDMAN et al., 2013). Nos EUA, uma pesquisa com 8269 crianças e adolescentes cinco-18 anos apontou que o pico de %G esta na faixa de 11-12 anos para meninos com decréscimo nas idades subsequentes (LAURSON; EISENMANN; WELK, 2011).

Segundo os critérios de classificação para o DXA, o excesso de gordura manifestou-se em 38,3% da amostra. Um estudo elaborado no estado de Minas Gerais com 215 adolescentes, de ambos os gêneros, apontou prevalência de excesso de gordura em 44,2% da amostra (GONÇALVES et al., 2013). Valores inferiores foram encontrados por Teo et al. (2014), 17,1% em um estudo com 104 adolescentes malaios ($15,4 \pm 1,9$ anos) e 18,8% com análise de 100 chineses ($15,2 \pm 1,9$ anos).

5.2 IMPACTO DA GORDURA NA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA (DMO)

Estudos anteriores (CARVALHO et al., 2011; MOSCA et al., 2014; JEDDI et al., 2015; ITO et al., 2016) que avaliaram a relação entre DMO e estado nutricional utilizaram como ferramenta de classificação o IMC, contudo acredita-se que esse método tende a gerar

uma interpretação diferente daquela proposta pela análise especificamente da gordura corporal.

Pesquisas recentes que compararam as medidas ósseas de adolescentes de acordo com o estado nutricional, a partir do IMC, divergiram dos achados deste estudo. Jeddi et al. (2015) ao avaliarem 238 adolescentes jordanianos (9 – 18 anos) com indivíduos eutróficos, com sobrepeso e obesidade, os quais apresentaram valores médios de DMO para corpo total igual a $0,88 \pm 0,11 \text{g/cm}^2$, $0,93 \pm 0,11 \text{g/cm}^2$, $0,93 \pm 0,12 \text{g/cm}^2$, respectivamente. Outra pesquisa avaliou 235 adolescentes (103 obesos) quatro a 20 anos, novamente verificou-se que indivíduos com obesidade, classificados a partir do IMC, foram os que apresentaram maiores valores de DMO.

A divergência dos resultados pode ser explicada pelo fato que em todos os casos o IMC foi utilizado para classificação nutricional dos indivíduos e não o %G. O uso deste índice como instrumento de classificação possui como parâmetros de medida o peso e a estatura, variáveis que possuem correlação positiva com o tecido ósseo, e, é limitado quanto à distinção de massa de gordura e massa muscular (HARIRI et al., 2013).

Os resultados deste estudo indicaram que a estratificação do grupo de acordo com o %G evidencia a perda estatisticamente significativa de DMO para indivíduos com sobrepeso e obesidade, avaliados a partir da DXA, na comparação com os eutróficos em todos os segmentos avaliados, observando uma redução de até 10% (corpo total) e 14% (coluna). Os achados verificados a partir da utilização do IMC como critério de classificação, por sua vez, se mostraram insuficientes nesta associação entre alteração da composição corporal e menor quantidade de DMO, uma vez que não há um comportamento singular entre os indivíduos com estado nutricional normal, com sobrepeso e obesidade.

Apesar do mecanismo envolvendo a relação entre tecido adiposo e ósseo ser incerto (MOSCA et al., 2014), entre as explicações para esse fato tem-se a relação entre o aumento da adipogênese e o decréscimo da osteoblastogênese provocado pela obesidade (CAO, 2011), além de dietas com excesso de alimentos gordurosos que interferem na absorção de cálcio (CAO, 2011; JEDDI et al., 2015).

Como já destacado, o excesso de gordura em adolescentes é apontado com preocupação por publicações da Organização Mundial da Saúde, uma vez que gera um aumento dos gastos médicos precocemente (OMS, 2010; RIPKA et al., 2016). A relação inversa entre %G e DMO apontada neste estudo sugere a necessidade de uma nova abordagem quanto aos cuidados da saúde de adolescentes. Assim, o aumento do %G e a

diminuição da DMO poderão refletir, no longo prazo, no distúrbio osteometabólico da osteoporose.

Apesar desta contradição, a tendência de aumento linear dos valores da DMO com o avanço da idade e a associação negativa dessa variável com a gordura corporal corroboram outras pesquisas desenvolvidas com adolescentes (SILVA et al., 2004; FONSECA; PEREIRA; DE FRANÇA, 2011; MOSCA et al., 2014; JEDDI et al., 2015). Ademais, os valores de correlação verificada entre o IMC e DMO ($r = 0,365$; $p < 0,001$) e entre %G e DMO ($r = -0,358$; $p < 0,001$) reforçam a oposição entre as duas formas de classificação (CARVALHO et al., 2011; EL KHAYAT et al., 2013).

Mosca et al. (2016) em uma pesquisa recente para analisar o impacto do excesso de gordura na remodelagem óssea em adolescentes com sobrepeso, obesidade e obesidade extrema, avaliaram 391 jovens e apontaram que quanto maiores os valores de %G, menores são os níveis de biomarcadores sanguíneos (osteocalcina, fosfatase alcalina óssea e telopeptídeo carboxiterminal sérico), concluindo que a gordura corporal afeta negativamente nesses biomarcadores para o gênero feminino.

Finalmente, sugere-se que os resultados encontrados com a associação negativa entre a gordura corporal na DMO, classificada a partir do %G em adolescentes do gênero masculino devem ser aprofundada, principalmente em estudos longitudinais e com acompanhamento de biomarcadores associados com a avaliação da composição corporal.

5.3 ANÁLISE DE DISTRIBUIÇÃO LMS PARA CURVAS DE REFERÊNCIA

O desenvolvimento de curvas de referência para discriminar valores da gordura corporal em adolescentes é utilizado para auxiliar profissionais da saúde na interpretação da composição corporal, além de permitir traçar estratégias de políticas públicas com mais qualidade (PLACHTA-DANIELZIK et al., 2012; FRAINER et al., 2013). Para tal, o método LMS para criação de curvas de referência tem sido verificado em diversos estudos por permitir a remoção da assimetria na distribuição (COLE; GREEN, 1992).

No mundo, pesquisas envolvendo os valores de referência baseado no percentual de gordura de crianças e adolescentes obtidos por DC, foram relatados na Alemanha (3-18 anos) (SCHWANDT; VON ECKARDSTEIN; HAAS, 2012); Canadá (6-19 anos) (KUHLE et al., 2015); Estados Unidos (5-18 anos) (LAURSON; EISENMANN; WELK, 2011); Turquia de

(6-18 anos) (KURTOGLU et al., 2010); Brasil (7-10 anos) (FRAINER et al., 2013) e Índia (10-19 anos) (PARK et al., 2015). Já estudos que se utilizaram da DXA foram encontrados para população da Dinamarca (8-14 anos) (WOHLFAHRT-VEJE et al., 2014); Estados Unidos (8-19 anos) (OGDEN, 2011) e Coréia (10-18 anos) (KIM et al., 2013) (10-19 anos) (PARK et al., 2015).

Para os que tiveram a DXA como referência: Park et al. (2015) avaliaram 689 adolescentes asiáticos entre 12-16 anos onde também constatou-se um decréscimo do %G nessa faixa etária. No percentil 50° os valores variaram de 25,2%–19,4%; no percentil 90° os valores variaram de 37,1–29,5% nas respectivas idades. Odgen et al. (2011) em uma estudo epidemiológico com 2642 adolescentes norte-americanos também identificaram a redução dos valores de %G nos percentis 50° e 90° nessas idades, sendo: 25,8–20,9% e 40,4–33,8%, respectivamente. Nesse estudo os valores variaram de 27,22–17,45% (50°) e 37,71–22,80% (90°).

Tratando-se da criação de valores de referência brasileiros destaca-se o estudo de Conde e Monteiro que propuseram os valores com base no levantamento nacional de 26102 indivíduos de 2 – 19 anos a partir do IMC (CONDE; MONTEIRO, 2006).

Além disso, outras duas pesquisas propuseram o acompanhamento da composição corporal por medida de DC em diferentes regiões do país: uma na região sudeste com 2135 meninos (10-15 anos) (CINTRA et al., 2013), outra na região nordeste com 2352 indivíduos (1129 entre 12-16 anos) (SILVA; BAXTER-JONES; MAIA, 2016). Apesar de todos os estudos terem em sua metodologia a utilização do método LMS para o desenvolvimento das curvas de referência, as ferramentas utilizadas para a obtenção do %G limitam a comparação com o presente estudo. Silva, Baxter-Jones e Maia (2016) encontraram dados inferiores aos desse estudo em todas as idades e percentis. Sendo os valores do percentil 50° iguais a: 12,60% (12 anos), 12,00% (13 anos), 11,23% (14 anos), 10,89% (15 anos) e 10,98% (16 anos). Já Cintra et al. (2013) apresentaram os resultados próximos ao presente estudo, com valores de 16,4% (percentil 50) e 29,7% (percentil 90°) considerando um agrupamento de 909 indivíduos com idades entre 13-15 anos.

Apesar de não existir uma ferramenta perfeita para a estimativa do %G, a utilização da DXA fornece um resultado mais exato quando comparado com técnicas antropométricas como o IMC, DC ou BIA (KIM et al., 2013; KURIYAN; THOMAS; ASHOK, 2014; SILVA et al., 2013), fator que fortalece os dados apresentados.

5.4 DESENVOLVIMENTO DOS MODELOS MATEMÁTICOS

Os resultados apresentados reforçam as hipóteses de inconsistência dos modelos anteriormente desenvolvidos para sua aplicação na população deste estudo (PAIVA, 2000; SILVA; FIELDS; SARDINHA, 2013; SILVA et al., 2013; RIPKA et al., 2016).

A variabilidade da estimativa de MG em equações desenvolvidas a partir de DC, também foi relatada em um estudo que avaliou 59 adolescentes do sexo masculino (idade média de 13,8 anos) que encontrou diferença de mais de 12,4kg em comparação aos valores previstos pelas equações com a DXA (HUSSAIN et al., 2014). Os resultados mostram a divergência que uma escolha inadequada para estudo da composição corporal pode atingir.

Em soma, um estudo que buscou analisar a validade das equações de Durnin & Rahaman (1967) e Durnin & Womersley (1974) em 51 atletas (27 meninos) com idade média 15,1 anos em comparação com a DXA verificou não haver diferença significativa entre os valores preditos das equações para com o método de referência, mas os autores destacam que a elevada variabilidade verificada indica imprecisão das equações para a avaliação dos atletas (FONSECA-JUNIOR et al., 2016).

Percebeu-se que a equação D, proposta por Flavel et al. (2012), foi a que apresentou maior valor de R^2 (0,801) e menor viés (2,67) em comparação com a DXA. Para o desenvolvimento, os autores basearam-se em uma amostra de 37 adolescentes (6 – 17 anos). Devido à amostra ser pequena, os modelos de regressão foram desenvolvidos com auxílio do teste de mínimos quadrados parciais (*partial least square*) em opção ao método de OLS aplicado nesta pesquisa. A proximidade temporal do trabalho de Flavel et al. com o presente estudo pode explicar os melhores resultados.

Ademais, a literatura aponta que valores de EPE superiores a 3,5 não são considerados aceitáveis em um modelo de estimativa de CC (LOHMAN, 1993). Este valor não foi alcançado por nenhuma das equações existentes.

Entretanto, há décadas pesquisadores apontam que é contra-indicada a utilização de equações sem o conhecimento das características populacionais utilizada para o seu desenvolvimento (BEHNKE; WILMORE, 1974; JACKSON; POLLOCK, 1978; QUEIROGA, 2005; RIPKA et al., 2016). Ou seja, é necessário que o perfil da amostra que deu origem a equação seja similar ao que se deseja reproduzir. Fortalecendo a necessidade de diferentes equações para diferentes populações.

A utilização de DC tem sido amplamente recomendada para o monitoramento da obesidade em crianças e adolescentes devido à sua alta sensibilidade (CLARYS; PROVYN; MARFELL-JONES, 2005; NOOYENS et al., 2007). Historicamente a medida subescapular e a medida tricípital são utilizadas isoladamente ou em equações multivariadas como bons indicadores de obesidade em adolescentes (DURNIN; WOMERSLEY, 1974; LOHMAN, 1987; SLAUGHTER et al., 1988; NOOYENS et al., 2007; FLAVEL et al., 2012). Assim, a inclusão destes pontos como variáveis independentes cooperaram para obtenção de modelos de regressão que atendessem os critérios estabelecidos neste estudo com valores de $R^2 = 0,850$ quando utilizadas isoladamente, e $R^2 = 0,935$ quando somadas a outras variáveis.

Além disso, essas duas DC são aplicadas mundialmente em estudos de criação de curvas para acompanhamento do sobrepeso e obesidade na infância e na adolescência (ADDO; HIMES, 2010; SINGHAL et al., 2010; JAWORSKI et al., 2012; RAMÍREZ-VÉLEZ et al., 2016). Outro fato que deve ser destacado, esta na facilidade de acesso à medição nesses dois pontos que pode estar associado a menores erros de mensuração.

Mesmo no desenvolvimento de equações com elevada especificidade, como no estudo de Sarnblad et al. (2016) que propuseram modelos matemáticos para adolescentes meninas (12–19 anos) com diabetes tipo 1 e tendo como referência a DXA, as DC de tríceps e subescapular, além do bíceps foram utilizadas. No estudo os autores alcançaram um poder preditivo de 91%.

Para os modelos (1) e (2), medidas de membros inferiores também apresentam significância na inclusão da equação preditiva, sendo a coxa para o M1 e panturrilha para o modelo 2. Esse complemento melhorou os resultados para R^2 em ambas as equações. Guedes (2013) indica que o somatório de um conjunto de medidas de DC, como os aplicados nesse estudo, pode ser empregado com um bom indicador de gordura subcutânea. Além disso, como a gordura corporal não se apresenta uniformemente no corpo, a utilização de várias regiões, a fim de aumentar a precisão do método, parece ser uma estratégia válida no desenvolvimento de novos modelos matemáticos.

A inclusão da medida de PT para obtenção de melhor valor de coeficiente de determinação (M2) corrobora com a equação de Slaughter, mundialmente utilizado para estimativa do %G, que também tem essa variável em seu modelo (SLAUGHTER et al., 1988).

Apesar de autores relatarem que são verificadas significativas mudanças corporais em adolescentes nas DC do tronco: SI, AB e SB (JÜRIMÄE; HILLS, 2001), apenas a última foi considerada uma variável independente nos modelos. Autores, já na década de 90,

relatavam que as dobras TR, SB, BI e SI apresentam significativa correlação com o desenvolvimento dos adolescentes (RICO et al., 1993).

