



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO, ATIVIDADE FÍSICA E
PLASTICIDADE FENOTÍPICA

RAVI MARINHO DOS SANTOS

**COMPOSIÇÃO CORPORAL DE CRIANÇAS DOS 7 AOS 10 ANOS DE IDADE DO
MUNICÍPIO DE VITÓRIA DE SANTO ANTÃO: DESENVOLVIMENTO E
VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES BASEADAS EM VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS**

Vitória de Santo Antão

2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO, ATIVIDADE FÍSICA E
PLASTICIDADE FENOTÍPICA

RAVI MARINHO DOS SANTOS

**COMPOSIÇÃO CORPORAL DE CRIANÇAS DOS 7 AOS 10 ANOS DE IDADE DO
MUNICÍPIO DE VITÓRIA DE SANTO ANTÃO: DESENVOLVIMENTO E
VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES BASEADAS EM VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica como requisito para a obtenção do título de mestre.

Área de concentração: Fatores ambientais moduladores da Plasticidade Fenotípica; **Linha de Pesquisa:** Nutrição e Atividade Física no Desenvolvimento.

Orientadora: Prof. Dr^a. Carol Virgínia Góis Leandro.

Coorientadora: Ms. Isabele Góes Nobre.

Vitória de Santo Antão

2020

Catálogo na Fonte

Sistema de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Ana Lígia F. dos Santos, CRB4/2005

S237c Santos, Ravi Marinho dos

Composição corporal de crianças dos 7 aos 10 anos de idade do município de Vitória de Santo Antão: desenvolvimento e validação de equações baseadas em variáveis antropométricas. / Ravi Marinho dos Santos. - Vitória de Santo Antão, 2020.

68 folhas; il., fig., tab., graf.

Orientadora: Carol Virgínia Góis Leandro.

Coorientadora: Isabele Góes Nobre.

Dissertação (Mestrado em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica) - Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Programa de Pós-graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica, 2020.

Inclui referências, anexo e apêndices.

1. Composição corporal. 2. Criança. 3. Antropometria. I. Leandro, Carol Virgínia Góis (Orientadora). II. Nobre, Isabele Góes (Coorientadora). III.

612.65 CDD (23.ed.)

BIBCAV/UFPE-025/2020

RAVI MARINHO DOS SANTOS

**COMPOSIÇÃO CORPORAL DE CRIANÇAS DOS 7 AOS 10 ANOS DE IDADE DO
MUNICÍPIO DE VITÓRIA DE SANTO ANTÃO: DESENVOLVIMENTO E
VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES BASEADAS EM VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Fatores ambientais moduladores da Plasticidade Fenotípica.

Aprovada em: 27/02/2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr.^a Carol Virginia Gois Leandro (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Marcos David da Silva Cavalcante - (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Leandro José Camati Felipe (Examinador Externo)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Marcos André Moura dos Santos (Examinador Interno)

Universidade de Pernambuco

RESUMO

As mudanças no cenário global da nutrição são preocupantes. Em países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, a prevalência da obesidade tem aumentado rapidamente embora a subnutrição continue sendo um dos principais problemas de saúde pública. As explicações para este cenário convergem para uma única causa: a transição nutricional. No entanto, poucos estudos têm sido desenvolvidos priorizando a criação de ferramentas de baixo custo para avaliação da composição corporal em crianças em regiões de transição. Assim, o objetivo do presente estudo foi desenvolver e validar internamente equações preditivas do percentual de gordura corporal derivada de variáveis antropométricas em crianças dos 7 aos 10 anos de idade. Dados da composição corporal de 58 crianças foram utilizados. A densitometria de raio-x de dupla energia (DEXA) foi utilizada como método de referência. Um modelo estatístico de regressão múltipla (*forward*) foi usado para o desenvolvimento das novas equações. A análise de *Bland-Altman* (IC:95%), o teste t *student* pareado e o coeficiente de correlação intraclass (CCI) foram utilizados para validar as equações desenvolvidas e compará-las com outras equações da literatura. Duas novas equações foram desenvolvidas para ambos os sexos: meninos: $\%GC: 13,642 + (1,527*IMC) + (-0,345*Altura) + (0,875*Tríceps) + (0,290* Circunferência de Cintura)$ e meninas: $-13,445 + (2,061* Coxa)$. A análise de *Bland-Altman* demonstrou boa concordância; com limites de concordância variando de -1,33 a 1,24% para os meninos e -3,35 a 4,08% para as meninas. O teste t de *student* pareado não demonstrou diferença entre a %GC-DEXA e as duas novas equações ($p>0,005$). O CCI foi de 0,948 e 0,915, respectivamente. As novas equações desenvolvidas refletiram em valores mais precisos da %GC em crianças inseridas em uma zona de transição nutricional do que quaisquer equações da literatura utilizadas neste estudo. No entanto, um estudo de validação cruzada é essencial para avaliar a previsibilidade das equações desenvolvidas em diferentes amostras.

Palavras-chaves: Composição corporal. Crianças. DEXA. Antropometria. Equações preditivas.

ABSTRACT

Changes in the global nutrition scenario are concerning. In low and middle-income countries, the prevalence of obesity has been increasing rapidly although malnutrition remains a major public health problem. The explanations for this scenario converge for a unique cause: the nutritional transition. However, few studies have been developed involving the creation of low-cost tools to assess children's body composition in transition regions. Thus, the present study aimed to develop and validate internally predictive equations for the percentage of body fat derived from anthropometric variables in children aged 7 to 10 years, using DXA as a reference method. Dual-energy x-ray densitometry (DXA) was used as a reference method. A statistical model of multiple regression (forward) was used for the development of the new equations. The Bland-Altman analysis (CI: 95%), the paired Student t-test, and the intraclass correlation coefficient (ICC) were used to validate the developed equations and compare them with other equations in the literature. Two new equations were developed for both sexes: boys: % BF: $13.642 + (1.527 * \text{BMI}) + (-0.345 * \text{Height}) + (0.875 * \text{Triceps}) + (0.290 * \text{Waist Circumference})$ and girls: $-13.445 + (2.061 * \text{Thigh})$. The Bland-Altman analysis showed good agreement; with limits of agreement ranging from -1.33 to 1.24% for boys and -3.35 to 4.08% for girls. The paired Student's t-test showed no difference between the % GC-DXA and the two new equations ($p > 0.005$). The ICC was 0.948 and 0.915, respectively. The new equations developed reflected in more accurate % BF values in children inserted in a nutritional transition zone than any equations in the literature used in this study. However, a cross-validation study is essential to assess the predictability of the developed equations in different samples.

Key words: Body composition. Children. DXA. Anthropometry. Predictive equations.