A presença da variável da estatura nos modelos de estimativa com fator negativo ao ganho de %G ($r = -0,323$) pode ser explicada pelo fato da adolescência ser uma fase crítica e de constante desenvolvimento corporal dos indivíduos onde cerca de 20-25% da estatura é adquirida (SIGULEM; DEVINCENZI; LESSA, 2000; LOURENÇO; QUEIROZ, 2010). Bergman et al. (2011) em uma pesquisa com 1733 sujeitos sobre métodos de avaliação da gordura em adultos, apontou associação na ordem de $r = -0,524$ entre %G e estatura. Apesar da idade cronológica não ser considerada o modelo ideal de avaliação do desenvolvimento de adolescentes (LOURENÇO; QUEIROZ, 2010), ela se mostrou estatisticamente significativa para identificar as variações dos níveis de %G nos adolescentes. Com valor de coeficiente de correlação inversamente proporcional à adiposidade ($r = -0,400$; $p < 0,05$), a variável possibilitou identificar o pico de %G nos adolescentes de 12 anos e a redução com o possível desenvolvimento maturacional dos anos seguintes. A associação negativa, apesar de mais fraca, também foi verificada em um estudo com 300 adolescentes nigerianos de idades entre 10-20 anos ($r = -0,226$; $p < 0,05$) (IFEOMA; LAWRENCE; NENE, 2015). Além disso, autores destacam que o fundamento para empregar a idade em equações de DC está na importância dessa variável em produzir variações na Dc e por sua vez no %G (QUEIROGA, 2006; DURIN; WOMERSLEY, 1974).

Todas as equações desenvolvidas neste estudo foram concordantes com o método de referência da DXA, sendo o modelo que utilizou quatro DC (M1) foi o que apresentou maior valor de coeficiente de determinação ($R^2 = 0,935$, EPE = 1,79%). Além de concordantes, os modelos apresentaram a tendência de superestimar os valores de %G de indivíduos mais magros e subestimar os valores dos mais obesos (figura 15a, 16a e 17a). Autores relatam que a tecnologia de DXA quando comparada a métodos multicompartimentais mais precisos tende a superestimar o %G em crianças obesas e subestimar em magros (SOPHER et al., 2004; SILVA et al., 2013), fato que pode fortalecer as equações deste estudo em futuras pesquisas de validação com métodos multicomportamentais.

O emprego de regressão múltipla linear para o desenvolvimento de equações confronta os modelos quadráticos dos modelos existentes (DURNIN; WOMERSLEY, 1974; LOHMAN, 1986; SLAUGHTER et al., 1988). Tal opção fundamenta-se na histórica relação curvilínea entre Dc com a gordura corporal, isso mensurado com a técnica de PH, contudo aprimoramento tecnológico alcançado com a DXA e a facilidade de se medir diretamente a MG e MIG apontaram os métodos lineares como melhor opção.

Evidencia-se uma dificuldade em diagnosticar o sobrepeso e a obesidade a partir do %G em adolescentes brasileiros. Assim, um método que forneça uma avaliação precisa desta população é fundamental para o sistema de saúde público, possibilitando o desenvolvimento estratégico de medida para combate a essa epidemia, como recomendado pela OMS (OMS, 2014).

Estudos que procuraram a validação de equações desenvolvidas a partir de amostras de indivíduos norte-americanos, japoneses e até mesmo europeus em populações brasileiras apontaram elevados erros quando comparados a métodos laboratoriais de avaliação indireta da CC (GUEDES; SAMPEDRO, 1985; GUEDES, 2013; RIPKA et al., 2016).

A utilização de uma amostra numerosa e heterogênea é outro fator definitivo para o sucesso deste estudo, uma vez que não se encontra, concomitantemente, essas características nas equações desenvolvidas no Brasil (YONAMINE; PIRES-NETO, 2000).

Além disso, cabe destacar que o desenvolvimento das equações tendo como base apenas a população masculina justifica-se pelo fato que as diferenças fisiológicas entre os gêneros, somadas com a peculiaridade da distribuição de gordura em meninas devem ser consideradas em testes, exames e treinamentos de modo a não comprometer os procedimentos estatísticos aplicados (GUYTON; HALL, 2011; RIPKA; ULBRICHT; GEWEHR, 2014).

Nessa pesquisa não houve a possibilidade de um controle do estado maturacional dos adolescentes. Cintra et al. (2013) destacam que na adolescência meninas tendem a um ganho de gordura significativamente maior que meninos. Wilmore e Costill (2013) citam que na adolescência a CC difere-se acentuadamente entre os gêneros, sobretudo nas meninas devido a alterações endócrinas relacionadas aos hormônios: folículo-estimulante (FSH), luteinizante (LH) e o estrogênio que influenciam no desenvolvimento de mamas, coxas, quadril e enzimas controladoras da gordura.

Desta maneira, restringir a amostra a meninos pareceu ser uma estratégia válida para o desenvolvimento de modelos mais exatos, concordantes e sem viés de coleta de dados.

6 CONCLUSÕES

Este estudo teve como objetivo desenvolver e validar novos modelos matemáticos para estimativa da massa gorda, através do %G, em adolescentes utilizando como base as medidas de DC e tendo como referência a DXA. Para tanto 416 sujeitos com idades entre 12 e 17 anos foram avaliados.

Quanto ao estado nutricional verifica-se um cenário de sobrepeso e obesidade nos adolescentes onde 38,3% foram considerados com algum excesso de massa gorda de acordo com a classificação a partir do %G. Essa condição associada com os elevados níveis de inatividade física (40,4%) e sedentarismo (30,4%) reforçam o preocupante contexto que se vive nacionalmente e mundialmente. Apesar do entendimento da obesidade como doença epidêmica ser recente, onde se destaca que até algum tempo atrás questões envolvendo essa complicação não eram preocupação passível de intervenções de políticas públicas, o que se verifica com os dados encontrados, é um quadro que pode representar, no longo prazo, imensuráveis complicações para a população e para o SUS.

A relação entre faixa etária e gordura corporal vai ao encontro da literatura mundial, onde nota-se decréscimo dos valores de gordura entre 12 – 16 anos. A correlação negativa verificada entre o %G e a idade corroboram com essa informação ($r = -0,400$; $p = 0,000$). Além disso, para os meninos, a adolescência é o período em que se verifica o maior ganho de massa muscular associado com o aumento da produção de testosterona, e conseqüentemente espera-se uma baixa quantidade na massa de gordura. Fatores que explicam os resultados encontrados nesta pesquisa.

O impacto da gordura corporal na densidade mineral óssea sugere que o sobrepeso e a obesidade, classificada a partir do %G associa-se negativamente na DMO de adolescentes ($r=-0,358$; $p = 0,000$ em Corpo Total). Também foi encontrada uma associação positiva entre o IMC com a DMO. Isso fortalece a necessidade de cautela do avaliador na escolha do método de diagnóstico a ser aplicado, pois a divergência dos resultados é clara. Além disso, reforça-se a necessidade de prevenção e controle do excesso de gordura corporal para adolescentes, pois, considerado as comorbidades associadas à obesidade como: complicação cardíaca, respiratória e psicossocial nota-se um campo que, no longo prazo, pode relacionar-se a distúrbios ósseos precoces. Entretanto, devido à incerteza envolvendo a gordura e o tecido ósseo, mais pesquisas com o tema são sugeridas, principalmente envolvendo o gênero feminino, biomarcadores sanguíneos e estudos longitudinais.

Quanto à proposta de curvas de referência para a distribuição de gordura conclui-se que os parâmetros L, M e S e os percentis criados para percentual de gordura são ferramentas interessantes para análises de tendência e evolução, bem como para que se façam inferências sobre o estado da CC de adolescentes. Por ser caracterizado com um país continental sugere-se constante avaliação e correção de parâmetros de referência sobre percentual de gordura em crianças e adolescentes, principalmente por essa ser uma fase crítica de aquisição de características antropométricas.

Em análise comparativa do %G avaliado pela DXA com os resultados obtidos pelas equações mais comumente aplicadas na literatura: Slaughter et al. (1988), Durnin e Rahaman (1967), Durnin e Womersley (1974), Lohman (1986), Flavel et al. (2012) e Deurenberg et al. (1991), encontrou-se valor máximo e mínimo de $R^2 = 0,801$; $EPE = 4,39$ (Flavel et al.) e $R^2 = 0,384$; $EPE = 4,23$ (Deurenberg et al.), respectivamente. Nenhum dos autores foi concordante com o método de referência por DXA para a população estudada. Esses resultados indicam que a utilização desses modelos pode levar a obtenção de diagnóstico errado e inconsistente da CC dos adolescentes.

Quanto ao desenvolvimento de novos modelos matemáticos, três equações lineares com valores de R^2 e EPE iguais a: (M1) $R^2 = 0,935$; $EPE = 1,79$; (M2) $R^2 = 0,912$; $EPE = 1,78$; (M3) $R^2 = 0,850$; $EPE = 1,87$ foram apresentados. Todos atendendo concordantes com a DXA.

Assim, nota-se que foi possível desenvolver modelos para estimativa na massa gorda, através do método de DC, mais exatos para avaliação da população em relação aos existentes na literatura. Destaca-se que outro ponto forte deste trabalho está na metodologia empregada, pois os modelos apresentados atenderam valores adequados de R^2 e EPE previstos na literatura, além de um controle de colinearidade das variáveis, normalidades dos resíduos, homoscedasticidade, praticidade e a utilização da tecnologia de DXA como método de referência. Pois, como relatado ao longo da tese, muitas das equações desenvolvidas para a estimativa do %G não descrevem o controle estatístico para a obtenção dos resultados, bem como não justificam os tamanhos amostrais empregados, os quais são, na maioria das vezes, estatisticamente insuficientes.

É importante enfatizar que as formas matemáticas que foram apresentadas as equações estão em consonância com os modelos mundiais, ou seja, para um profissional da área com conhecimento em avaliação física, os modelos são de simples aplicação, visto que incluem apenas relações lineares.

A realização de testes de validação para os modelos matemáticos propostos, a partir de uma amostra diferente da utilizada no desenvolvimento inicial, possibilitou verificar forte correlação com a DXA, sendo: (M1) $r = 0,874$; $EPE = 2,45$; $t = -0,822$; $p > 0,05$, (M2) $r = 0,836$; $EPE = 2,83$; $t = -0,831$; $p > 0,05$ e (M3) $r = 0,827$; $EPE = 2,75$; $t = -0,597$; $p > 0,05$).

Também se destaca que o conhecimento da CC, através do %G de um adolescente, é importante para acompanhamento do seu crescimento. Além de ser mais valioso do que o mero conhecimento da sua massa corporal e estatura.

Finalmente, países em desenvolvimento como o Brasil, são os mais suscetíveis ao aumento da prevalência da obesidade na infância e adolescência. Desta maneira, necessitam de técnicas de avaliação da CC de baixo custo, elevada praticidade e boa exatidão, de modo a proporcionar um diagnóstico de qualidade para a população.

6.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Esta tese apresentou limitações quanto às variáveis de controle dos resultados da CC como: a) não foi possível aplicar técnicas laboratoriais mais sofisticadas para estudo de todos os componentes que compõem o corpo como, por exemplo, a diluição de isótopos. Tal limitação deve-se ao elevado custo do procedimento, bem como à dificuldade de utilização em larga escala. Contudo, o método da DXA utilizado é considerado um padrão de referência, de forma a não inviabilizar a qualidade dos resultados; b) não foi avaliado o estado maturacional dos adolescentes defendido por alguns autores. Contudo, considera-se o texto subjetivo e com dificuldades intrínsecas para a sua aplicação, além do constrangimento gerado nos sujeitos, exigência de local específico e a hesitação dos pais; c) limitação demográfica, pois, apesar de ser realizado um estudo para análise generalizada da CC de adolescentes, foram coletados dados apenas da região metropolitana de Curitiba (composta pelo município de Curitiba e outros 29 municípios). Mesmo encontrando-se uma miscigenação na região delimitada, um estudo multicêntrico seria considerado o ideal para desenvolvimento de um método mais confiável para ser aplicado a nível nacional para o desenvolvimento de equações da CC.

6.2 TRABALHOS FUTUROS

A continuação de trabalhos na linha de pesquisa envolvendo a adolescência, estado nutricional e composição corporal é de grande valia para a literatura nacional, principalmente pelas constantes recomendações da OMS na saúde do adolescente e o impacto do sobrepeso e obesidade nessa faixa etária.

Sugere-se extensão de estudos em:

- (1) Utilização de métodos multicomportamentais para validação dos modelos matemáticos preditivos apresentados neste estudo;
- (2) Ampliação da pesquisa em um estudo multicêntrico, para o aprimoramento dos modelos, a fim de ser aplicado em nível nacional;
- (3) Desenvolvimento de novos modelos para predição da gordura corporal em adolescentes do gênero feminino;
- (4) Realização de estudos longitudinais envolvendo a densidade mineral óssea e a sua correlação com a gordura corporal;
- (5) Associação da gordura corporal com marcadores bioquímicos para o diagnóstico da obesidade.

REFERÊNCIAS

ABEP, Associação Brasileira De Empresas De Pesquisa. 2008. Critério De Classificação Econômica Brasil. Disponível em: <http://www.abep.org/Servicos/Download.aspx?id=07>. Acesso em 14 fev. 2013

ACSM, American College of Sports Medicine. **ACSM'S Health-Related Physical Fitness Assessment Manual**. Rio de Janeiro:Guanabara Koogan, 2006.

ACSM, American College of Sports Medicine. **ACSM'S Exercise Management for Persons with Chronic Diseases and Disabilities**. Illinois, Human Kinetics Publishers, 2003.

ADDO, O Yaw ; HIMES, John H. Reference Curves for Triceps and Subscapular Skinfold Thicknesses in Us Children and Adolescents. **The American journal of clinical nutrition** v. 91, n. 3, p. 635-642, 2010.

ALBANESE, Carlina V; DIESSEL, Evelyn; GENANT, Harry K. Clinical Applications of Body Composition Measurements Using Dxa. **Journal of Clinical Densitometry** v. 6, n. 2, p. 75-85, 2003.

ALLENDER, Steven; RAYNER, Mike. The Burden of Overweight and Obesity-Related Ill Health in the Uk. **Obesity reviews** v. 8, n. 5, p. 467-473, 2007.

ARNOLD, Melina; LEITZMANN, Michael; FREISLING, Heinz; BRAY, Freddie; ROMIEU, Isabelle; RENEHAN, Andrew, et al. Obesity and Cancer: An Update of the Global Impact. **Cancer epidemiology** v. 41, n. p. 8-15, 2016.

BACOPOULOU, Flora; EFTHYMIOU, Vasiliki; LANDIS, Georgios; RENTOUMIS, Anastasio ; CHROUSOS, George P. Waist Circumference, Waist-to-Hip Ratio and Waist-to-Height Ratio Reference Percentiles for Abdominal Obesity among Greek Adolescents. **BMC pediatrics** v. 15, n. 1, p. 50, 2015.

BAHIA, Luciana; ARAÚJO, Denizar Vianna. Impacto Econômico Da Obesidade No Brasil. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto** v. 13, n. 1, p. 2014.

BAHIA, Luciana; COUTINHO, Evandro Silva F; BARUFALDI, Laura A; DE AZEVEDO Abreu, Gabriela; MALHÃO, Thainá A; De Souza, Camila P Ribeiro, et al. The Costs of Overweight and Obesity-Related Diseases in the Brazilian Public Health System: Cross-Sectional Study. **BMC Public Health** v. 12, n. 1, p. 440, 2012.

BAZZOCCHI, Alberto; DIANO, Danila; PONTI, Federico; SALIZZONI, Eugenio; ALBISINNI, Ugo; MARCHESINI, Giulio, et al. A 360-Degree Overview of Body Composition in Healthy People: Relationships among Anthropometry, Ultrasonography, and Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. **Nutrition** v. 30, n. 6, p. 696-701, 2014.

BEHNKE, Albert Richard; WILMORE, Jack H. **Evaluation and Regulation of Body Build and Composition**. Prentice Hall, 1974.

BERALDO, Lucas M.; GUIMARÃES, Inácio A.; ROMANELLI, Eduardo; ULBRICHT, Leandra. Avaliação Da Análise De Composição Corporal Por Equações Baseadas Em Dxa Entre Adolescentes. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA, Foz do Iguaçu, 2016. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2016.

BERGMAN, Richard N; STEFANOVSKI, Darko; BUCHANAN, Thomas A; SUMNER, Anne E; REYNOLDS, James C; SEBRING, Nancy G, et al. A Better Index of Body Adiposity. **Obesity** v. 19, n. 5, p. 1083-1089, 2011.

BLAND, J. Martin; ALTMAN, Douglas G. Statistical Methods for Assessing Agreement between Two Methods of Clinical Measurement. **The lancet** v. 327, n. 8476, p. 307-310, 1986.

BOILEAU, R.; LOHMAN, T. ; SLAUGHTER, M. Exercise and Body Composition of Children and Youth. **Scand J Sports Sci** v. 7, n. 1, p. 17-27, 1985.

BRAITHWAITE, I.; STEWART, A. W.; HANCOX, R. J.; BEASLY, R.; MURPHY, R. ; MITCHELL, E. A. The Worldwide Association between Television Viewing and Obesity in Children and Adolescents: Cross Sectional Study. **PlosOne** v. 8, n. 9, p. e74263, 2013.

BRAMBILLA, P.; BEDOGNI, G; HEO, M.; PIETROBELLI, A. Waist Circumference-to-Height Ratio Predicts Adiposity Better Than Body Mass Index in Children and Adolescents. **International Journal of Obesity** v. 37, n. 7, p. 943-946, 2013.

BRANCA, Francesco; NIKOGOSIAN, Haik ; LOBSTEIN, Tim. **The Challenge of Obesity in the Who European Region and the Strategies for Response**. Copenhagen:WHO Regional Office for Europe, 2007.

BRASIL, ECA. Estatuto Da Criança E Do Adolescente. **Lei Federal** v. 8, n. p. 1990.

BROŽEK, J. ; KEYS, A. The Evaluation of Leanness-Fatness in Man: Norms and Interrelationships. **British Journal of nutrition** v. 5, n. 02, p. 194-206, 1951.

CABRERA, Thays Fernanda Castilho; CORREIA, Ingrid Fernandes Leite; SANTOS, Daiane Oliveira Dos; PACAGNELLI, Francis Lopes; PRADO, Maria Tereza Artero; SILVA, Talita Dias Da, et al. Análise Da Prevalência De Sobrepeso E Obesidade E Do Nível De Atividade Física Em Crianças E Adolescentes De Uma Cidade Do Sudoeste De São Paulo. **Revista brasileira de crescimento e desenvolvimento humano** v. 24, n. 1, p. 67-72, 2014.

CAO, Jay J. Effects of Obesity on Bone Metabolism. **Journal of orthopaedic surgery and research** v. 6, n. 1, p. 1, 2011.

CARVALHO, Wellington Roberto Gomes De; GONÇALVES, Ezequiel Moreíra; RÍBEIRO, Roberto Regís; FARIAS, Edson Santos; CARVALHO, Sara Silveira Penido De ; Guerra-Júnior, Gil. Influência Da Composição Corporal Sobre a Massa Óssea Em Crianças E Adolescentes. **Rev. Assoc. Med. Bras.** v. 57, n. 6, p. 662-667, 2011.

CEZAR, Cláudia. Alguns Aspectos Básicos Para Uma Proposta De Taxionomia No Estudo Da Composição Corporal, Com Pressupostos Em Cineantropometria. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte** v. 6, n. 5, p. 188-193, 2000.

CHEN, Li-Jung; FOX, Kenneth R; Haase, A ; WANG, Junn-Ming. Obesity, Fitness and Health in Taiwanese Children and Adolescents. **European journal of clinical nutrition** v. 60, n. 12, p. 1367-1375, 2006.

CICEK, Betul; OZTURK, Ahment; UNALAN, Dement; BAYAT, Meral; MAZICIOGLU, Mustafa Mumtaz ; KURTOGLU, Selim. Four-Site Skinfolts and Body Fat Percentage References in 6-to-17 Year Old Turkish Children and Adolescents. **J Pak Med Assoc** v. 64, n. 10, p. 2014.

CINTRA, Isa De Pádua ; FERRARI, Gerson Luis De Moraes ; SOARES, Ana Carolina De Sousa Vieira; PASSOS, Maria Aparecida Zanetti; FISBERG, Mauro ; DE SOUZA Vitalle, Maria Sylvania. Body Fat Percentiles of Brazilian Adolescents According to Age and Sexual Maturation: A Cross-Sectional Study. **BMC pediatrics** v. 13, n. 1, p. 1, 2013.

CLARYS, J.; PROVYN, S.; MARFELL-JONES, M. Cadaver Studies and Their Impact on the Understanding of Human Adiposity. **Ergonomics** v. 48, n. 11-14, p. 1445-1461, 2005.

COCHRAN, William G. **Sampling Techniques**. 3a:John Wiley & Sons, 1977.

CODOGNO, Jamile S; TURI, Bruna C; SARTI, Flávia M; FERNANDES, Rômulo A ; MONTEIRO, Henrique L. The Burden of Abdominal Obesity with Physical Inactivity on Health Expenditure in Brazil. **Motriz: Revista de Educação Física** v. 21, n. 1, p. 68-74, 2015.

COLE, Lorna; MOSSMAN, Edward ; MCCLUNG, Michael. Cross Calibration of Ge-Lunar Idxa and Prodigy Bone Densitometers. **Journal of Clinical Densitometry** v. 9, n. 2, p. 238, 2006.

COLE, Timothy J ; GREEN, Pamela J. Smoothing Reference Centile Curves: The Lms Method and Penalized Likelihood. **Statistics in medicine** v. 11, n. 10, p. 1305-1319, 1992.

COLQUITT, Jill L; LOVEMAN, Emma; O'MALLEY, Claire; AZEVEDO, Liane B; MEAD, Emma; AL-KHUDAIRY, Lena, et al. Diet, Physical Activity, and Behavioural Interventions for the Treatment of Overweight or Obesity in Preschool Children up to the Age of 6 Years. **The Cochrane Library** v. n. p. 2016.

CONDE, Wolney L ; MONTEIRO, Carlos A. Body Mass Index Cutoff Points for Evaluation of Nutritional Status in Brazilian Children and Adolescents. **Jornal de Pediatria** v. 82, n. 4, p. 266-272, 2006.

CONDE, Wolney Lisboa ; BORGES, Camila. O Risco De Incidência E Persistência Da Obesidade Entre Adultos Brasileiros Segundo Seu Estado Nutricional Ao Final Da Adolescência. **Rev Bras Epidemiol** v. 14, n. 1, p. 71-79, 2011.

COOPER, Donald ; SCHINDLER, Pamela. **Métodos De Pesquisa Em Administração**. 12^a. Porto Alegre:Bookman, 2016.

COSSIO-BOLAÑOS, M.A.; ARRUDA, M. ; DE MARCO, A. Correlación Entre El Índice De Masa Corporal Y Las Circunferencias Corporales De Niños De 4 a 10 Años. **An. Fac. med** v. 71, n. 2, p. 79-82, 2010.

DAMIANI, Durval; CARVALHO, Débora Pereira De; OLIVEIRA, Renata Giudice De. Obesidade Na Infância–Um Grande Desafio. **Pediatria moderna** v. 36, n. 8, p. 489-528, 2000.

DANCEY, Christine P ; REIDY, John. Estatística Sem Matemática: Para Psicologia Usando Spss Para Windows. **Estatística Sem Matemática: Para Psicologia Usando Spss Para Windows**, Artmed, 2006.

DANIELS, Stephen R; KHOURY, Philip R ; MORRISON, John A. Utility of Different Measures of Body Fat Distribution in Children and Adolescents. **American journal of epidemiology** v. 152, n. 12, p. 1179-1184, 2000.

DE MELLO, M.T.; DÂMASO, A.R.; ANTUNES, H.K.M.; SIQUEIRA, K.O.; CASTRO, M.L.; Bertolino, S.V., et al. Avaliação Da Composição Corporal Em Adolescentes Obesos: O Uso De Dois Diferentes Métodos. v. n. p. 2005.

DE ONIS, Mercedes; BLÖSSNER, Monika; BORGHI, Elaine. Global Prevalence and Trends of Overweight and Obesity among Preschool Children. **The American journal of clinical nutrition** v. 92, n. 5, p. 1257-1264, 2010.

DENTON, Nathan ; KARPE, Fredrik. Measuring Body Composition and Regional Fat Mass Accurately. **Practical Diabetes** v. 33, n. 7, p. 224-226, 2016.

DEURENBERG, Paul; WESTSTRATE, Jan A.; SEIDELL, Jaap C. Body Mass Index as a Measure of Body Fatness: Age-and Sex-Specific Prediction Formulas. **Br J Nutr** v. 65, n. 2, p. 105-114, 1991.

DEZENBERG, Carl V.; NAGY, Timothy R; GOWER, Barbara Ann; JOHNSON, R ; GORAN, Michael I. Predicting Body Composition from Anthropometry in Pre-Adolescent Children. **International Journal of Obesity** v. 23, n. 3, p. 253-259, 1999.

DISMUKE, Clara ; Lindrooth, Richard. Ordinary Least Squares. **Methods and Designs for Outcomes Research** v. 93, n. p. 2006.

DUARTE, Sebastião Junior Henrique; FERREIRA, Sueli Francisca ; DOS SANTOS, Neuci Cunhas. Desafios De Enfermeiros Da Estratégia Saúde Da Família Na Implantação Do Programa Saúde Do Adolescente. **Revista Eletrônica de Enfermagem** v. 15, n. 2, p. 479-486, 2013.

DURNIN, J.; 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. **British Journal of nutrition** v. 32, n. 01, p. 77-97, 1974.

DURNIN, J.; RAHAMAN, M. The Assessment of the Amount of Fat in the Human Body from Measurements of Skinfold Thickness. **British Journal of nutrition** v. 21, n. 03, p. 681-689, 1967.

EISENMANN, Joey C.; HEELAN, Kate A. ; WELK, Gregory J. Assessing Body Composition among 3-to 8-Year-Old Children: Anthropometry, BIA, and DXA. **Obesity research** v. 12, n. 10, p. 1633-1640, 2012.

EL KHAYAT, Ha; EMAM, Ek; HASSAN, Ne; KANDEEL, Wa; ELAGOUZA, Ia ; ZAKI, Me. Impact of Body Fat Mass on Bone Mineral Density and Content and on Serum Level of C-Terminal Telopeptide of Type 1 Collagen among Overweight and Obese Children and Adolescents. **J of Applied Sci Res** v. 9, n. 1, p. 770, 2013.

ELBERG, Jane; MCDUFFIE, Jennifer R; SEBRING, Nancy G; SALAITA, Christine; KEIL, Margaret; ROBOTHAM, Delphine, et al. Comparison of Methods to Assess Change in Children's Body Composition. **The American journal of clinical nutrition** v. 80, n. 1, p. 64-69, 2004.

ELLIS, Kenneth J. Human Body Composition: In Vivo Methods. **Physiological reviews** v. 80, n. 2, p. 649-680, 2000.

FARIA, Alethéa Guimarães; RIBEIRO, Maria Angela Go; MARSON, Fernando Augusto Lima; SCHIVINSKI, Camila Isabel S; SEVERINO, Silvana Dalge; RIBEIRO, José Dirceu, et al. Effect of Exercise Test on Pulmonary Function of Obese Adolescents. **Jornal de Pediatria** v. 90, n. 2, p. 242-249, 2014.

FARIAS, Edson dos Santos ; SALVADOR, Maria Regina D. Antropometria, Composição Corporal E Atividade Física De Escolares; Anthropometric, Body Composition and Physical Activity of Students. **Rev. bras. cineantropom. desempenho hum** v. 7, n. 1, p. 21, 2005.

FIELD, Andy. Descobrimo a Estatística Utilizando O SPSS. **Porto Alegre: Artmed.** 2009.

FIGUEIREDO, Cláudia; SANTOS, Daniel; SOUZA, Michele; SEABRA, André ; MAIA, José. Obesidade E Sobrepeso Em Adolescentes: Relação Com Atividade Física, Aptidão Física, Maturação Biológica E" Status" Socioeconômico. **Rev Bras de Educ Fís Esporte** v. 25, n. 2, p. 225-235, 2011.

FINKELSTEIN, Eric A; TROGDON, Justin G; COHEN, Joel W ; DIETZ, William. Annual Medical Spending Attributable to Obesity: Payer-and Service-Specific Estimates. **Health affairs** v. 28, n. 5, p. w822-w831, 2009.

FLAVEL, Nicole A; OLDS, Timothy S; BUCKLEY, Jonathan D; HAREN, Matthew T ; Petkov, John. Anthropometric Estimates of Total and Regional Body Fat in Children Aged 6-17 Years. **Acta Paediatrica** v. 101, n. 12, p. 1253-1259, 2012.