LISTA DE FIGURAS

- Figure 1- Agreement limits between the % GC determined by the DEXA reference values and the two new %BF estimation equations in the validation sample (boys n = 17; girls n = 15) of children of both sexes aged 7-10 years old 49
- Figure 2- Agreement limits between the %BF determined by the DEXA reference values and the % BF predicted by the four previously published equations in the validation sample (boys n = 17; girls - n = 15) of children of both sexes aged 7-10 years. Figure 2.A and 2.B show the agreement of the Slaughter II equations. Figure 2.C and 2.D shows the agreement of the Slaughter II equations. Figure 2.E and 2.F shows the agreement of Bray's equations. Figure 2.G and 2.H shows the agreement of Cameron's equations 50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Erro técnico da medida relativo e absoluto de dobras subcutâneas e circunferência corporal de crianças de 7 a 10 anos.....	26
Tabela 2-	Equações demográficas e antropométricas da %GC previamente publicadas na literatura.....	28
Table 1-	Technical error of measurement (TEM) relative and absolute of subcutaneous skinfolds and body circumference of children aged 7 to 10 years.....	45
Table 2-	Mean and standard deviation of demographic variables and body composition of children (both sexes) aged 7 – 10 years.....	46
Table 3-	Demographic and anthropometric %BF-equations previously published.....	47
Table 4-	%BF predictive equations to children of both sexes 7 – 10 years old.	48
Table 5-	Comparasion of the body fat percentage estimated by DXA and the preditcitve equations.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3C	Três compartimentos
4C	Quatro compartimentos
%GC-DEXA	Porcentagem da gordura corporal expressa pelo DEXA
ACT	Água corporal total
BIA	Análise de Impedância bioelétrica
CMO	Conteúdo mineral ósseo
DEXA	Densitometria de raio-x de dupla energia
DI	Diluição isotópica
DCNT	Doenças crônicas não transmissíveis
DMO	Densidade mineral óssea
DCs	Dobras subcutâneas
DP	Desvio padrão
EP	Erro padrão
EPE	Erro padrão da estimativa
EPM	Erro padrão da média
ETM	Erro técnico de medição
FIRJAN	Federação das indústrias do estado do Rio de Janeiro
FIV	Fator de inflação da variância
IBGE	Instituto Brasileiro de geografia estatística
IDH	Índice de desenvolvimento humano
IFDM	Índice FIRJAN de desenvolvimento municipal
IMC	Índice de massa corporal
MCM	Massa corporal magra
MG	Massa gorda
MGT	Massa gorda total
MLG	Massa livre de gordura
MM	Massa magra
PCT	Peso corporal total

PDA	Plestimografia por deslocamento de ar
PH	Pesagem hidrostática
RM	Ressonância magnética
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Science</i>
TALE	Termo de assentimento livre e esclarecido
TC	Tomografia computadorizada
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	12
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	15
2.1 Impactos da Transição Nutricional no Brasil	15
2.2 A pluridimensionalidade da obesidade infantil no Brasil.....	16
2.3 Avaliação da composição corporal em crianças.....	18
2.3.1 <i>Plestimografia por deslocamento de ar em crianças.....</i>	18
2.3.2 <i>Densitometria de raio-X de dupla energia em crianças</i>	19
2.3.3 <i>Medidas de dobras subcutâneas em crianças</i>	20
2.3.4 <i>Equações de estimativa da composição corporal para crianças</i>	20
3 OBJETIVOS	22
3.1 Objetivo Geral.....	22
3.2 Objetivos Específicos	22
4 HIPÓTESE.....	23
5 MATERIAL E MÉTODOS	24
5.1 Local do Estudo.....	24
5.2 Amostra	24
5.3 Critérios de exclusão e inclusão	24
5.4 Antropometria e composição corporal.....	25
5.5 Confiabilidade	26
5.6 Densitometria de Raio-x de Dupla Energia (DEXA)	26
5.7 Análise estatística	27
6 RESULTADOS	29
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
REFERÊNCIAS.....	54
APÊNDICE A – FICHA ANTROPOMÉTRICA	64
ANEXO A – CARTA CONVITE PARA PARTICIPAÇÃO DA PESQUISA	65
ANEXOS	65
ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	65

ANEXO B – TCLE – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO...67

ANEXO C – TALE – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO 68

1 APRESENTAÇÃO

A obesidade infantil é considerada um dos problemas mais graves de saúde pública do século XXI (WHO, 2018). No mundo, a obesidade infantil cresceu mais de dez vezes nas últimas quatro décadas, passando de 11 milhões em 1975 para 124 milhões em 2016 (ABARCA-GÓMEZ *et al.*, 2017). No Brasil, 11,8% das meninas de 5 a 9 anos de idade estão obesas; entre os meninos para a mesma faixa etária esse percentual é de 16,6% (IBGE, 2010b). No Sudeste, 37,9% das meninas e 20,6% dos meninos entre 5 a 9 anos de idade estão obesos (IBGE, 2010a). Na região Nordeste do país, a prevalência da obesidade infantil é de 5,2% entre crianças com até cinco anos de idade (MOREIRA *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2017). Em Vitória de Santo Antão, localizada na zona da mata do estado Pernambucano, um estudo relatou que 24% das crianças dos 7 a 10 anos de idade estão obesas. (SANTOS *et al.*, 2018).

O ganho excessivo de gordura corporal durante a infância suscita uma série de alterações na composição corporal que pode estar associado a prejuízos futuros a saúde (GÜNGÖR, 2014). Tem sido demonstrado que crianças com excesso de peso têm cerca de 70% de chance de se tornarem adultos obesos (GIBSON *et al.*, 2017). Um estudo de coorte comparou a prevalência do sobrepeso e da obesidade ao longo de duas décadas consecutivas em crianças e adolescentes de cinco a dezenove anos. Foi demonstrado um aumento na prevalência da obesidade nos meninos entre as diferentes coortes (2,76% em 1990 para 4,79% em 1999, 7,98% em 2003, 6,72% em 2009, e 8,03% em 2011). Em contrapartida, as meninas tiveram uma prevalência de sobrepeso e de obesidade levemente menor (3,12% em 1990 para 6,53% em 2003) (HOSSEINI *et al.*, 2017). A identificação da gordura corporal, quase sempre, atrelada ao armazenamento excessivo durante a infância exige da utilização e/ou da criação de novas técnicas da composição corporal; para tal, tais técnicas podem variar em custo, praticidade e confiabilidade. (COMBEST; HOWARD; ANDREWS, 2017).

A quantificação da gordura corporal pode ser realizada a partir de técnicas diretas, laboratoriais (indireta) e clínicas (duplamente indireta) (LEMOS; GALLAGHER, 2017). As técnicas laboratoriais (plestimografia por deslocamento de ar (PDA) e a densitometria de raio-x de dupla energia (DEXA)) são técnicas de referência, conhecidas como “padrão ouro” (SCAFOGLIERI; CLARYS, 2018). Em crianças, tem sido mostrado que o DEXA fornece estimativas precisas da composição corporal (HANGARTNER *et al.*, 2013). Um estudo investigou a acurácia do DEXA em estimar a %GC (percentual de gordura corporal) contra

um modelo de 4 compartimentos (4C) em 30 crianças com sobrepeso e obesidade. Foi demonstrado que o DEXA explicou 94% da variação do modelo de 4C (r^2 : 0,94; EPE: 2,02; IC 95%: $1,9 \pm 4,0$) (GATELY *et al.*, 2003). Outro estudo avaliou a %GC através de diferentes métodos bicompartimentais (diluição isotópica, plestimografia, absorciometria radiológica e impedância bioelétrica) em escolares chilenos obesos de 8 a 13 anos de idade. Os resultados demonstraram que dentre os métodos, o DEXA apresentou maior acurácia e menor diferença comparado ao modelo de 4C ($r = 0,866$ [IC 95%: -6,10-5,62] (VASQUEZ *et al.*, 2016). Entretanto, o alto custo e a inviabilidade de transporte, limita a aplicabilidade do DEXA para análises clínicas (RUBBIERI; MOSSELLO; DI BARI, 2014).