FONSECA-JUNIOR, Sidnei Jorge; OLIVEIRA, Aldair J; LOUREIRO, Luiz Lannes; PIERUCCI, Anna Paola Trindade. Validity of Skinfold Equations, against Dual-Energy X-Ray Absorptiometry, in Predicting Body Composition in Adolescent Pentathletes. **Pediatric Exercise Science** v. n. p. 1-22, 2016.

FONSECA, Romulo Maia Carlos; PEREIRA, Rinaldo Wellerson ; DE FRANÇA, Nanci Maria. Conteúdo E Densidade Mineral Óssea De Adolescentes Do Sexo Feminino. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum** v. 13, n. 5, p. 354-360, 2011.

FOO, Leng Huat; TEO, Pey Sze; ABDULLAH, Nurul Fadhilah; AZIZ, Mohd Ezane; HILLS, Andrew P. Relationship between Anthropometric and Dual Energy X-Ray Absorptiometry Measures to Assess Total and Regional Adiposity in Malaysian Adolescents. **Asia Pacific journal of clinical nutrition** v. 22, n. 3, p. 348-356, 2013.

FRAINER, Deivis Elton Schlickmann; VASCONCELOS, Francisco De Assis Guedes De; COSTA, Larissa Da Cunha Feio; GROSSEMAN, Suely. Body Fat Distribution in Schoolchildren: A Study Using the Lms Method. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte** v. 19, n. 5, p. 317-322, 2013.

FRANKS, Pw; HANSON, RI; KNOWLER, Wc; SIEVERS, MI ; BENNETT, Ph. Childhood Obesity, Other Cardiovascular Risk Factors, and Premature Death. **N Engl J Med** v. 362, n. p. 485-493, 2010.

FREDERICK, Carl B; SNELLMAN, Kaisa ; PUTNAM, Robert D. Increasing Socioeconomic Disparities in Adolescent Obesity. **Proceedings of the National Academy of Sciences** v. 111, n. 4, p. 1338-1342, 2014.

FREEDMAN, David S; OGDEN, Cynthia L; BLANCK, Heidi M; BORRUD, Lori G ; DIETZ, William H. The Abilities of Body Mass Index and Skinfold Thicknesses to Identify Children with Low or Elevated Levels of Dual-Energy X-Ray Absorptiometry– Determined Body Fatness. **The Journal of pediatrics** v. 163, n. 1, p. 160-166, 2013.

FREEDMAN, David S; OGDEN, Cynthia L; GOODMAN, Alyson B ; BLANCK, Heidi M. Skinfolds and Coronary Heart Disease Risk Factors Are More Strongly Associated with Bmi Than with the Body Adiposity Index. **Obesity** v. 21, n. 1, p. E64-E70, 2013.

FREEDMAN, David S; OGDEN, Cynthia L ; KIT, Brian K. Interrelationships between Bmi, Skinfold Thicknesses, Percent Body Fat, and Cardiovascular Disease Risk Factors among Us Children and Adolescents. **BMC pediatrics** v. 15, n. 1, p. 1, 2015.

FRYAR, Cheryl D.; CARROLL, Margaret D.; OGDEN, Cynthia L. Prevalence of Obesity among Children and Adolescents: United States, Trends 1963–1965 through 2009–2010. **National Center for Health Statistics** v. n. p. 1960-2002, 2012.

GALLAHUE, David L. ; OZMUN, John C. **Compreendendo O Desenvolvimento Motor: Bebês, Crianças, Adolescentes E Adultos**. 7ª. Porto Alegre:Artmed, 2013.

GIBBY, Jacob T; NJERU, Dennis K; CVETKO, Steve T; HEINY, Eric L; CREER, Andrew R ; GIBBY, Wendell A. Whole-Body Computed Tomography-Based Body Mass and Body Fat Quantification: A Comparison to Hydrostatic Weighing and Air Displacement Plethysmography. **Journal of Computer Assisted Tomography** v. n. p. 2016.

GIL, Antônio C. **Como Elaborar Projetos De Pesquisa**. São Paulo:Atlas, 2002.

GONÇALVES, Vivian Siqueira Santos; DE FARIA, Eliane Rodrigues; FRANCESCHINI, Sylvia Do Carmo Castro ; PRIORE, Silvia Eloiza. Predictive Capacity of Different Bioelectrical Impedance Analysis Devices, with and without Protocol, in the Evaluation of Adolescents. **Jornal de Pediatria** v. 89, n. 6, p. 567-574, 2013.

GOYAL, Ramesh K; SHAH, Vitthaldas N; SABOO, Banshi D; PHATAK, Sanjiv R; SHAH, Navneet N; GOHEL, Mukesh C, et al. Prevalence of Overweight and Obesity in Indian Adolescent School Going Children: Its Relationship with Socioeconomic Status and Associated Lifestyle Factors. **The Journal of the Association of Physicians of India** v. 58, n. p. 151-158, 2010.

GUEDES, Dartagnan Pinto Estudo Da Gordura Corporal Através Da Mensuração Dos Valores De Densidade Corporal E Da Espessura De Dobras Cutâneas Em Universitários. **Kinesis** v. 2, n. p. 183-212, 1985.

GUEDES, Dartagnan Pinto; ELISABETE, J.; GUEDES, R.P. ; SABBATINI, D. Atividade Física Habitual E Aptidão Física Relacionada À Saúde Em Adolescentes. **Rev. Bras. Ciênc. e Mov. Brasília** v. 10, n. 1, p. 2002.

GUEDES, Dartagnan Pinto. Procedimentos Clínicos Utilizados Para Análise Da Composição Corporal. **Rev. bras. cineantropom. desempenho hum** v. 15, n. 1, p. 113-129, 2013.

GUEDES, Dartagnan Pinto ; SAMPEDRO, Renan Maximiliano Fernandes. Tentativa De Validação De Equações Para Predição Dos Valores De Densidade Corporal Com Base Nas Espessuras De Dobras Cutâneas Em Universitários. **Rev. bras. ciênc. esporte** v. 6, n. 3, p. 182-191, 1985.

GUERRA, Paulo Henrique; DA SILVEIRA, Jonas Augusto Cardoso ; SALVADOR, Emanuel Péricles. Physical Activity and Nutrition Education at the School Environment Aimed at Preventing Childhood Obesity: Evidence from Systematic Reviews. **Jornal de Pediatria (Versão em Português)** v. 92, n. 1, p. 15-23, 2016.

GUIMARÃES, Isabel Cristina Britto; ALMEIDA, Alessandro Moura De; SANTOS, Adiméia Souza; BARBOSA, Daniel Batista Valente ; GUIMARÃES, Armênio Costa. Blood Pressure: Effect of Body Mass Index and of Waist Circumference on Adolescents. **Arquivos brasileiros de cardiologia** v. 90, n. 6, p. 426-432, 2008.

GUO, Shumei Sun; WU, Wei; CHUMLEA, William Cameron ; ROCHE, Alex F. Predicting Overweight and Obesity in Adulthood from Body Mass Index Values in Childhood and Adolescence. **The American journal of clinical nutrition** v. 76, n. 3, p. 653-658, 2002.

GUYTON, Arthur C. ; Hall, John E. **Tratado De Fisiologia Médica**. Rio de Janeiro:Elsevier, 2011.

HANCOX, R. J. ; POULTON, R. Watching Television Is Associated with Childhood Obesity: But Is It Clinically Important? **Int J Obes** v. 30, n. p. 171-175, 2006.

HARIRI, Ahmad A; OLIVER, Nicholas S; JOHNSTON, Desmond G; STEVENSON, John C; GODSLAND, Ian F. Adiposity Measurements by Bmi, Skinfolds and Dual Energy X-Ray Absorptiometry in Relation to Risk Markers for Cardiovascular Disease and Diabetes in Adult Males. **Disease Markers** v. 35, n. 6, p. 753-764, 2013.

HELBA, Maura ; Binkovitz, LARRY A. Pediatric Body Composition Analysis with Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. **Pediatric radiology** v. 39, n. 7, p. 647-656, 2009.

HEYMSFIELD, Steven B; LICHTMAN, Steven; BAUMGARTNER, Richard N; WANG, Jack; KAMEN, Yakov; ALIPRANTIS, Antonios, et al. Body Composition of Humans: Comparison of Two Improved Four-Compartment Models That Differ in Expense, Technical Complexity, and Radiation Exposure. **The American journal of clinical nutrition** v. 52, n. 1, p. 52-58, 1990.

HEYWARD, V.H. ; Wagner, D.R. **Applied Body Composition Assessment**. Human Kinetics Publishers, 2004.

HIRAKATA, Vânia Naomi ; CAMEY, Suzi Alves. Análise De Concordância Entre Métodos De Bland-Altman. **Revista HCPA. Porto Alegre. Vol. 29, no. 3 (2009), p. 261-268.** v. n. p. 2009.

HOLOGIC. Discovery Dxa System: Advanced Health Assessment, 2012. Disponível em: <http://www.brownsmedicalimaging.com/wp-content/uploads/HOLOGIC-DXA-Discovery-Specs.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2016

HORTALE, Virgínia Alonso; MOREIRA, Carlos Otávio Fiúza; DE ANDRADE Bodstein, Regina Cele ; RAMOS, Célia Leitão. **Pesquisa Em Saúde Coletiva: Fronteiras, Objetos E Métodos**.SciELO-Editora FIOCRUZ, 2010.

HUSSAIN, Zainab; Jafar, TAZEEN; Uz Zaman, MASEEH; Parveen, Riffat ; SAEED, Farzan. Correlations of Skin Fold Thickness and Validation of Prediction Equations Using Dexa as the Gold Standard for Estimation of Body Fat Composition in Pakistani Children. **BMJ open** v. 4, n. 4, p. e004194, 2014.

IBGE, Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Censo Demográfico. 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 set. 2014

IBGE, Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. 2010. Pesquisa De Orçamentos Familiares 2008-2009: Antropometria E Estado Nutricional De Crianças, Adolescentes E Adultos No Brasil. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_encaa/pof_20082009_encaa.pdf. Acesso em: 6 nov. 2014.

IFEOMA, F Odo; LAWRENCE, Us ; NENE, Uchendu. The Relationship among Body Composition and Body Mass Index in a Population of Adolescents in Enugu State, Nigeria. **Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci** v. 4, n. 1, p. 884-897, 2015.

IHME, Institute for Health Metrics and Evaluation. (2014). Overweight and Obesity Patterns (Bmi>25) for Men 10-14. Disponível em: <http://vizhub.healthdata.org/obesity/>. Acesso em: 10 jan. 2017,

ITO, Igor Hideki; MANTOVANI, Alessandra Madia; AGOSTINETE, Ricardo Ribeiro; COSTA, Paulo; ZANUTO, Edner Fernando; CHRISTOFARO, Diego Guillian Destro, et al. Practice of Martial Arts and Bone Mineral Density in Adolescents of Both Sexes. **Revista Paulista de Pediatria (English Edition)** v.34, n. 2, p. 210-5, 2016.

JACKSON, A.S. ; POLLOCK, M.L. Generalized Equations for Predicting Body Density of Men. **British Journal of nutrition** v. 40, n. 03, p. 497-504, 1978.

JAVED, A; JUMEAN, M; MURAD, Mohammad H; OKORODUDU, D; KUMAR, S; SOMERS, V., et al. Diagnostic Performance of Body Mass Index to Identify Obesity as Defined by Body Adiposity in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Pediatric obesity** v. 10, n. 3, p. 234-244, 2015.

JAWORSKI, Maciej; KUŁAGA, Zbigniew; PŁUDOWSKI, Paweł; GRAJDA, Aneta; Gurzkowska, Beata; NAPIERALSKA, Ewelina, et al. Population-Based Centile Curves for

Triceps, Subscapular, and Abdominal Skinfold Thicknesses in Polish Children and Adolescents—the Olaf Study. **European journal of pediatrics** v. 171, n. 8, p. 1215-1221, 2012.

JEDDI, Marjan; DABBAGHMANESH, Mohammad Hossein; OMRANI, Gholamhossein Ranjbar; AYATOLLAHI, Sayed Mohammad Taghi; BAGHERI, Zahra; BAKHSHAYESHKARAM, Marzieh. Relative Importance of Lean and Fat Mass on Bone Mineral Density in Iranian Children and Adolescents. **International journal of endocrinology and metabolism** v. 13, n. 3, p. 2015.

JOHNSON, Kelly E; MILLER, Brian; JUVANCIC-Heltzel, Judith A; AGNOR, Sarah E; Kiger, Dana L; KAPPLER, Rachele M, et al. Agreement between Ultrasound and Dual-Energy X-Ray Absorptiometry in Assessing Percentage Body Fat in College-Aged Adults. **Clinical physiology and functional imaging** v. n. p. 2014.

JÜRIMÄE, Toivo; HILLS, Andrew P. **Body Composition Assessment in Children and Adolescents**. Karger Medical and Scientific Publishers, 2001.

KANG, Seon Mee; YOON, Ji Won; AHN, Hwa Young; Kim, So Yeon; LEE, Kyoung Ho; Shin, Hayley, et al. Android Fat Depot Is More Closely Associated with Metabolic Syndrome Than Abdominal Visceral Fat in Elderly People. **Plos One** v. 6, n. 11, p. e27694, 2011.

KELLY, Thomas L; WILSON, Kevin E.; HEYMSFIELD, Steven B. Dual Energy X-Ray Absorptiometry Body Composition Reference Values from Nhanes. **Plos One** v. 4, n. 9, p. e7038, 2009.

KIM, Kirang; Yun, Sung Ha; JANG, Myoung Jin ; OH, Kyung Won. Body Fat Percentile Curves for Korean Children and Adolescents: A Data from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2009-2010. **Journal of Korean medical science** v. 28, n. 3, p. 443-449, 2013.

KLIMEK-PIOTROWSKA, Wieslawa; KOZIEJ, Mateusz; HOLDA, Mateusz K.; PIATEK, Katarzyna; WSZOLEK, Karolina; Tyszka, Anna, et al. Anthropometry and Body Composition of Adolescents in Cracow, Poland. **Plos One** v. 10, n. 3: e0122274, p. 2015.

KUHLE, Stefan; MAGUIRE, Bryan; ATA, Nicole; HAMILTON, David. Percentile Curves for Anthropometric Measures for Canadian Children and Youth. **Plos One** v. 10, n. 7, p. e0132891, 2015.

KURIYAN, Rebecca; THOMAS, Tinku ; ASHOK, Sangeetha. A 4-Compartment Model Based Validation of Air Displacement Plethysmography, Dual Energy X-Ray

Absorptiometry, Skinfold Technique & Bio-Electrical Impedance for Measuring Body Fat in Indian Adults. **The Indian journal of medical research** v. 139, n. 5, p. 700, 2014.

KURTOGLU, Selim; MAZICIOGLU, Mumtaz Mustafa; OZTURK, Ahmet; HATIPOGLU, Nihal; CICEK, Betul; USTUNBAS, Hasan Basri. Body Fat Reference Curves for Healthy Turkish Children and Adolescents. **European journal of pediatrics** v. 169, n. 11, p. 1329-1335, 2010.

LAURSON, Kelly R; EISENMANN, Joey C ; WELK, Gregory J. Body Fat Percentile Curves for Us Children and Adolescents. **American journal of preventive medicine** v. 41, n. 4, p. S87-S92, 2011.

LIM, Stephen S; VOS, Theo; FLAXMAN, Abraham D; DANAEI, Goodarz; SHIBUYA, Kenji; ADAIR-ROHANI, Heather, et al. A Comparative Risk Assessment of Burden of Disease and Injury Attributable to 67 Risk Factors and Risk Factor Clusters in 21 Regions, 1990–2010: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. **The lancet** v. 380, n. 9859, p. 2224-2260, 2013.

LINTSI, M.; KAARMA, H. ; KULL, I. Comparison of Hand-to-Hand Bioimpedance and Anthropometry Equations Versus Dual-Energy X-Ray Absorptiometry for the Assessment of Body Fat Percentage in 17–18-Year-Old Conscripts. **Clinical physiology and functional imaging** v. 24, n. 2, p. 85-90, 2004.

LOBSTEIN, Tim; BAUR, Louise ; UAUY, Ricardo. Obesity in Children and Young People: A Crisis in Public Health. **Obesity reviews** v. 5, n. s1, p. 4-85, 2004.

LOHMAN, Timothy G. Applicability of Body Composition Techniques and Constants for Children and Youth. **Exerc. Sport Sci. Rev.** v. 14, n. 1, p. 325-357, 1986.

LOHMAN, Timothy G.. The Use of Skinfold to Estimate Body Fatness on Children and Youth. **Journal of Physical Education, Recreation & Dance** v. 58, n. 9, p. 98-103, 1987.

LOHMAN, Timothy G. ; CHEN, Z. Dual Energy X-Ray Absorptiometry. **Human Body Composition**. Heymsfield, S., Lohman, T., Wang, Z. and Going, S. Champaign, Human Kinetics Ltd: 63-77, 2005.

LOHMAN, Timothy G. Advances in Body Composition Assessment. **Medicine & Science in Sports & Exercise** v. 25, n. 6, p. 762, 1993.

LONG, J Scott ; ERVIN, Laurie H. Using Heteroscedasticity Consistent Standard Errors in the Linear Regression Model. **The American Statistician** v. 54, n. 3, p. 217-224, 2000.

LOURENÇO, Benito ; QUEIROZ, Lígia Bruni. Crescimento E Desenvolvimento Puberal Na Adolescência. **Revista de Medicina** v. 89, n. 2, p. 70-75, 2010.

LU, Jieli; Bi, Yufang ; NING, Guang. Curbing the Obesity Epidemic in China. **The Lancet Diabetes & Endocrinology** v. n. p. 2016.

LYRA, Clélia Oliveira; LIMA, Severina Carla Vieira Cunha; LIMA, Kenio Costa; ARRAIS, Ricardo Fernando ; PEDROSA, Lucia Fátima Campos. Prediction Equations for Fat and Fat-Free Body Mass in Adolescents, Based on Body Circumferences. **Annals of human biology** v. 39, n. 4, p. 275-280, 2012.

MACHADO-RODRIGUES, Aristides M; COELHO E Silva, Manuel J; RIBEIRO, Luís P; FERNANDES, Romulo; Mota, Jorge; MALINA, Robert M. Waist Circumference and Objectively Measured Sedentary Behavior in Rural School Adolescents. **Journal of School Health** v. 86, n. 1, p. 54-60, 2016.

MACHADO, Dalmo Roberto Lopes. 2009. **Análise Multivariada Da Composição Corporal Em Jovens Esportistas E Não Esportistas**. 159f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 2009.

MARKS, P; Van Meel, M; ROBINSON, J ; ROBINSON, Cl. Body Composition Differences by Assessment Methods Such as DEXA, Hydrostatic, Bio-Impedance, and Skin Fold. *International Journal of Exercise Science: Conference Proceedings*. Year.

MAROCO, João. **Statistical Analysis with Spss Application**. Lisboa:Edições Silabo, 2007.

Martin, Alan D ; Drinkwater, Donald T. Variability in the Measures of Body Fat. **Sports medicine** v. 11, n. 5, p. 277-288, 1991.

MCARDLE, William; KATCH, Frank ; KATCH, Victor. **Fisiologia Do Exercício: Energia, Nutrição E Desempenho Humano**. 48ª. Rio de Janeiro:Guanabara Koogan, 2016.

MIDORIKAWA, Taishi; OHTA, Megumi; HIKIHARA, Yuki; TORII, Suguru; BEMBEN, Michael G ; SAKAMOTO, Shizuo. Predicting Total Fat Mass from Skinfold Thicknesses in Japanese Prepubertal Children: A Cross-Sectional and Longitudinal Validation. **Asia Pacific journal of clinical nutrition** v. 20, n. 3, p. 426, 2011.

MONTEIRO, A.B.; FERNANDES Filho, J. Análise Da Composição Corporal: Uma Revisão De Métodos. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano** v. 4, n. 1, p. 80-92, 2002.

MORENO, Luis A; JOYANES, María; MESANA, María Isabel; GONZÁLEZ-Gross, Marcela; Gil, Carlos M; SARRÍA, Antonio, et al. Harmonization of Anthropometric Measurements for a Multicenter Nutrition Survey in Spanish Adolescents. **Nutrition** v. 19, n. 6, p. 481-486, 2003.

MORENOA'C, Luis A. Interventions for Treating Obesity in Children. **Evidence-Based Research in Pediatric Nutrition** v. 108, n. p. 98-106, 2013..

MORROW, James R.; JACKSON, Allen; DISCH, James ; Mood, Dale. **Medida E Avaliação Do Desempenho Humano**. Porto Alegre:Artmed, 2003.

MOSCA, Luciana ; GOLDBERG, Tamara B.; DA SILVA, Valéria; KUROKAWA, Cilmary S.; RIZZO, Ana Paula; DA SILVA, Carla C., et al. The Impact of Excess Body Fat on Bone Remodeling in Adolescents. **Osteoporosis International** v. n. p. 1-10, 2016.

MOSCA, Luciana Nunes; GOLDBERG, Tamara Beres Lederer; DA SILVA, Valéria Nóbrega; DA SILVA, Carla Cristiane; KUROKAWA, Cilmary Suemi; RIZZO, Anapaula C Bisi, et al. Excess Body Fat Negatively Affects Bone Mass in Adolescents. **Nutrition** v. 30, n. 7, p. 847-852, 2014.

MUKHERJEE, Debabrata; ROCHE, Alex F. The Estimation of Percent Body Fat, Body Density and Total Body Fat by Maximum R² Regression Equations. **Human Biology** v. n. p. 79-109, 1984.

NG, Marie; FLEMING, Tom; ROBINSON, Margaret; THOMSON, Blake; GRAETZ, Nicholas; MARGONO, Christopher, et al. Global, Regional, and National Prevalence of Overweight and Obesity in Children and Adults During 1980–2013: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. **The lancet** v. 384, n. 9945, p. 766-781, 2014.

NOOYENS, Astrid Cj; KOPPEL, Lando Lj; VISSCHER, Tommy Ls; TWISK, Jos Wr; KEMPER, Han Cg; SCHUIT, A Jantine, et al. Adolescent Skinfold Thickness Is a Better Predictor of High Body Fatness in Adults Than Is Body Mass Index: The Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. **The American journal of clinical nutrition** v. 85, n. 6, p. 1533-1539, 2007.

NORADILAH, Mj; ANG, Yn; Kamaruddin, Na; DEURENBERG, P; Ismail, Mn ; POH, Bk. Assessing Body Fat of Children by Skinfold Thickness, Bioelectrical Impedance Analysis,

and Dual-Energy X-Ray Absorptiometry a Validation Study among Malay Children Aged 7 to 11 Years. **Asia-Pacific Journal of Public Health** v. n. p. 1010539516641505, 2016.

NORTON, Kevin; OLDS, Tim ; ALBERNAZ, Nilda Maria Farias De. Antropométrica: Um Livro Sobre Medidas Corporais Para O Esporte E Cursos Da Área De Saúde. **Antropométrica: Um Livro Sobre Medidas Corporais Para O Esporte E Cursos Da Área De Saúde**, ArtMed, 2005.

NOVACK, L.F. Proposição De Equações Para a Estimativa Da Gordura Corporal Em Futebolistas. v. n. p. 2011.

OGDEN, Cynthia L.; KUCZMARSKI, R. J.; FLEGAL, K. M.; MEI, Z.; GUO, S.; WEI, R., et al. Centers for Disease Control and Prevention 2000 Growth Charts for the United States: Improvements to the 1977 National Center for Health Statistics Version. **Pediatrics** v. 109, n. 1, p. 45-60, 2002.

OGDEN, Cynthia L.; CARROLL, Md; KIT, B. K. ; FLEGAL, K. M. Prevalence of Childhood and Adult Obesity in the United States, 2011-2012. **Journal of the American Medical Association** v. 311, n. 8, p. 806-814, 2014.

OGDEN, Cynthia L. **Smoothed Percentage Body Fat Percentiles for Us Children and Adolescents, 1999-2004**. Citeseer, 2011.

OLIVEIRA, Ana Mayra a De; CERQUEIRA, Eneida Mm; SOUZA, Josenira Da Silva ; OLIVEIRA, Antonio César De. Sobre peso E Obesidade Infantil: Influência De Fatores Biológicos E Ambientais Em Feira De Santana, Ba. **Arq. bras. endocrinol. metab** v. 47, n. 2, p. 144-150, 2003.

OMS, Organização Mundial Da Saúde. **Population-Based Prevention Strategies for Childhood Obesity: Report of a Who Forum and Technical Meeting**. Geneva, 2010.

OMS, Organização Mundial Da Saúde. (2014). Adolescent Health. Disponível em: http://www.who.int/topics/adolescent_health/en/. Acesso em: 04 fev. 2015.

OMS, Organização Mundial Da Saúde. **Report of the Commission on Ending Childhood Obesity**. Geneva:WHO, 2016.

ONIS, Mercedes De; ONYANGO, Adelheid W; BORGHI, Elaine; SIYAM, Amani; NISHIDA, Chizuru ; SIEKMANN, Jonathan. Development of a Who Growth Reference for School-Aged Children and Adolescents. **Bulletin of the World health Organization** v. 85, n. 9, p. 660-667, 2007

PAIVA, Claudio Roberto Escovar. **Precisão De Equações De Composição Corporal Em Crianças Na Idade De 10 a 14 Anos Por Meio De Absortometria Radiológica De Dupla Energia**. 113 f. Tese - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.

PARIZKOVA, Jana. Total Body Fat and Skinfold Thickness in Children. **Metabolism: clinical and experimental** v. 10, n. p. 794, 1961.

PARK, Hye Won; YOO, Ha Yeong; KIM, Chul-Hyun; KIM, Hyeoijin; KWAK, Byung Ok; KIM, Kyo Sun, et al. Reference Values of Body Composition Indices: The Korean National Health and Nutrition Examination Surveys. **Yonsei medical journal** v. 56, n. 1, p. 95-102, 2015.

PELEGRINI, Andreia; SILVA, Diego Augusto Santos; DE LIMA Silva, João Marcos Ferreira; GRIGOLLO, Leoberto ; PETROSKI, Edio Luiz. Indicadores Antropométricos De Obesidade Na Predição De Gordura Corporal Elevada Em Adolescentes. **Revista Paulista de Pediatria** v. 33, n. 1, p. 56-62, 2015.

PERINI, T.A.; OLIVEIRA, G.L.; ORNELLAS, J.S. ; OLIVEIRA, F.P. Cálculo Do Erro Técnico De Medição Em Antropometria. **Rev Bras Med Esporte** v. 11, n. 1, p. 81-85, 2005.

PETROSKI, Edio L. **Antropometria: Técnicas E Padronizações**. Blumenau:Nova Letra, 2007.

PETROSKI, Édio Luiz. **Desenvolvimento E Validação De Equações Generalizadas Para a Estimativa Da Densidade Corporal Em Adultos**. 146 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1995.

PIETROBELLI, Angelo; FORMICA, Carmelo; WANG, Zimian ; HEYMSFIELD, Steven B. Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Body Composition Model: Review of Physical Concepts. **American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism** v. 271, n. 6, p. E941-E951, 1996.

PINHO, Lucinéia De; FLÁVIO, Eliete Fernandes; SANTOS, Sérgio Henrique Sousa; BOTELHO, Ana Cristina De Carvalho ; CALDEIRA, Antônio Prates. Excess Weight and Food Consumption of Adolescents in Public Schools in Northern Minas Gerais State, Brazil. **Ciência & Saúde Coletiva** v. 19, n. 1, p. 67-74, 2014.

PIRES NETO, C.; PETROSKI, E. Assuntos Sobre Equações Da Gordura Corporal Relacionados a Crianças E Jovens. **Comunicação, Movimento e Mídia na Educação Física, Santa Maria: Imprensa Universitária** v. n. p. 21-30, 1996.

PLACHTA-DANIELZIK, Sandra; GEHRKE, Marie Isabel; KEHDEN, Britta; KROMEYER-HAUSCHILD, Katrin; GRILLENBERGER, Monika; WILLHOEFT, Corinna, et al. Body Fat Percentiles for German Children and Adolescents. **Obesity facts** v. 5, n. 1, p. 77-90, 2012.

POLLOCK, Michel L. ; WILMORE, Jack H. **Exercícios Na Saúde E Na Doença: Avaliação E Prescrição Para Prevenção E Reabilitação**. Rio de Janeiro:Guanabara Koogan, 2009.

POWERS, Scott K. ; HOWLEY, Edward T. **Fisiologia Do Exercício: Teoria E Aplicação Ao Condicionamento E Ao Desempenho**. 6. Barueri:Manole, 2009.