As análises clínicas são mais simples, econômicas e não invasivas; as opções incluem: dobras subcutâneas, índice de massa corporal (IMC) e equações de estimativas de MG e MLG (KURIYAN, 2018b). No Brasil, Ripka, Ulbricht e Gewehr (RIPKA; ULBRICHT; GEWEHR, 2017) estimaram o %GC com acurácia em 374 adolescentes de 12 a 17 anos, a partir de três equações preditivas da %GC ($R^2 = 0,93, 0,91$ e $0,85$, EPM = 1,79, 1,78 e 1,87). Contudo, equações preditivas baseadas em modelos bicompartimentais (MG e MLG) parecem considerar como invariável a densidade ($1,1\text{g/cm}^3$) e a hidratação (73,2%) da MLG (SILVA; FIELDS; SARDINHA, 2013). Tais valores, conceituadamente são apontados como constantes em adultos, mas variam em larga escala em crianças, principalmente durante o crescimento e o desenvolvimento (MACHADO *et al.*, 2017). Nesse sentido, Chumlea e colaboradores (CHUMLEA *et al.*, 2005) avaliaram a quantidade de água corporal total (ACT) pela técnica de diluição do óxido de deutério em crianças e adolescentes em diferentes idades. Em idades mais baixas (8 anos de idade) as crianças apresentaram menor quantidade de ACT (16L / 15L) quando comparadas aos adolescentes (16 a 17 anos - 40L / 29L). Em contraste, tem sido apontado que o conteúdo mineral ósseo (CMO) e a densidade mineral óssea (DMO) aumentam cerca de 3,7% nos primeiros anos de vida. (MAGGIOLI; STAGI, 2017). Um estudo utilizou o DEXA para avaliar CMO e a DMO de 155 crianças em diferentes idades (do nascimento até os 5 anos de idade). Foi relatado um aumento da DMO do nascimento até aos 5 anos de idade, com valores expressivos entre as idades de 1 e 4 anos. Semelhantemente, o CMO aumentou do nascimento até aos 5 anos de idade, com ganhos máximos entre 2 e 3 anos de idade (MANOUSAKI *et al.*, 2016).

Vitória de Santo Antão é uma cidade localizada na Zona da Mata Sul do estado de Pernambuco. Entre os anos de 2004 a 2009 a desnutrição infantil em Vitória, reduziu de 3,7 para 1,7 crianças desnutridas para 100 nascidos vivos (DATASUS, 2010). Por outro lado, no

ano de 2015 a prevalência da obesidade atingiu 6,5% das crianças e adolescentes vitorienses (BARRETO NETO *et al.*, 2015). Neste sentido, Vitória vem demonstrando características resultantes de uma intensa transição nutricional (rápido declínio da desnutrição e simultâneo aumento da obesidade). Sendo assim, é importante considerar que novas equações de estimativas da composição corporal continuem sendo desenvolvidas, principalmente em regiões de transições. Assim, o objetivo do presente estudo é desenvolver e validar internamente equações preditivas do percentual de gordura corporal derivada de variáveis antropométricas em crianças dos 7 aos 10 anos de idade, utilizando o DEXA como método de referência.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Impactos da Transição Nutricional no Brasil

Em países em desenvolvimento as mudanças no perfil dietético e no nível de atividade física vêm sendo vistas pelo processo da transição nutricional (NASREDDINE *et al.*, 2018). A coexistência entre subnutrição e supernutrição em uma mesma população pode ser conhecida através da dupla carga da má nutrição (KOLETZKO *et al.*, 2013). Em países em desenvolvimento, a dupla carga da má nutrição tem se tornado uma alarmante preocupação de saúde pública (CAI, 2014). No Brasil, tem sido relatado uma diminuição na prevalência da subnutrição com concomitante aumento da obesidade (BISHWAJIT, 2015). Um estudo comparou a prevalência da subnutrição em quatro mil crianças brasileiras menores de cinco anos através de dois inquéritos nutricionais entre os anos de 1996 a 2007. Foi demonstrado uma diminuição de 50% na prevalência da subnutrição no país (MONTEIRO *et al.*, 2009). Em contrapartida, um estudo transversal analisou a prevalência de sobrepeso e obesidade em 1231 escolares brasileiros durante quinze anos (2000 a 2015). Foi relatado que ao longo dos anos a prevalência da obesidade abdominal aumentou 17,9% (CASAGRANDE; WAIB; SGARBI, 2017). A dupla carga da má nutrição é estabelecida principalmente nas regiões mais pobres do país, sendo norte e o nordeste os locais mais atingidos (CONDE; MONTEIRO, 2014).

As regiões norte e nordeste do Brasil vêm vivenciando intensamente o cenário da dupla carga da má nutrição (IBGE, 2013). Nesse sentido, um estudo mostrou que a prevalência da subnutrição na população infantil do nordeste brasileiro é de 4,7%; Enquanto que, a obesidade para a mesma região e população é de 28,8% (CORREIA *et al.*, 2014; NIEHUES *et al.*, 2014b). No norte do país, um estudo relatou que a prevalência da subnutrição em crianças menores de cinco anos é de 13,2% e para a obesidade, a prevalência é de 17% (BENÍCIO *et al.*, 2013; FRADKIN *et al.*, 2018). No entanto, o rápido aumento da transição demográfica e epidemiológica parece intensificar esse fenômeno (POPKIN; GORDON-LARSEN, 2004). A taxa de mortalidade infantil vem diminuindo no Nordeste brasileiro (6,1% ao ano); enquanto que, as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) assumem um papel inverso (SANDERS *et al.*, 2017). Em 414 crianças e adolescentes Pernambucanos, um estudo relatou que 30% dessas crianças apresentaram um quadro lipídico aterogênico com altos níveis de triglicerídeo, colesterol total e LDL (FRANCA; ALVES, 2006). Em 963 crianças menores de cinco anos na região do semiárido do estado de Alagoas,

um estudo demonstrou uma prevalência de excesso de peso em 28,5% das crianças (peso/estatura ≥ 1 escore z) (MOREIRA *et al.*, 2012).

Estudos prospectivos têm demonstrado uma tendência acelerada no aumento das taxas anuais de sobrepeso e obesidade entre crianças brasileiras (POPKIN *et al.*, 2006; IBGE, 2010c). Estima-se que em 2050, em torno de 70% da população adulta no Brasil estará com sobrepeso (RTVELADZE *et al.*, 2013). Políticas públicas como a vigilância epidemiológica de DCNT e o plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das DCNT visam reduzir a prevalência da obesidade em crianças e adolescentes até 2022 (BRASIL, 2011). Dessa forma, o desenvolvimento e a validação de equações de estimativa da gordura corporal podem fornecer alternativas de combate à transição nutricional, principalmente por estimarem precisamente a composição corporal em populações de países em desenvolvimento (BALL; ALTENA; SWAN, 2004).

2.2 A pluridimensionalidade da obesidade infantil no Brasil

A prevalência da obesidade infantil tem aumentado no mundo, alcançando o status de epidemia global (KUMAR; KELLY, 2017). Na América Latina, 7% das crianças até os cinco anos de idade estão com sobrepeso; para as crianças de seis a onze anos de idade a prevalência varia de 15 para 36,9% (WHO, 2014). No Brasil, aproximadamente 7,3% das crianças menores de cinco anos estão com sobrepeso e, um terço das crianças de cinco aos nove anos de idade estão com sobrepeso e obesidade (OMS, 2017). Há fortes indícios que crianças obesas se tornem adultos obesos e tenham o risco aumentado de desenvolverem doenças crônicas como diabetes, doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer (EVENSEN *et al.*, 2016). Um estudo demonstrou que nos últimos trinta anos a incidência de diabetes aumentou anualmente cerca de 3,1% em crianças e adolescentes menores de catorze anos (NEGRATO *et al.*, 2017). Um estudo avaliou 937 crianças e adolescentes de escolas públicas com idades variadas de 7 a 14 anos, foi constatado uma prevalência de dislipidemia de 25,5% nas crianças e adolescentes de ambos os sexos (ALCÂNTARA NETO *et al.*, 2012).