PRIOR, Barry M; CURETON, Kirk J; MODLESKY, Christopher M; EVANS, Ellen M; SLONIGER, Mark A; SAUNDERS, Michael, et al. In Vivo Validation of Whole Body Composition Estimates from Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. **Journal of Applied Physiology** v. 83, n. 2, p. 623-630, 1997.

QUEIROGA, Marcos R. **Testes E Medidas Para Avaliação Da Aptidão Física Relacionada À Saúde Em Adultos**. Rio de Janeiro:Guanabara Koogan, 2005.

RAJ, Manu. Obesity and Cardiovascular Risk in Children and Adolescents. **Indian journal of endocrinology and metabolism** v. 16, n. 1, p. 13, 2012.

RAMÍREZ-VÉLEZ, Robinson; LÓPEZ-CIFUENTES, Mario Ferney; CORREA-BAUTISTA, Jorge Enrique; GONZÁLEZ-RUÍZ, Katherine; GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, Emilio; CÓRDOBA-RODRÍGUEZ, Diana Paola, et al. Triceps and Subscapular Skinfold Thickness Percentiles and Cut-Offs for Overweight and Obesity in a Population-Based Sample of Schoolchildren and Adolescents in Bogota, Colombia. **Nutrients** v. 8, n. 10, p. 595, 2016.

RANK, Melanie; SIEGRIST, Monika; WILKS, Désirée C; LANGHOF, HELMUT; Wolfarth, Bernd; HALLER, Bernhard, et al. The Cardio-Metabolic Risk of Moderate and Severe Obesity in Children and Adolescents. **The Journal of pediatrics** v. 163, n. 1, p. 137-142, 2013.

RECH, C.R.; FERREIRA, L.A.; CORDEIRO, B.A.; VASCONCELOS, F.A.G. ; PETROSKI, E.L. Estimativa Da Composição Corporal Por Meio Da Absortometria Radiológica De Dupla Energia. **Rev Bras Ci e Mov** v. 15, n. 4, p. 87-98, 2007.

RECH, Daiani Cristina; BORFE, Letícia; EMMANOUILIDIS, Alessandra; GARCIA, Edna Linhares; KRUG, Suzane Beatriz Frantz. As Políticas Públicas E O Enfrentamento Da Obesidade No Brasil: Uma Revisão Reflexiva. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção** v. 1, n. 1, p. 2016.

REIS, Caio Eduardo G; VASCONCELOS, Ivana Aragão L ; BARROS, Jf De N. Políticas Públicas De Nutrição Para O Controle Da Obesidade Infantil. **Rev Paul Pediatr** v. 29, n. 4, p. 625-633, 2011.

RICO, H; REVILLA, M; VILLA, Lf; HERNANDEZ, Er; DE BUERGO, M Alvarez ; VILLA, M. Body Composition in Children and Tanner's Stages: A Study with Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. **Metabolism** v. 42, n. 8, p. 967-970, 1993.

RIPKA, Wagner L.; LIMA, Livia Gariani Santos; ULBRICHT, Leandra ; NEVES, Eduardo B. Comparação E Relação Entre Diferentes Índices Antropométricos Ea Estimativa Do Percentual De Gordura. **Lecturas Educación Física y Deportes** v. 16, n. 162, p. 2011.

RIPKA, Wagner L.; ULBRICHT, Leandra. Análise Do Tempo Gasto Com Televisão E Dos Níveis De Atividade Física Em Estudantes Da Rede Pública Na Zona Rural Do Paraná. **Revista Uniandrade** v. 10, n. 1, p. 39-48, 2009.

RIPKA, Wagner L; BERALDO, Lucas M; ULBRICHT, Leandra; BUNGUN, Timothy ; GEWEHR, Pedro M. Obesity in Adolescents: Assessment by Dxa Scan and Skinfold Thickness Equations. **British Journal of Medicine & Medical Research** v. 18, n. 10, p. 1-9, 2016.

RIPKA, Wagner L; MODESTO, Jhomyr D.; ULBRICHT, L ; GEWEHR, Pedro M. Obesity Impact Evaluated from Fat Percentage in Bone Mineral Density of Male Adolescents. **PlosOne**, v. 11, n. 9, 2016.

RIPKA, Wagner L.; ULBRICHT, Leandra. Análise Do Tempo Gasto Com Televisão E Dos Níveis De Atividade Física Em Estudantes Da Rede Pública Na Zona Rural Do Paraná. **Revista Uniandrade** v. 10, n. 1, p. 39-48, 2009.

RIPKA, Wagner L; ULBRICHT, Leandra ; GEWEHR, Pedro M. Application of a Photogrammetric Kinematic Model for Prediction of Lung Volumes in Adolescents: A Pilot Study. **Biomedical engineering online** v. 13, n. 1, p. 21, 2014.

RODRIGUES AÑES, Cr ; PIRES NETO, Cs. Desenvolvimento E Validação De Equações Estimativas Da Densidade Corporal De Soldados E Cabos Do Exército Brasileiro Entre 18 E 22 Anos De Idade. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde** v. 4, n. 2, p. 39-48, 1999.

RODRIGUEZ, G; MORENO, La; BLAY, Mg; BLAY, Va; Fleta, J; SARRIA, A, et al. Body Fat Measurement in Adolescents: Comparison of Skinfold Thickness Equations with Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. **European journal of clinical nutrition** v. 59, n. 10, p. 1158-1166, 2005.

ROSENBLOOM, Arlan L. Fisiología Del Crecimiento. **Annales Nestlé (Ed. española)** v. 65, n. 3, p. 99-110, 2008.

ROWLAND, Michael L. Self-Reported Weight and Height. **The American journal of clinical nutrition** v. 52, n. 6, p. 1125-1133, 1990.

RYDER, Justin R; KAIZER, Alexander M; RUDSER, Kyle D; DANIELS, Stephen R ; KELLY, Aaron S. Utility of Body Mass Index in Identifying Excess Adiposity in Youth across the Obesity Spectrum. **The Journal of pediatrics** v. 177, n. p. 255-261. e252, 2016.

SALEM, M.; PIRES NETO, Cs ; WAISSMANN, W. Equações Nacionais Para a Estimativa Da Gordura Corporal De Brasileiros. **Rev Educ Física** v. 136, n. 1, p. 66-78, 2007.

SALES-PERES, Sílvia Helena De Carvalho; GOYA, Suzana; SANT'ANNA, Rute Moreira De Freitas; SILVA, Henrique Mendes; SALES-PERES, André De Carvalho; SILVA, Ricardo Pianta Rodrigues Da, et al. Prevalência De Sobrepeso E Obesidade E Fatores Associados Em Adolescentes Na Região Centro-Oeste Do Estado De São Paulo (Sp, Brasil). **Ciência & Saúde Coletiva** v. 15, n. suppl 2, p. 3175-3184, 2010.

SANGALI, Eduardo Bernardo; CAMPOS, Eduardo Zapattera; CASTOLDI, Robson Chacon; FERNANDES, Rômulo Araújo; FREITAS Junior, Ismael Forte ; BALIKIAN Júnior, Pedro. Comparison among Different Methods for the Estimation of Body Fatness in Brazilian Elite Cyclists. **Revista da Educação Física/UEM** v. 23, n. 3, p. 355-360, 2012.

SANT'ANNA, Msl; PRIORE, Silvia Eloíza ; FRANCESCHINI, Scc. Métodos De Avaliação Da Composição Corporal Em Crianças. **Revista Paulista de Pediatria** v. 27, n. 3, p. 315-321, 2009.

SÄRNBLAD, Stefan; MAGNUSON, A; Ekelund, Ulf ; ÅMAN, Jan. Body Fat Measurement in Adolescent Girls with Type 1 Diabetes: A Comparison of Skinfold Equations against Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. **Acta Paediatrica** v. 105, n. 10, p. 1211-1215, 2016.

SAÚDE, Agência Nacional De. (2015). Agência Nacional De Saúde Suplementar: Rio De Janeiro. Disponível em: <http://www.ans.gov.br>. Acesso em: 14 jan. 2015

SAWYER, Susan M; AFIFI, Rima A; BEARINGER, Linda H; BLAKEMORE, Sarah-Jayne; DICK, Bruce; EZEH, Alex C, et al. Adolescence: A Foundation for Future Health. **The lancet** v. 379, n. 9826, p. 1630-1640, 2012.

SCHOELLER, Dale A; TYLAVSKY, Frances A; BAER, David J; CHUMLEA, William C; Earthman, Carrie P; FUERST, Thomas, et al. Qdr 4500a Dual-Energy X-Ray Absorptiometer Underestimates Fat Mass in Comparison with Criterion Methods in Adults. **The American journal of clinical nutrition** v. 81, n. 5, p. 1018-1025, 2005.

SCHOMMER, Vânia Ames; BARBIERO, Sandra Mari; CESA, Cláudia Ciceri; OLIVEIRA, Rosemary; SILVA, Anelise Damiani ; PELLANDA, Lucia Campos. Excess Weight, Anthropometric Variables and Blood Pressure in Schoolchildren Aged 10 to 18 Years. **Arquivos brasileiros de cardiologia** v. 102, n. 4, p. 312-318, 2014.

SCHRÖDER, Helmut; RIBAS, Lourdes; KOEBNICK, Corinna; FUNTIKOVA, Anna; GOMEZ, Santiago F; FÍTO, Montserrat, et al. Prevalence of Abdominal Obesity in Spanish Children and Adolescents. Do We Need Waist Circumference Measurements in Pediatric Practice? **Plos One** v. 9, n. 1, p. 2014.

SCHWANDT, Peter; VON ECKARDSTEIN, Arnold ; HAAS, Gerda-Maria. Percentiles of Percentage Body Fat in German Children and Adolescents: An International Comparison. **International journal of preventive medicine** v. 3, n. 12, p. 846, 2012.

SICHERI, Rosely; SOUZA, Rita Adriana De. Strategies for Obesity Prevention in Children and Adolescents. **Cadernos de Saude Publica** v. 24, n. p. s209-s223, 2008.

SIFUENTES, Thirza Reis; DESSEN, Maria Auxiliadora ; OLIVEIRA, Maria Cláudia Santos Lopes De. Desenvolvimento Humano: Desafios Para a Compreensão Das Trajetórias Probabilísticas. **Psicol. teor. pesqui** v. 23, n. 4, p. 379-385, 2007.

SIGULEM, D.M.; DEVINCENZI, M.U. ; LESSA, A.C. Diagnóstico Do Estado Nutricional Da Criança E Do Adolescente. **J Pediatr (Rio J)** v. 76, n. Suppl 3, p. s275-s284, 2000.

SILVA, Analiza M; FIELDS, David A ; SARDINHA, Luís B. A Prisma-Driven Systematic Review of Predictive Equations for Assessing Fat and Fat-Free Mass in Healthy Children and Adolescents Using Multicomponent Molecular Models as the Reference Method. **Journal of obesity** v. 2013, n. p. 2013.

SILVA, Bo. Questionários De Avaliação Da Atividade Física E Do Sedentarismo Em Crianças E Adolescentes. **Rev Derc** v. 15, n. 45, p. 14-18, 2009.

SILVA, Carla C; GOLDBERG, Tamara Bl; TEIXEIRA, Altamir S ; DALMAS, José C. Mineralização Óssea Em Adolescentes Do Sexo Masculino: Anos Críticos Para a Aquisição Da Massa Óssea. **J Pediatr (Rio J)** v. 80, n. 6, p. 461-467, 2004.

SILVA, Danilo Rp; RIBEIRO, Alex S; PAVÃO, Fernando H; Ronque, ENIO Rv; AVELAR, Ademar; SILVA, Analiza M, et al. Validade Dos Métodos Para Avaliação Da Gordura Corporal Em Crianças E Adolescentes Por Meio De Modelos Multicompartimentais: Uma Revisão Sistemática. **Revista da Associação Médica Brasileira** v. 59, n. 5, p. 475-486, 2013.

SILVA, Giselia Alves Pontes Da; BALABAN, Geni ; MOTTA, Maria Eugênia F De A. Prevalência De Sobrepeso E Obesidade Em Crianças E Adolescentes De Diferentes Condições Socioeconômicas. **Rev. bras. saúde matern. infant** v. 5, n. 1, p. 53-59, 2005.

SILVA, Simonete; BAXTER-JONES, Adam ; MAIA, José. Fat Mass Centile Charts for Brazilian Children and Adolescents and the Identification of the Roles of Socioeconomic Status and Physical Fitness on Fat Mass Development. **International journal of environmental research and public health** v. 13, n. 2, p. 151, 2016.

SINGHAL, Neha; MISRA, Anoop; SHAH, Priyali; RASTOGI, Kavita ; VIKRAM, Naval K. Secular Trends in Obesity, Regional Adiposity and Metabolic Parameters among Asian Indian Adolescents in North India: A Comparative Data Analysis of Two Selective Samples 5 Years Apart (2003, 2008). **Annals of Nutrition and Metabolism** v. 56, n. 3, p. 176-181, 2010.

SLAUGHTER, Mary H; LOHMAN, Tg; BOILEAU, Raet; Horswill, Ca; STILLMAN, Rj; Van Loan, Md, et al. Skinfold Equations for Estimation of Body Fatness in Children and Youth. **Human Biology** v. 60, n. 5, p. 709-723, 1988.

SMITH-MENEZES, A.; DUARTE, M.F.S. ; SILVA, R.J.S. Physical Inactivity, Sedentary Behavior and Overweight: Association Study with Socioeconomic Status in Youth. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte** v. 26, n. 3, p. 411-418, 2012.

SMITH-RYAN, Abbie E; FULTZ, Sarah N; MELVIN, Malia N; WINGFIELD, Hailee L ; WOESSNER, Mary N. Reproducibility and Validity of a-Mode Ultrasound for Body Composition Measurement and Classification in Overweight and Obese Men and Women. **Plos One** v. 9, n. 3, p. e91750, 2014.

SMN, Serviço De Medicina Nuclear. **Curso De Densitometria Óssea**. Coimbra, Hospitais da Universidade de Coimbra., 2000.

SOARES, L.D. ; PETROSKI, E.L. Prevalência, Fatores Etiológicos E Tratamento Da Obesidade Infantil. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano** v. 5, n. 1, p. 63-74, 2003.

SOPHER, Aviva B; THORNTON, John C; WANG, Jack; PIERSON, Richard N; HEYMSFIELD, Steven B ; HORLICK, Mary. Measurement of Percentage of Body Fat in 411 Children and Adolescents: A Comparison of Dual-Energy X-Ray Absorptiometry with a Four-Compartment Model. **Pediatrics** v. 113, n. 5, p. 1285-1290, 2004.

STAMATAKIS, Emmanuel; WARDLE, Jane ; Cole, TIMOTHY J. Childhood Obesity and Overweight Prevalence Trends in England: Evidence for Growing Socioeconomic Disparities. **International Journal of Obesity** v. 34, n. 1, p. 41-47, 2010.

STEINBERGER, J; JACOBS, Dr; RAATZ, S; Moran, A; HONG, Cp ; SINAIKO, Ar. Comparison of Body Fatness Measurements by Bmi and Skinfolts Vs Dual Energy X-Ray Absorptiometry and Their Relation to Cardiovascular Risk Factors in Adolescents. **International Journal of Obesity** v. 29, n. 11, p. 1346-1352, 2005.

SVENDSEN, Ole Lander; HAARBO, Jens; HASSAGER, Christian ; CHRISTIANSEN, Clans. Accuracy of Measurements of Body Composition by Dual-Energy X-Ray Absorptiometry in Vivo. **The American journal of clinical nutrition** v. 57, n. 5, p. 605-608, 1993.

TENÓRIO, Luis Henrique S.; SANTOS, Amilton da Cruz.; OLIVEIRA, Adriana Sarmiento; LIMA, Anna Myrna J. ; Brasileiro-Santos, Maria do Socorro. Obesity and Pulmonary Function Tests in Children and Adolescents: A Systematic Review. **Revista Paulista de Pediatria** v. 30, n. 3, p. 423-430, 2012.

TEO, Pey Sze; NURUL-FADHILAH, Abdullah; AZIZ, Mohd Ezane; HILLS, Andrew P ; Foo, Leng Huat. Lifestyle Practices and Obesity in Malaysian Adolescents. **International journal of environmental research and public health** v. 11, n. 6, p. 5828-5838, 2014.

TESTOLIN, Corrado G; GORE, Robert; Rivkin, Tommy; HORLICK, Mary; ARBO, John; WANG, Zimian, et al. Dual-Energy X-Ray Absorptiometry: Analysis of Pediatric Fat Estimate Errors Due to Tissue Hydration Effects. **Journal of Applied Physiology** v. 89, n. 6, p. 2365-2372, 2000.

TOOMBS, Rebecca J; DUCHER, Gaele; SHEPHERD, John A ; SOUZA, Mary Jane. The Impact of Recent Technological Advances on the Trueness and Precision of Dxa to Assess Body Composition. **Obesity** v. 20, n. 1, p. 30-39, 2012.

TORAL, Natacha; SLATER, Betzabeth ; SILVA, Marina Vieira Da. Consumo Alimentar E Excesso De Peso De Adolescentes De Piracicaba, São Paulo. **Revista de Nutrição** v. n. p. 2007.

TRICHES, R.M.; GIUGLIANI, E.R.J. Obesidade, Práticas Alimentares E Conhecimentos De Nutrição Em Escolares. **Rev Saúde Pública** v. 39, n. 4, p. 541-547, 2005.

ULBRICHT, Leandra; MODESTO, Jhomyr; STADNIK, Adriana Maria Wan; Bungum, T. Body Composition, Physical Activity and Active Transportation in Adolescents of Metropolitan Region of Curitiba, Brazil. **International Journal of Science Culture and Sport** v. 2, n. 2, p. 20-29, 2014.

ULBRICHT, Leandra; NEVES, Eduardo B.; RIPKA, Wagner L.; ROMANELI, Eduardo F.R. **Comparison between Body Fat Measurements Obtained by Portable Ultrasound and Caliper in Young Adults**. 34th Annual International Conference of the IEEE EMBS. Ieee. San Diego, IEEE. **1**: 1952-1955, 2012.

VAN DER PLOEG, Grant E; WITHERS, Robert T ; LAFORGIA, Joe. Percent Body Fat Via Dexa: Comparison with a Four-Compartment Model. **Journal of Applied Physiology** v. 94, n. 2, p. 499-506, 2003.

VASCONCELLOS, Fabrício; SEABRA, André; KATZMARZYK, Peter T; KRAEMER-AGUIAR, Luiz Guilherme; BOUSKELA, Eliete ; FARINATTI, Paulo. Physical Activity in Overweight and Obese Adolescents: Systematic Review of the Effects on Physical Fitness Components and Cardiovascular Risk Factors. **Sports medicine** v. 44, n. 8, p. 1139-1152, 2014.

VASQUES, Ana Carolina Junqueira; PRIORE, Sílvia Eloiza; ROSADO, Lina Enriqueta Frandsen Paez De Lima ; FRANCESCHINI, Sylvia Do Carmo Castro. Utilização De Medidas Antropométricas Para a Avaliação Do Acúmulo De Gordura Visceral; the Use of Anthropometric Measures to Assess Visceral Fat Accumulation. **Rev. nutr** v. 23, n. 1, p. 107-118, 2010.

VÁSQUEZ, Fd; CORVALÁN, Cl; UAUY, Re ; Kain, Ja. Anthropometric Indicators as Predictors of Total Body Fat and Cardiometabolic Risk Factors in Chilean Children at 4, 7 and 10 Years of Age. **European journal of clinical nutrition** v. n. p. 2016.

VERDUIN, Wm; VAN DEN HELDER, R; DOODEMAN, Hj; STRUIJF, E ; HOUDIJK, Apj. Dexa Body Composition Assessment in 10-11 Year Healthy Children. **Plos One** v. 11, n. 10, p. e0165275, 2016.

VISSER, Marjolein; FUERST, Thomas; LANG, Thomas; SALAMONE, Loran; HARRIS, Tamara B ; Group, Body composition Working. Validity of Fan-Beam Dual-Energy X-Ray Absorptiometry for Measuring Fat-Free Mass and Leg Muscle Mass. **Journal of Applied Physiology** v. 87, n. 4, p. 1513-1520, 1999.

WAGNER, Dale R. Ultrasound as a Tool to Assess Body Fat. **Journal of obesity** v. 2013, n. p. 2013.

WANG, Zi-Mian; PIERSON, Rn ; HEYMSFIELD, Steven B. The Five-Level Model: A New Approach to Organizing Body-Composition Research. **The American journal of clinical nutrition** v. 56, n. 1, p. 19-28, 1992.

WEBSTER, John G. **Medical Instrumentation: Application and Design**. New Delhi:Wiley-India, 2009.

WELLS, Jonathan Ck; HAROUN, Dalia; WILLIAMS, Jane E; WILSON, Catherine; DARCH, Tegan; VINER, Russell M, et al. Evaluation of Dxa against the Four-Component Model of Body Composition in Obese Children and Adolescents Aged 5–21 Years. **International Journal of Obesity** v. 34, n. 4, p. 649-655, 2010.

WHITAKER, Robert C; WRIGHT, Jeffrey A; PEPE, Margaret S; SEIDEL, Kristy D ; DIETZ, William H. Predicting Obesity in Young Adulthood from Childhood and Parental Obesity. **New England Journal of Medicine** v. 337, n. 13, p. 869-873, 1997.

WILLIAMS, Jane E; WELLS, Jonathan Ck; WILSON, Catherine M; HAROUN, Dalia; Lucas, Alan ; FEWTRELL, Mary S. Evaluation of Lunar Prodigy Dual-Energy X-Ray Absorptiometry for Assessing Body Composition in Healthy Persons and Patients by Comparison with the Criterion 4-Component Model. **The American journal of clinical nutrition** v. 83, n. 5, p. 1047-1054, 2006.

WILMORE, Jack H.; COSTILL, David L. ; KENNEDY, Larry W. **Fisiologia Do Esporte E Do Exercício**. 5ª. São Paulo:Manole, 2013.

WITHERS, Robert T; LAFORGIA, J; PILLANS, Rk; SHIPP, Nj; CHATTERTON, Be; SCHULTZ, Cg, et al. Comparisons of Two-, Three-, and Four-Compartment Models of Body Composition Analysis in Men and Women. **Journal of Applied Physiology** v. 85, n. 1, p. 238-245, 1998.

WITT, Kathryn A ; BUSH, Edwin A. College Athletes with an Elevated Body Mass Index Often Have a High Upper Arm Muscle Area, but Not Elevated Triceps and Subscapular Skinfolds. **Journal of the American Dietetic Association** v. 105, n. 4, p. 599-602, 2005.

WOHLFAHRT-Veje, C; TINGGAARD, J; WINTHER, K; Mouritsen, A; HAGEN, Cp; MIERITZ, Mg, et al. Body Fat Throughout Childhood in 2647 Healthy Danish Children: Agreement of Bmi, Waist Circumference, Skinfolds with Dual X-Ray Absorptiometry. **European journal of clinical nutrition** v. 68, n. 6, p. 664-670, 2014.

WONG, William W; HERGENROEDER, Albert C; STUFF, Janice E; BUTTE, Nancy F; Smith, E O'brian ; ELLIS, Kenneth J. Evaluating Body Fat in Girls and Female Adolescents: Advantages and Disadvantages of Dual-Energy X-Ray Absorptiometry. **The American journal of clinical nutrition** v. 76, n. 2, p. 384-389, 2002.

XAVIER, Mariana; BIELEMANN, Renata; MACIEL, Francine; NEUTZLING, Marilda ; Gigante, Denise. Variação Temporal No Excesso De Peso E Obesidade Em Adolescentes De Escola Privada Do Sul Do Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde** v. 19, n. 1, p. 74, 2014.

YONAMINE, R.S. ; PIRES-NETO, C.S. Desenvolvimento E Validação De Equações Para Estimativa Da Massa Corporal Magra De Meninos De 12 a 14 Anos. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano** v. 2, n. 1, p. 07-16, 2000.

ZAPPE, Jana Gonçalves ; DELL'AGLIO, Débora Dalbosco. Adolescência Em Diferentes Contextos De Desenvolvimento: Risco E Proteção Em Uma Perspectiva Longitudinal. **Psico** v. 47, n. 2, p. 99-110, 2016.

APÊNCIDE A – Termo de aprovação do comitê de ética e pesquisa.UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA FEDERAL DO**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA****Título da Pesquisa:**Prevalência de Sobrepeso e Obesidade em Adolescentes de 14 a 17 anos**Pesquisador:** Wagner Luis Ripka**Área Temática:****Versão:** 2**CAAE:** 11583113.7.0000.5547**Instituição Proponente:**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANA ((UTFPR))**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio**DADOS DO PARECER****Número do Parecer:** 267.192**Data da Relatoria:** 09/05/2013**Apresentação do Projeto:**

O projeto de Pesquisa intitulado "EQUAÇÕES GENERALIZADAS, BASEADAS EM ABSORCIOMETRIA ÓSSEA, PARA ESTIMATIVA DA DENSIDADE CORPORAL EM ADOLESCENTES" de responsabilidade do pesquisador WAGNER LUÍS RIPKA, Orientador: Prof. Dr. Pedro Miguel Gewehr(CPGEI) Grandes Áreas do Conhecimento (CNPq)Grande Área 3. Engenharias, Grande Área 4. Ciências da Saúde, Propósito Principal do Estudo (OMS),Saúde Coletiva / Saúde Pública, Título Público da Pesquisa: Prevalência de Sobrepeso e Obesidade em Adolescentes de 14 a 17 anos. Visa comparar diferentes tecnológicas para estimativa da composição corporal, nível de atividade física e qualidade de vida em adolescentes de 14 a 17 anos, de ambos os gêneros, com a utilização da técnica de dobras cutâneas e tendo como método de referência a aplicação de absorciometria óssea. Busca avaliar uma amostra em Curitiba de 1.111 (erro amostral de 3% e nível de confiança de 95%). Como contribuição para a literatura, ao término desta pesquisa espera-se: a criação de novas equações para predição da densidade corporal de adolescentes com idades entre 12 e 17 anos de ambos os gêneros; avaliação do perfil antropométrico dos adolescentes e atualização das curvas de adiposidade corporal em adolescentes; criação de curvas percentílicas da gordura corporal de adolescentes comparando padrão ouro; realização de análise comparativa dos resultados encontrados nas novas equações com os resultados das equações mais comentadas aplicadas na literatura; análise o impacto das variáveis: idade, circunferências e diâmetros corporais na

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165**Bairro:** CENTRO**CEP:** 80.230-901**UF:** PR**Município:** CURITIBA**Telefone:** (41)3310-4943**E-mail:** coep@utfpr.edu.br

Continuação do Parecer: 267.192

composição antropométrica; avaliação da validade das atuais classificações nacionais e regionais para gordura corporal em adolescente; avaliação do padrão bioquímico dos avaliados e sua relação com os níveis de atividade física e categorizar o nível de sedentarismo dos adolescentes.

Objetivo da Pesquisa:

Esta proposta de pesquisa tem como objetivo principal desenvolver equações para estimativa da densidade corporal em adolescentes com idade entre 12 a 17 anos, gênero masculino e feminino.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Desconfortos e ou Riscos: É possível que na última etapa (análise bioquímica) que o avaliado experimente algum pequeno desconforto devido a leve picada proporcionada pelo equipamento. Ressalta que todas as etapas serão feitas de maneira individualizada, isolada e por profissionais devidamente capacitados nos laboratórios da instituição. Os benefícios relatados no projeto tangem apenas o aspecto do ganho científico e não abordam os benefícios ao pesquisado.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa visa preencher uma lacuna existente, pois não encontramos equações para jovens brasileiros, o presente projeto é objetivo e está claro em sua proposta.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Preenchidos.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as solicitações foram atendidas.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da Resolução 196/96, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos para conhecimento deste Comitê. Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo.

Endereço: SETE DE SETEMBRO 3165

Bairro: CENTRO

CEP: 80.230-901

UF: PR

Município: CURITIBA

Telefone: (41)3310-4943

E-mail: coop@utfpr.edu.br

APÊNCIDE B – Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título do Projeto: Equações Generalizadas, Baseadas Em Absorciometria Óssea, Para Estimativa Da Densidade Corporal Em Adolescentes

Investigador: Wagner Luis Ripka

Orientador: Prof. Dr. Pedro Miguel Gewehr

Local da Pesquisa: Campus Curitiba- Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3163 Rebouças

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

1. Apresentação da pesquisa.

Seu filho(a) está sendo convidado(a) a participar da pesquisa Equações Generalizadas, Baseadas Em Absorciometria Óssea, Para Estimativa Da Densidade Corporal Em Adolescentes, que consiste em uma avaliação da composição corporal dele(a) por ~~meio~~ diferentes técnicas. Caso ~~voce~~ autorize a participação na pesquisa, será necessário que seu filho(a) se desloque até a UTFPR em um horário ~~de~~ para avaliação. Esta etapa será dividida em três momentos: (1) resposta de um questionário ~~sobre~~ a atividade física, (2) avaliação da composição corporal por dobras cutâneas e absorciometria óssea (3) análise bioquímica ~~final~~ das etapas, o avaliado receberá um folha de resultado contendo o resumo de todos às análises

2. Objetivos da pesquisa

O objetivo principal deste estudo é desenvolver equações para estimativa da gordura corporal em adolescentes de ambos os gêneros com a utilização da técnica de dobras cutâneas, tendo como método de referência a aplicação de absorciometria óssea. E como ~~objetivo~~ secundário ~~é~~ a criação de curvas percentilicas da gordura corporal de adolescentes comparando padrão ouro; Realizar análise comparativa dos resultados encontrados nas novas equações ~~com~~ os resultados das equações mais comumente aplicadas ~~literatura~~; Analisar o impacto das variáveis: idade, circunferências e diâmetros corporais na composição corporal; Aferir a densidade óssea dos avaliados; Avaliar o padrão bioquímico dos avaliados e sua relação com os níveis de atividade física; ~~Categorizar~~ de sedentarismo dos adolescentes.