A obesidade infantil é definida como um fenômeno multifatorial e complexo, que incluem fatores como hábito alimentar inadequado e falta de atividade física (GAUTHIER; KRAJICEK, 2013). Estudos têm relatado que a ingestão inadequada de nutrientes com

conteúdo elevado de açúcar e gordura saturada associado a níveis insuficientes de atividade física, são as principais implicações para um ambiente obesogênico (KIRK; PENNEY; MCHUGH, 2010). Um estudo analisou o hábito alimentar e o comportamento de consumo de 111 estudantes dos 7 a 10 anos de idade de escolas públicas e privadas. Foi demonstrado que os estudantes consumiam diariamente ou quase diariamente entre as suas refeições balas, chocolates, frituras e biscoitos (RODRIGUES; FIATES, 2012). Um estudo analisou a característica de consumo alimentar de 3.083 crianças brasileiras de dois a cinco anos de idade em diferentes regiões do país. Foi noticiado que as maiores prevalências de consumo de biscoitos, bolachas e salgadinho de pacote foi em crianças situadas no Nordeste do país (ALVES; MUNIZ; VIEIRA, 2013). Um estudo transversal avaliou o nível de atividade física e o comportamento sedentário em 4210 estudantes do ensino médio de 14 a 19 anos de idade. Foi demonstrado que 65,1% dos estudantes apresentaram níveis insuficientes de atividade física; enquanto que, 40,9% apresentaram comportamento sedentário em dias de semana e 49,9% nos finais de semana (TENÓRIO *et al.*, 2010).

A avaliação da composição corporal pode ser um indicador imprescindível para o monitoramento das comorbidades geradas pelo excesso de peso (GALLAGHER; DELEGGE, 2011). O IMC tem sido utilizado há décadas como parâmetro classificatório de sobrepeso e obesidade em diferentes populações (sobrepeso IMC: 25,0 a 29,9kg/m² ou obesidade IMC $\geq$ 30kg/m²) (BAUER *et al.*, 2012; STEVENS *et al.*, 2016). No entanto, o IMC não distingue os componentes da MG e da MLG (HAROUN *et al.*, 2010). Uma série de estudos tem demonstrado que as medidas de circunferência corporal vêm apresentando grandes vantagens em estimar a gordura total em sujeitos obesos (JANSSEN; KATZMARZYK; ROSS, 2004; MAESSEN *et al.*, 2014). Um estudo demonstrou que as medidas de circunferência de cintura e a razão cintura/estatura parecem ser indicadores de identificação precisos da obesidade central em 2271 crianças de 6 a 12 anos de idade (FREDRIKSEN; SKÅR; MAMEN, 2018). Um estudo realizado com 117 alemães (ambos o sexo) em idades variadas de 26 a 67 anos, demonstrou que a equação preditiva da MG teve a capacidade de predição aumentada em 15,8% após a inclusão da medida de circunferência de cintura ao modelo matemático ($R^2_{ajust} = 0,158$, $p < 0,001$). Nas mulheres, a equação preditiva da MG teve a capacidade de predição aumentada em 11,1% após a inclusão da medida de circunferência de quadril ao modelo ($R^2_{ajust} = 0,111$, $p < 0,001$) (GARCIA *et al.*, 2005).

2.3 Avaliação da composição corporal em crianças

A avaliação da composição corporal consiste em uma importante ferramenta para o conhecimento da situação nutricional e de saúde, atuando na prevenção e tratamento de diversas doenças em todas as faixas etárias (CHOMTHO *et al.*, 2006). Em crianças, a mensuração da composição corporal pode apresentar algumas limitações; em virtude do rápido aumento da estatura, peso, MG e MLG correspondentes ao processo de crescimento e desenvolvimento (KYLE *et al.*, 2015).

A composição corporal pode ser quantificada em diferentes modelos compartimentais, repercutindo no surgimento de diferentes técnicas de medidas (AHRENS *et al.*, 2014a). Basicamente, as técnicas de medida da composição corporal são classificadas em métodos de referência e clínicos (MARTINEZ *et al.*, 2017).

Os métodos de referência incluem absorptometria por dupla emissão de raio-X (DEXA), diluição isotópica (DI), pesagem hidrostática (PH), ressonância magnética (RM), tomografia computadorizada (TC) e pletismografia por deslocamento de ar (PDA) (DUREN *et al.*, 2008). Enquanto que, as análises clínicas podem ser classificadas em dobras subcutâneas (DCs), índice de massa corporal (IMC), impedância bioelétrica (BIA), circunferência corporal e equações de estimativas (WELLS; FEWTRELL, 2006).

2.3.1 Pletismografia por deslocamento de ar em crianças

A pletismografia por deslocamento de ar (PDA) vem ganhando grande destaque dentre as técnicas de avaliação da composição corporal (BUCHHOLZ *et al.*, 2004). A técnica utiliza o deslocamento de ar para medir o volume e a densidade corporal, onde volume e pressão assumem uma relação inversamente proporcional (FIELDS; HIGGINS; HUNTER, 2004).

Em crianças, a avaliação da composição corporal através da PDA é rápida (5-10min) e fácil, demandando mínima cooperação da criança podendo ser uma alternativa a pesagem hidrostática (SANT'ANNA, PRIORE; FRANCESCHINI, 2009). Um estudo avaliou a precisão e a confiabilidade da PDA em estimar a %GC em 31 crianças de 2 a 6 anos de idade. Foi demonstrado que a PDA quando comparada ao modelo de 4C (volume corporal (l), água corporal total (l), conteúdo mineral ósseo (kg) e massa corporal (kg)) explicou 75,2% da variação deste modelo (EPE = 2,09%). Os autores concluíram que a PDA é precisa e confiável em estimar a %GC em crianças (FIELDS; ALLISON, 2012). Um estudo avaliou a composição corporal através da PDA em 28 crianças de 5 a 7 anos de idade. Foi relatado que a PDA estimou precisamente a %GC quando comparada ao modelo de 3 compartimentos (3C; volume corporal, água corporal total e peso corporal) (viés = <0,5%; limite de

concordância = $\pm 2\%$) (WELLS *et al.*, 2003). No entanto, a PDA apresenta algumas limitações de estimativas da gordura regional e de músculo, assim como o alto custo do aparelho torna inviabilizante o seu uso no cenário clínico (BORGA *et al.*, 2018).

2.3.2 Densitometria de raio-X de dupla energia em crianças

A densitometria de raio-X de dupla energia (DEXA) vem recebendo grande atenção nas pesquisas envolvendo composição corporal (LEMOS; GALLAGHER, 2017). O DEXA tem como proposta a quantificação do corpo em 3C distintos (massa gorda, massa corporal magra e densidade mineral óssea) (KURIYAN, 2018b). A técnica adota o princípio da atenuação de raios X com energias fotônicas emitindo dois níveis de energia: alto e baixo que são mensuráveis e dependentes da densidade, da composição química e espessura do tecido (ROTHNEY *et al.*, 2009b).

Frequentemente, estudos têm utilizado o DEXA para avaliar a densidade mineral óssea, gordura corporal e massa corporal magra em crianças de diferentes idades (LEONARD *et al.*, 2009; L'ABÉE *et al.*, 2010). Um estudo comparou a estimativa de mensuração da %GC entre o DEXA e um modelo de 4C em 411 crianças e adolescentes de 6 a 18 anos idade. Foi demonstrado que houve uma correlação forte entre o DEXA e o modelo de 4C (densidade corporal (kg/l), água corporal total (l), peso corporal (kg) e conteúdo mineral ósseo (kg)) ($R^2 = 0,85$; EPE = 3,66%) (SOPHER *et al.*, 2004). Um outro estudo comparou a confiabilidade entre o DEXA e um modelo de 4C (volume corporal (l), água corporal total (l), conteúdo mineral ósseo (kg) e peso corporal (kg)) em estimarem a %GC de 61 crianças e adolescentes obesos, levando em consideração o desenvolvimento puberal. Para os estágios I e II de Tanner entre os meninos, o DEXA mostrou forte correlação com o modelo de 4C (volume corporal (l), água corporal total (l), conteúdo mineral ósseo (kg) e peso corporal (kg) na determinação da %GC ($r = 0,87$) (VASQUEZ *et al.*, 2016).

Entretanto, o DEXA vem apresentando algumas limitações metodológicas em seu uso (SHEPHERD *et al.*, 2017). Nesse sentido, tem sido relatadas diferenças de calibração entre os modelos e *softwares* de fabricação; bem como vem sendo demonstrado que boa parte dos *scanners* realizados comporta uma limitação máxima de massa corporal de ~136kg e apresenta áreas de alcance de varredura limitada (~190 x 60 cm²) (SCHOELLER *et al.*, 2005; ROTHNEY *et al.*, 2009a). Tais entraves podem coincidir em restrições de uso para certas populações, especialmente para as gestantes e obesos (DUREN *et al.*, 2008).

2.3.3 Medidas de dobras subcutâneas em crianças

As medidas de dobras subcutâneas estão inseridas como uma dentre as mais variadas possibilidades de avaliação da composição corporal em diferentes populações (FREEDMAN *et al.*, 2013). A análise se fundamenta na utilização de um adipômetro capilar que demarca uma camada de pele e outra de gordura simultaneamente em uma região corporal específica (*e.g.* bíceps, tríceps entre outras), caracterizando dessa forma, a análise como simples, portátil e de baixo custo (PÉREZ-CHIRINOS BUXADÉ *et al.*, 2018).

Em crianças, vários estudos de desenvolvimento e validação de equações de estimativas vêm sendo realizados baseados em dobras subcutâneas. Nesse sentido, um estudo desenvolveu quatro equações de estimativa da gordura corporal total em 97 crianças Latinas. Dentre as equações desenvolvidas, foi demonstrado que após a adição da dobra subcutânea abdominal ao modelo matemático, houve um aumento de 10% em sua capacidade preditiva (0,863 – 0,963%) (HUANG; WATKINS; GORAN, 2003). Outros estudos também relataram que equações constituídas por dobras subcutâneas em suas configurações demonstraram melhores desempenhos preditivos do que as que não apresentaram a presença de dobras subcutâneas em seus arranjos (TRUESDALE *et al.*, 2016).

Sendo assim, através das medidas de dobras subcutâneas e com posterior inserção ou não em modelos matemáticos de estimativas, pode-se acompanhar mudanças da composição corporal associadas ao déficit ou ao excesso de gordura corporal total, ao crescimento e ao desenvolvimento e a maturação durante a infância (GOMES; ANJOS; VASCONCELLOS, 2010).

2.3.4 Equações de estimativa da composição corporal para crianças

As equações de estimativa parece ser o método mais utilizado para avaliar a composição corporal em grandes populações (SOUZA *et al.*, 2014). Países como Estados Unidos e Reino Unido foram os pioneiros a avaliarem via equações a densidade corporal, peso da massa magra e massa gorda total em diferentes populações (SIRI, 1956; DURNIN; WOMERSLEY, 1973; JACKSON; POLLOCK, 1977). Atualmente, mais de cem equações foram desenvolvidas a partir de variáveis demográficas, antropométricas, circunferências corporais e dobras subcutâneas (STEVENS *et al.*, 2016). Em crianças, as disparidades entre proporções e tamanhos corporais associados ao crescimento expressivo da obesidade sugere que novas equações de estimativa da composição corporal sejam desenvolvidas (OLIVER *et al.*, 2012). Nesse sentido, um estudo desenvolveu e validou quatro equações de estimativas

da %GC em 601 crianças e adolescentes Mexicanos de 5 a 19 anos de idade. Foi relatado que na amostra de validação, as equações desenvolvidas apresentaram valores de R^2 significativos quando equiparadas ao DEXA ($\geq 85,6\%$ para os meninos e $\geq 78,1\%$ para as meninas; EP $\leq 3,05\%$ e $\leq 3,52\%$) (ORTIZ-HERNÁNDEZ *et al.*, 2017). Um outro estudo desenvolveu quatro equações de estimativas da MG utilizando o DEXA como método de referência em 25,668 crianças Chilenas de 5 a 18 anos de idade. Foi demonstrado que as equações explicaram 64 e 73% das variações da %GC do DEXA em ambos os sexos (EPM = $< 4,65\%$) (COSSIO-BOLANOS *et al.*, 2017). Entretanto, é necessário compreender que equações de estimativas são supostamente válidas para populações que se assemelham em características como idade, etnia, nível de atividade física e sexo (KANELLAKIS *et al.*, 2017).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Desenvolver e validar internamente equações preditivas do percentual de gordura corporal derivada de variáveis antropométricas em crianças dos 7 aos 10 anos de idade, utilizando o DEXA como método de referência.

3.2 Objetivos Específicos

- Comparar a capacidade preditiva das equações desenvolvidas com outras equações de estimativas do percentual de gordura corporal para crianças;
- Caracterizar descritivamente a composição corporal através do conteúdo mineral ósseo, densidade mineral óssea, massa gorda e massa livre de gordura.

4 HIPÓTESE

O percentual de gordura corporal de crianças dos 7 aos 10 anos de idade, pode ser estimado através de equações preditivas desenvolvidas e validadas internamente a partir de variáveis antropométricas, utilizando o DEXA como método padrão de referência.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Local do Estudo

O estudo foi realizado na cidade de Vitória de Santo Antão, localizada na região Nordeste do Brasil, inserida na Zona da Mata Sul do interior Pernambucano. Distante da capital Recife à 49 km e com uma população média estimada para o ano de 2018 de 137.915 habitantes. O índice de desenvolvimento humano (IDH) do município de acordo com o último censo do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil foi de 0,64 e a taxa de mortalidade infantil segundo o IBGE tem como média: 8,12 para 1,000 nascidos vivos. O índice FIRJAN de desenvolvimento municipal (IFDM) classifica socioeconomicamente o município de Vitória de Santo Antão como desenvolvimento moderado, ocupando a 15ª posição dentre os 185 municípios Pernambucanos. Na educação, a rede municipal de ensino está estruturada com 70 escolas das quais, 44 estão localizadas na zona rural e 25 na zona urbana totalizando 7119 crianças matriculadas no ensino fundamental.

5.2 Amostra

A amostra do presente estudo foi recrutada a partir do projeto Crescer com Saúde da Universidade Federal de Pernambuco/Centro Acadêmico de Vitória de Santo Antão. O tamanho amostral foi calculado utilizando o *software G-Power* (versão 3.1.9.4). Foi assumido um tamanho de efeito de f^2 : 0,15; um de nível de significância de 0,05% e o poder do teste adotado foi de 90%. Para uma análise de regressão múltipla (duas caudas; número de variáveis independentes = 4) um tamanho amostral mínimo de 58 participantes (31 meninos e 27 meninas) foi necessário para identificação de um tamanho de efeito médio (CAVEDON; ZANCANARO; MILANESE, 2018). As coletas foram realizadas entre os meses de outubro de 2018 com término em setembro de 2019. O estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Pernambuco (91338718.0.0000.5208).