3. Participação na pesquisa.

A avaliação durará em torno de 20 minutos ~~na~~ avaliação por dobras cutâneas consiste em aferir 8 ~~posturas~~ com uso de um compasso específico para ~~esses~~ ~~em~~ qualquer risco ~~na~~ técnica de absorciometria, por sua vez, o sujeito avaliado será colocado em uma maca ao qual será submetido a análise de gordura corporal e densidade óssea e um equipamento denominada DEXA (densitometria por absorciometria de raios X de dupla energia), um ~~de~~ ~~uma~~ emissão de raios X que não representa riscos ao avaliado ~~devido~~ a baixíssima emissibilidade radiológica ~~o~~ perfil bioquímico consiste na coleta de uma gota de sangue do ~~indivíduo~~ para análise de Glicose Colesterol e Triglicerídeos. Todos os materiais para essa coleta são individualizados e descartáveis.

4. Confidencialidade.

As informações relacionadas ao estudo poderão conhecidas somente pela equipe de pesquisa ~~fechada~~ deste termo. A identidade do seu filho(a) será preservada e mantida em confidencialidade.

5. Desconfortos, Riscos e Benefícios

5a) Desconfortos e ou Riscos:

É possível que na última etapa ~~análise~~ bioquímica seu filho(a) ~~experimente~~ algum pequeno desconforto devido a leve picada proporcionada pelo equipamento ~~ressaltamos~~ que todas as etapas serão feitas de maneira individualizada, isolada e por profissionais devidamente capacitados nos laboratórios da instituição.

5b) Benefícios:

Essa pesquisa ~~apresenta~~ como benefícios a criação de novas curvas de avaliação da adiposidade em adolescentes, tal como a criação de equações ~~atualização~~ para predição da composição corporal. Determinação d prevalência de níveis de glicose, triglicerídeos e colesterol ~~em~~ população, além da contribuição para futuras estratégias na saúde publica para combate a obesidade e sedentarismo.

6. Critérios de inclusão e exclusão.

Serão considerados incluídos na pesquisa, adolescentes cujos responsáveis tenham assinado o Termo de Assentimento da pesquisa; não fizerem uso de medicamentos que contém cálcio; não terem realizado exame de radiografia/tomografia computadorizada nos sete dias ~~que~~ ~~de~~ teste de absorciometria ~~tem~~ idade entre 12 anos completo e 17 anos e ~~três~~ meses; não estiverem em período gestacional.

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do ~~sujeito~~ de pe

APÊNDICE C – Valores descritivos das medidas de DC.

Idade (anos)		TR (mm)	SB (mm)	AB (mm)	SI (mm)	CX (mm)	AX (mm)	PE (mm)	BI (mm)	PT (mm)
12	Média ± DP	16,36±8,21	15,82±10,96	24,78±17,37	17,72±14,43	24,79±12,08	13,70±9,39	15,74±11,00	10,09±5,85	16,59±8,13
	Mediana ± AI	13,60±10,0	11,30±14,60	23,10±20,90	12,9 ±16,10	20,90±10,80	11,50±12,90	11,50±17,80	7,60±9,70	14,90±10,30
13	Média ± DP	12,34±5,81	11,69±7,81	17,80±11,62	12,17±8,47	19,01±9,53	10,45±6,89	11,82±8,04	7,19±4,37	12,55±5,90
	Mediana ± AI	11,15±5,93	9,15±4,20	15,00±14,73	9,95±9,45	15,85±10,45	9,05±6,83	9,15±7,03	5,45±3,78	11,20±8,83
14	Média ± DP	10,36±4,62	10,91±6,55	16,015±11,55	10,51±9,03	15,43±7,31	9,25±7,27	8,99±5,89	5,56±2,63	10,10±5,33
	Mediana ± AI	9,00±4,55	8,80±4,20	12,10±9,75	7,40±4,30	12,80±6,45	6,50±4,35	6,80±3,85	4,60±2,00	9,00±3,30
15	Média ± DP	9,18±3,90	10,43±4,95	14,83±9,73	10,01±7,28	13,85±6,40	8,08±4,34	8,06±4,32	4,83±1,72	9,41±4,69
	Mediana ± AI	8,60±4,00	9,10±4,50	11,30±8,40	7,30±4,40	12,20±6,70	6,40±3,20	6,70±3,20	4,30±1,50	8,00±4,70
16	Média ± DP	8,56±3,76	10,11±4,99	13,11±8,34	8,90±6,79	12,81±7,05	7,59±4,93	7,02±3,70	4,52±1,76	7,98±3,68
	Mediana ± AI	7,80±3,65	8,70±3,25	10,85±5,78	6,80±4,28	10,75±5,43	6,15±2,65	6,00±2,35	4,10±1,30	7,15±2,68
17	Média ± DP	9,17±4,63	11,40±6,05	16,07±10,65	9,91±7,32	12,66±6,26	8,50±6,10	7,91±4,92	4,61±1,98	8,43±3,88
	Mediana ± AI	7,90±4,05	9,50±3,85	12,10±9,60	7,00±4,65	11,10±4,40	6,30±3,60	6,10±3,25	4,10±1,55	7,60±3,25
Geral		10,40±5,47	11,36±6,84	16,35±11,66	10,92±9,00	15,44±8,61	9,16±6,61	9,23±6,63	5,68±3,43	10,17±5,69
		8,85±4,90	9,10±4,33	12,00±10,58	7,40±5,40	12,60±8,53	6,60±4,33	6,75±4,33	4,60±2,23	8,50±4,90

Define-se: tríceps (TR); subescapular (SB); abdominal (AB); supra-íliaca (SI); coxa medial (CX); axilar média (AX); peitoral (PE); bíceps (BI); peitoral (PT); desvio padrão (DP); Amplitude Interquartilica (AI); dobras cutâneas (DC).

APÊNDICE D – Características descritivas para a amostra de validação

Idade (anos)	n	MCT (kg)	Estatura (m)	IMC (kg/m²)	Cintura (cm)	Quadril (cm)	G (%)
12	4	44,15 ± 6,33	1,49 ± 0,04	19,93 ± 2,52	66,20 ± 5,37	82,55 ± 4,51	31,53 ± 4,00
13	5	58,50 ± 8,47	1,68 ± 0,06	20,63 ± 1,79	69,86 ± 3,90	87,20 ± 6,39	19,78 ± 4,04
14	9	60,63 ± 7,44	1,69 ± 0,04	21,22 ± 2,53	72,50 ± 5,91	91,89 ± 6,52	21,01 ± 7,40
15	8	59,54 ± 8,98	1,73 ± 0,05	19,84 ± 2,83	69,83 ± 4,47	88,58 ± 5,33	17,88 ± 2,17
16	8	56,25 ± 4,71	1,71 ± 0,06	19,35 ± 1,89	66,56 ± 5,45	85,21 ± 8,41	17,89 ± 1,27
17	8	66,39 ± 14,86	1,72 ± 0,07	22,17 ± 3,66	75,83 ± 7,85	91,36 ± 8,06	18,98 ± 4,83
Geral	42	58,86 ± 10,50	1,69 ± 0,08	20,59 ± 2,70	70,58 ± 6,39	88,44 ± 7,19	20,29 ± 5,79

Define-se: massa corporal total (MCT); índice de massa corporal (IMC); massa gorda (G).

APÊNDICE F – Lista de Publicações

RIPKA, W. L.; ULBRICHT, L. ; MENGHIN, L.; GEWEHR, P. M. Portable A-Mode Ultrasound for Body Composition Assessment in Adolescents. **Journal of Ultrasound in Medicine**, v. 35, p. 755-760, 2016. DOI: 10.7863/ultra.15.02026.

RIPKA, W. L.; MODESTO, J. D.; ULBRICHT, L.; GEWEHR, P. M. Obesity Impact Evaluated from Fat Percentage in Bone Mineral Density of Male Adolescents. **PlosOne**, v. 11, p. e0163470, 2016. DOI: 10.1371/journal.pone.0163470.

RIPKA, W. L.; MENGHIN, L.; ULBRICHT, L. ; BUNGUN, T.; GEWEHR, P. M. Obesity in Adolescents: Assessment by DXA Scan and Skinfold Thickness Equations. **British Journal of Medicine and Medical Research**, v. 18, p. 1-9, 2016. DOI: 10.9734/bjmmr/2016/30131.

RIPKA, W. L.; ULBRICHT, L.; GEWEHR, P. M. Body Composition And Prediction Equations Using Skinfold Thickness For Body. **PlosOne**. [em avaliação].

RIPKA, W. L.; ESMANHOTO, E.; ULBRICHT, L.; GEWEHR, P. M. Body Composition And Body fat in adolescents: reference data using LMS method. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. [em avaliação].

RIPKA, W. L.; ULBRICHT, L.; GEWEHR, P. M. Fat Percentage In Southern Brazilian Adolescents; Improvement Of Obesity Diagnosis In Adolescents By Generalized Equations Based On Subcutaneous Fat. In: **XXV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica**, 2016, Foz do Iguaçu. Anais do XXV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, 2016, v. 1. p. 13-16.

RIPKA, W. L.; ULBRICHT, L.; GEWEHR, P. M. Fat percentage evaluation through portable ultrasound in adolescents: A comparison with dual energy X-ray absorptiometry. In: 2016 **IEEE EMBS Conference on Biomedical Engineering and Sciences (IECBES)**, 2016, Malaysia. 2016 IEEE EMBS Conference on Biomedical Engineering and Sciences (IECBES). v. 1. p. 146-149. DOI:10.1109/IECBES.2016.7843432.

ANEXO A – Valores de constante de ajuste (c) para equação de Lohman

Sexo/Idade	7	10	13	16
Masculino	3,4	4,4	5,4	6,4
Feminino	1,4	2,4	3,4	4

Fonte: Lohman (1993)

ANEXO B – Valores de constante de ajuste adaptados por Pires Neto e Petroski para equação de Lohman

Sexo/Idade	Etnia	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Masculino	Branco	3,1	3,4	3,7	4,1	4,4	4,7	5,0	5,4	5,7	6,1	6,4	6,7
	Negro	3,7	4,0	4,3	4,7	5,0	5,3	5,6	6,0	6,3	6,7	7,0	7,3
Feminino	Branca	1,1	1,4	1,7	2,0	2,4	2,7	3,0	3,4	3,6	3,8	4,0	4,3
	Negra	1,4	1,7	2,0	2,3	2,3	3,0	3,3	3,6	3,9	4,1	4,4	4,7

Fonte: Pires Neto; Petroski (1996)

ANEXO C – Localização anatômica dos nove pontos de coleta com a metodologia de dobras cutâneas

Ponto	Sigla	Localização Anatômica
Bicipital	BI	Ponto médio na parte anterior do braço, entre o processo acromial da clavícula e o processo do olécrano da ulna.
Tricipital	TR	Ponto vertical, colocado como a distância média entre acrômio e o processo do olécrano da ulna.
Peitoral	PE	Medida oblíqua, localizada na metade da distância entre a linha axilar anterior e o mamilo para homens e a um terço da linha axilar anterior para mulheres
Axilar Média	AX	Medida oblíqua, realizada entre a linha axilar média e uma linha imaginária na altura do apêndice xifóide.
Subescapular	SB	Medida oblíqua em relação ao eixo longitudinal. Localizada 2 cm abaixo do ângulo inferior da escápula.
Abdominal	AB	Medida Vertical, medido aproximadamente 2cm à direita do umbigo.
Supra-Íliaca	SI	Medida Oblíqua, localizada na metade da distância entre o último arco costal e a crista ilíaca.
Coxa Medial	CX	Ponto médio, vertical, localizado entre a prega inguinal e a borda superior da patela
Panturrilha	PT	Ponto medial, vertical, localizado no maior perímetro da panturrilha.

Fonte: *American College of Sports and Medicine* (2006)

ANEXO D – Questionário ABEP para avaliação econômica



Critério de Classificação Econômica Brasil

O Critério de Classificação Econômica Brasil, enfatiza sua função de estimar o poder de compra das pessoas e famílias urbanas, abandonando a pretensão de classificar a população em termos de “classes sociais”. A divisão de mercado definida abaixo é exclusivamente de **classes econômicas**.

SISTEMA DE PONTOS

Posse de itens

	Quantidade de Itens				
	0	1	2	3	4 ou +
Televisão em cores	0	1	2	3	4
Rádio	0	1	2	3	4
Banheiro	0	4	5	6	7
Automóvel	0	4	7	9	9
Empregada mensalista	0	3	4	4	4
Máquina de lavar	0	2	2	2	2
Videocassete e/ou DVD	0	2	2	2	2
Geladeira	0	4	4	4	4
Freezer (aparelho independente ou parte da geladeira duplex)	0	2	2	2	2

Grau de Instrução do chefe de família

Analfabeto / Primário incompleto	Analfabeto / Até 3ª. Série Fundamental	0
Primário completo / Ginásial incompleto	Até 4ª. Série Fundamental	1
Ginásial completo / Colegial incompleto	Fundamental completo	2
Colegial completo / Superior incompleto	Médio completo	4
Superior completo	Superior completo	8

CORTES DO CRITÉRIO BRASIL

Classe	PONTOS	TOTAL BRASIL (%)
A1	42 - 46	0,9%
A2	35 - 41	4,1%
B1	29 - 34	8,9%
B2	23 - 28	15,7%
C1	18 - 22	20,7%
C2	14 - 17	21,8%
D	8 - 13	25,4%
E	0 - 7	2,6%

Fonte: ABEP (2008).