5.3 Critérios de exclusão e inclusão

Os critérios de inclusão adotados foram: as crianças estarem matriculadas na rede escolar municipal de ensino de Vitória de Santo Antão - PE e enquadrar-se dentro da faixa-

etária pré-estabelecida (7 aos 10 anos de idade). Apresentação do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) assinado pelos pais ou responsável por cada criança envolvida neste estudo. Assinatura do termo de assentimento livre esclarecido (TALE) por cada criança envolvida neste estudo.

Os critérios de exclusão adotados foram: A detecção de qualquer distúrbio de ordem motora, metabólica ou psicológica, meninas que apresentassem menarca precoce (antes de 9–10 anos).

5.4 Antropometria e composição corporal

A padronização descrita por Lohman (1986) foi utilizada para as medições da massa corporal, estatura e circunferências de cintura e quadril. A circunferência da cintura foi considerada como o menor perímetro entre a última costela e a crista ilíaca. A circunferência do quadril foi avaliada na região de maior protuberância glútea (LOHMAN, 1986). Ambas as medidas foram coletadas utilizando uma trena antropométrica metálica da marca Cescorf® com 2m de comprimento, 6mm de largura e escala sequencial de 10 cm. O peso corporal foi coletado através de uma balança da marca Omron HBF-214/HBF214-LA (São Paulo, Brasil,) com precisão de 2,0 kg a 40,0 kg: $\pm 0,4$ kg e 40,0 kg a 150,0 kg: $\pm 1\%$. A estatura foi avaliada através de um estadiômetro de parede MD compacto – HT/01 com 200 cm. Ambas as medidas foram realizadas com a criança descalça e o mínimo de roupa possível.

A partir das medidas antropométricas coletadas e com posterior inserção dos valores na fórmula: massa corporal (Kg) /estatura (m^2) o índice de massa corporal (IMC) foi fornecido. Para a mensuração do percentual de gordura corporal: dobras de adiposidade subcutâneas expressas em (mm) foram coletadas através de um adipômetro Cescorf® Digital, de sensibilidade de 0,1mm, amplitude de 75 mm, pressão de $\pm 10g/mm^2$ e dimensões: 286 mm x 148mm (Porto Alegre, Brasil). Oito pontos anatômicos foram selecionados: tricipital, bicipital, subescapular, axilar média, abdominal, supra ilíaca, coxa e panturrilha. A técnica consistiu no destaque de uma camada de pele e gordura, excluindo totalmente a musculatura subjacente. As mensurações foram realizadas no hemisfério direito do avaliado e foram repetidas duas vezes em cada local em todas as crianças analisadas, ocorrendo uma terceira medição sempre que a diferença entre a primeira e a segunda medição excedeu 2 mm. No final, foi extraída a média aritmética entre os dois valores mais próximos obtidos (LOHMANN; ROCHE; MARTORELL, 1988).

5.5 Confiabilidade

O erro técnico de medição (ETM) interavaliador foi realizado em 10% da amostra total (MOURA-DOS-SANTOS *et al.*, 2015a). Um total de 6 crianças foram avaliadas por dois avaliadores em um único dia de coleta. O protocolo estabelecido para o cálculo do ETM interavaliador seguiu as recomendações propostas por Perini e Colaboradores (PERINI *et al.*, 2005). As medidas dos dois avaliadores foram comparadas e expressas através dos valores: absoluto (mm) e relativo (%) (Tabela 1). Os resultados foram aceitáveis para todas as dobras e circunferências calculadas de acordo com os pontos de cortes estabelecidos por *Kevin Norton e Tim Olds* (2000) (ETM relativo $\leq 10\%$ para antropometristas iniciantes. ETM relativo $\leq 2,0\%$ para outras medidas) (NORTON e OLDS, 2000).

Tabela 1 - Erro técnico da medida (ETM) relativo e absoluto das dobras cutâneas subcutâneas e circunferência corporal de crianças de 7 a 10 anos (n = 6).

	Absoluto (mm)	Relativo (%)
Bíceps	0,70	1,85
Tríceps	0,97	2,93
Axilar Média	1,18	7,24
Subescapular	0,96	3,10
Suprailíaca	1,08	4,02
Abdominal	0,42	2,86
Coxa média	0,51	2,54
Panturrilha Média	0,44	3,51
Circunferência da cintura	0,73	1,18
Circunferência do quadril	0,61	0,85

5.6 Densitometria de Raio-x de Dupla Energia (DEXA)

A composição corporal total foi avaliada utilizando o aparelho DEXA (HOLOGIC QDR WI Bedford, MA, USA software APEX™). Neste estudo, foram utilizados os dados do percentual de gordura corporal total (%GC). A massa livre de gordura, massa gorda, conteúdo mineral ósseo e densidade mineral óssea tiveram seus valores expressos descritivamente. A taxa de precisão do DEXA foi maior do que 1,5% e a dose de radiação recebida foi inferior a 1,0 mRem, assegurando a avaliação como precisa, segura e válida para a população infantil

(SHEPHERD *et al.*, 2011). Todas as avaliações foram realizadas pelo mesmo avaliador. O aparelho foi calibrado previamente a cada teste, utilizando um fantoma fornecido pelo fabricante. Para evitar a presença de vieses sistemáticos e garantir a confiabilidade entre as avaliações, um único *scanner* foi realizado por criança, seguindo as recomendações descritas por *Dowthwaite et al.* (DOWTHWAITE *et al.*, 2018). O equipamento realizou escaneamentos transversos do corpo inteiro a intervalos de 1 cm da cabeça aos pés, utilizando aproximadamente seis minutos para tal medida. O método calculou a composição corporal dividindo o corpo em regiões anatômicas. Durante os *scanners* as crianças permaneceram imóveis, deitadas na posição de decúbito dorsal, com braços estendidos ao lado do corpo e pernas estendidas com a ponta dos pés tocando umas às outras. As crianças foram instruídas a utilizarem vestimentas leves sem adornos de metais.

5.7 Análise estatística

A normalidade da distribuição dos dados foi verificada pelo teste *Kolmogorov-Smirnov*. Todas as análises foram realizadas separadamente por sexo. Média ($\bar{X}$) e Desvio Padrão (DP) foram utilizados para estatística descritiva. Para o desenvolvimento e validação das equações, 58 crianças foram estratificadas pelo sexo e aleatoriamente distribuídas em dois grupos: grupo de desenvolvimento (n=14 meninos; n=12 meninas) e grupo de validação (n=17 meninos; n=15 meninas). As características demográficas e antropométricas entre os grupos foram comparadas utilizando o teste t de *student*. A %GC derivada do DEXA foi utilizada como critério de desenvolvimento das equações preditivas.

A análise de regressão múltipla *stepwise (forward)* foi utilizada para escolha dos melhores previsores. IMC, estatura, dobra tricipital e circunferência da cintura (meninos; R^2 do modelo: 0,94) e dobra da coxa (meninas; R^2 do modelo: 0,85) foram consideradas como variáveis independentes. O fator de inflação da variância (FIV) ≤ 10 foi adotado para justificar a ausência de multicolineariedade entre os previsores. A estatística de Durbin-Watson foi utilizada para checar a presença de dependência entre os resíduos das variáveis previsoras. As equações desenvolvidas foram utilizadas para predição da %GC-DEXA no grupo de validação e comparadas com equações publicadas na literatura. A escolha das equações previamente publicadas obedeceu aos seguintes critérios de seleção: (i) foram excluídos estudos com equações que diferiram da faixa etária do estudo atual; (ii) equações desenvolvidas para populações diferentes da população estudada como atletas ou grupos de doenças específicas. Assim, somente estudos que se assemelharam metodologicamente com o

presente estudo foram selecionados, resultando na escolha de quatro equações preditivas da %GC como demonstrado na Tabela 2.

A análise de *Bland-Altman* (IC: 95%), teste t de *Student* pareado e o coeficiente de correlação Intraclass (CCI) foram utilizados no conjunto de testes para validação das equações desenvolvidas (BLAND; ALTMAN, 1986). A magnitude do CCI foi considerada como *fraca*: $0,10 \leq 0,30$; *moderada*: $0,30 \leq 0,50$; *forte*: $0,50 \leq 0,70$; *muito forte*: $0,70 \leq 0,90$; e *perfeita*: 1,0 (DANCEY; REIDY, 2011). Todas as análises foram realizadas no *Statistical Package for the social Science* (SPSS), versão 22, o nível de significância estabelecido foi de $p \leq 0,005$.

Tabela 2 - Equações demográficas e antropométricas da %GC previamente publicadas na literatura

Autores	%GC equações preditivas
Slaughte ¹ r <i>et al.</i> , 1988	%GC (meninos): $0,735 (\text{Tri} + \text{Pant}) + 1,0$ %GC (meninas): $0,610 (\text{Tri} + \text{Pant}) + 5,1$
Slaughter ² <i>et al.</i> , 1988	%GC (meninos): $1,21 (\text{Tri} + \text{Sub}) - 0,008 (\text{Tri} + \text{Sub})^2 - 1,7$ %GC (meninas): $1,3 (\text{Tri} + \text{Sub}) - 0,013 (\text{Tri} + \text{Sub})^2 - 2,5$
Bray <i>et al.</i> , 2001	%GC: $7,26 + (0,76 \times \text{Bi}) + (0,36 \times \text{Pant}) + (0,24 \text{ Cox})$ %GC (meninos): $11,078(\text{I}) + 1,244 (\text{Tri} + \text{Bic} + \text{Sub}) - 8,822 \times 10^{-3} (\text{Tri} + \text{Bic} + \text{Sub})^2 - 102,83$
Cameron <i>et al.</i> , 2004	%GC (meninas): $8,429(\text{I}) + 1,012(\text{Sub} + \text{Sup} + \text{Cox}) - 7,174 \times 10 (\text{Sub} + \text{Sup} + \text{Cox})^2 - 74,645$

%GC = percentagem de gordura corporal; I = idade; Tri = dobra tricipital (mm); Sub = dobra subescapular (mm); Bic = dobra bicipital (mm); Sup = dobra suprailíaca (mm); Cox = dobra da coxa (mm). Para as equações de Slaughter: se a soma das dobras subcutâneas tricipital e subescapular excedesse 35 mm, as seguintes equações foram usadas: Meninos %GC: $0,773 (\text{Tri} + \text{Sub}) + 1,6$; Meninos %GC: $0,546 (\text{Tri} + \text{Sub}) + 9,7$.

6 RESULTADOS

Os resultados e a discussão estão apresentados em formato de artigo original, com posterior submissão à Revista de Nutrição (Brazilian Journal of Nutrition) / B1 – Nutrição - ISSN 1415-5273. Está redigido, portanto, conforme normas da Revista.

VALIDITY AND ACCURACY OF BODY FAT PREDICTION EQUATIONS USING ANTHROPOMETRICS MEASUREMENTS IN CHILDREN 7 – 10 YEARS OLD

VALIDADE E PRECISÃO DE EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO DA GORDURA CORPORAL USANDO MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS EM CRIANÇAS DE 7 A 10 ANOS DE IDADE

Ravi Marinho dos Santos¹

ORCID: 0000-0002-2404-6738

Isabele Góes Nobre²

ORCID: 0000-0003-4598-1060

Gabriela Carvalho Jurema Santos²

ORCID: 0000-0002-7010-5049

Tafnes Laís Pereira Santos de Oliveira³

ORCID: 0000-0002-5904-8557

Isabella da Costa Ribeiro²

ORCID: 0000-0002-3817-2073

Marcos André Moura dos Santos⁴

ORCID: 0000-0002-2734-8416

Carol Góis Leandro^{2,3}

ORCID: 0000-0001-6176-1688

¹Department of Physical Education and Sports Science. Centro Academico de Vitoria de Santo Antao (CAV). Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

²Department of Nutrition. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

³ Department of Nutrition. Centro Academico de Vitoria de Santo Antao (CAV). Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

⁴Department of Physical Education – Universidade de Pernambuco (UPE)

*The authors equally contributed to the manuscript.

Running title: New body composition equations to children

Address to correspondence:

Carol Góis Leandro; Rua Alto do Reservatório, s/n.

Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco, CAV-UFPE

Article based on the master's dissertation student Ravi Marinho dos Santos, entitled: "Body Composition of Children from 7 to 10 years of age in the city of Vitória de Santo Antão: Development and Validation of Equations Based on Anthropometric Variables". Graduate Program in Nutrition, Physical Activity and Phenotypic Plasticity - Federal University of Pernambuco – Centro Acadêmico de Vitória de Santo Antão, Pernambuco, Brazil, 2020.

Articles category and subject area: Original Article; Food and Nutrition Policies and Health.

Total number of illustrations: 7

Total number of words: 3.326

The authors declare that there is no conflict of interest.

ABSTRACT

To develop and validate predictive equations of the percentage of body fat derived from anthropometric variables in children aged 7 to 10 living in Vitoria de Santo Antão-Brazil, using DXA as a reference method. Body composition data from 58 children were utilized. Dual-energy x-ray absorptiometry was used as a reference model. A stepwise (*forward*) multiple regression statistical model was used to develop the new equations. The Bland-Altman analysis (CI: 95%), paired Student's t-test, and the Intraclass correlation coefficient (CCI) was used to validate the developed equations and compared them with other equations. Two new equations were developed for both sexes: boy: %BF: $13.642 + (1.527 \cdot \text{BMI}) + (-0.345 \cdot \text{Height}) + (0.875 \cdot \text{Triceps}) + (0.290 \cdot \text{Waist Circumference})$ and girl: %BF: $-13.445 + (2.061 \cdot \text{Tight})$. The Bland-Altman analysis showed good agreement, with limits of agreement ranging from -1.33 to 1.24% for boys and -3.35 to 4.08% for girls. The paired Student's t-test showed no difference between %BF-DXA and the two new equations ($p > 0.005$). The ICC was 0.948 and 0.915, respectively. The new equations provide a better reflection of %BF in children inserted in a nutrition transition zone than any literature equations utilized in this study. However, a further cross-validation study is essential to assess the predictability of developed equations in different samples.

Keywords: Body composition; Predictive equations; Anthropometric; DXA; Children

RESUMO

Desenvolver e validar equações preditivas do percentual de gordura corporal derivado de variáveis antropométricas em crianças de 7 a 10 anos residentes em Vitória de Santo Antão-Brasil, utilizando DXA como método de referência. Dados de composição corporal de 58 crianças foram utilizados. A absorptometria radiológica de dupla energia foi usada como modelo de referência. Um modelo estatístico de regressão múltipla stepwise (forward) foi usado para desenvolver as novas equações. A análise de Bland-Altman (IC: 95%), o teste t de Student pareado e o coeficiente de correlação intraclasse (ICC) foram utilizados para validar as equações desenvolvidas e compará-las com outras equações. Duas novas equações foram desenvolvidas para ambos os sexos: menino: % GC: $13,642 + (1,527 * IMC) + (-0,345 * Altura) + (0,875 * Tríceps) + (0,290 * Circunferência\ da\ cintura)$ e menina: % GC: $-13,445 + (2,061 * Firme)$. A análise de Bland-Altman mostrou boa concordância, com limites de concordância variando de -1,33 a 1,24% para meninos e -3,35 a 4,08% para meninas. O teste t de Student pareado não mostrou diferença entre o % GC-DXA e as duas novas equações ($p > 0,005$). O ICC foi de 0,948 e 0,915, respectivamente. As novas equações refletem melhor o % GC em crianças inseridas em uma zona de transição nutricional do que quaisquer equações da literatura utilizadas neste estudo. No entanto, um outro estudo de validação cruzada é essencial para avaliar a previsibilidade das equações desenvolvidas em diferentes amostras.

Palavra-Chave: Composição corporal; Equações preditivas; Antropometria; DEXA; Crianças

INTRODUCTION

More than 18% of children and adolescents aged 5 to 19 years are overweight or obese globally (WHO, 2016). In European countries, a previous study demonstrated that 20% of school-age children below the age of 10 are overweight or obese (AHRENS *et al.*, 2014b). In North American, data from the Center for Disease Control and Prevention (CDC) indicate that obesity prevalence was 18.4% among 6 to- 11-year-olds children (HALES *et al.*, 2017). In Brazil, childhood obesity is rapidly advancing, with one in every three children aged 5 to 9 years are obese (REUTER *et al.*, 2019). In Pernambuco, a state located in the Northeast of Brazil, 24% of children aged 7 to 10-year-olds are obese (DOS SANTOS *et al.*, 2018). Conventionally, it is well defined through strong evidence that obese children are more likely to develop cardiovascular disease, musculoskeletal disorders, and insulin resistance when reaching adulthood (CHUNG, ONUZURUIKE e MAGGE, 2018).

In children, accurate measuring of body composition during childhood can be a useful strategy to provide information on growth and nutrition (SAMPAIO *et al.*, 2018). Body Mass Index (BMI), in particular, has notably been the most current widely tool used to classify childhood obesity (GUTIN, 2018). One study described through BMI percentile the prevalence of overweight and obesity in 1.125 Brazilian school children, was observed among girls, 18.0% were overweight, and 12.5% were obese. Among the boys, 15.3% were overweight, and 18.0% were obese (SILVA *et al.*, 2018). However, BMI does not distinguish fat and lean tissue, as well, scientific evidence has demonstrated that the relationship between children's BMI and body fat appears to vary with age and between ethnic groups (BELARMINO *et al.*, 2015; PANDITA *et al.*, 2016). To full fill this gap, more accurate estimates are necessary (CENICCOLA *et al.*, 2019).

Several methods have been developed for children varying degrees of accuracy (KURIYAN, 2018a). Laboratory methods, such as dual-energy x-ray absorptiometry (DXA), are widely accepted as reference analysis (BORGHA *et al.*, 2018). One study demonstrated that DXA analyses were more consistent in predicting percent fat mass concerning air displacement plethysmography in 66 children at ages 3 to 5 years (CROOK *et al.*, 2012). However, the high cost and transport infeasibility are evident limitations in many field settings (PONTI *et al.*, 2019). An alternative more practical, quick, and inexpensive, although indirect is the

predictive equations (FORTE *et al.*, 2020). In this context, recent research developed a predictive anthropometric model for total and truncal body fat in children with high values of concordance between the predictive equations and the dual-energy X-ray absorptiometry ($r = 0.85$ and 0.91) (VÁSQUEZ *et al.*, 2020).

Many equations based on anthropometric variables have been developed to estimate body fat percentage in children (CUI *et al.*, 2014; ALMEIDA *et al.*, 2016; STEVENS *et al.*, 2016). Slaughter *et al.* developed a body fat prediction equation for Afro- and Euro-American children using anthropometrics variable, and obtained a determination coefficient of 73.5 for boys and 61.0 for girls, respectively. As been demonstrated in your study, the models are simple and no requiring complex calculation (%BF (boys): $0,735 (\text{Tri} + \text{Calf}) + 1,0$ / %BF (girls): $0,610 (\text{Tri} + \text{Calf}) + 5,1$) (SLAUGHTER *et al.*, 1988). For this reason, Slaughter equations are the ones most often used in children (GONZALEZ-RUIZ *et al.*, 2018). However, ethnic and anthropometric-related differences are assumed as well-known limitations (DINIZ, ROCHA e OLIVEIRA, 2017). In this regard, studies demonstrated an unsuitable predicting of %BF as from Slaughter equations and inaccurate estimating in children with varying degrees of body fatness. (KEHOE *et al.*, 2011; FREEDMAN, HORLICK e BERENSON, 2013). Give these limitations, some disagreement is expected among Brazilian children, particularly because the distribution of overweight and obesity is heterogeneous across the country (FRADKIN *et al.*, 2018).

In the Northeast region of Brazil, for example, the overweight rate of children is one of the highest in the country (28.8%), and obesity increased by 4.5-fold in the last two decades (NIEHUES *et al.*, 2014a). Vitória de Santo Antão, located in the State of Pernambuco, has been demonstrating reducing infant undernutrition rates with simultaneously obesity increased (MOURA-DOS-SANTOS *et al.*, 2015b; NOBRE *et al.*, 2017). This shift is driven by several explanations that converge for a single cause, the nutritional transition (SCAGLIONI *et al.*, 2018). Estimates of percent of body fat are a common assessment by equations developed to well-nourished Caucasian children from European countries (HOFFMAN *et al.*, 2012). The need to examine the disorders related to under- or overweight/obesity, the two different common forms of malnutrition in transition areas, requires the elaboration of new body composition techniques (DASI *et al.*, 2019). Thus, our goal is to develop and validate predictive equations of the percentage of body fat derived from

anthropometric variables in children aged 7 to 10 living in Vitoria de Santo Antão-Brazil, using DXA as a reference method.

METHODS

Sample

The study was conducted in Vitória de Santo Antão, located in the Northeast region of Brazil, inserted in the Zona da Mata Sul of Pernambuco. The sample size was calculated using the G-Power software (version 3.1.9.4). An effect size of f^2 was assumed: 0.15; a significance level of 0.05%, and the power of the adopted test was 90%. For a multiple regression analysis (two tails; the number of independent variables = 4), a minimum sample size of 58 participants (31 boys and 27 girls) was necessary to identify a medium effect size (CAVEDON, ZANCANARO e MILANESE, 2018). This study was approved by the Human Research Ethics Committee of the Federal University of Pernambuco (91338718.0.0000.5208).

Anthropometry and body composition

Lohman's described standardization was used to measure body weight, height and waist, and hip circumferences (LOHMAN, 1986). Bodyweight was collected using a digital scale (Omron HBF-214/HBF214-LA, São Paulo, Brazil). Height was assessed using a portable stadiometer (compact MD - HT / 01). Waist and hip circumference were measured using an anthropometric measuring tape (Cescorf, Porto Alegre, Rio Grande do Sul). All measurements were performed with the child barefoot. The body mass index (BMI) was calculated using the standard formula: body mass (Kg) / height (m²). Tricipital, bicipital, subscapular, middle axillary, abdominal, supra iliac, thigh, and calf skinfolds were collected using a Cescorf Digital caliper (0.1mm, Porto Alegre, Brazil) (LOHMAN, ROCHE e MARTORELL, 1988).

Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA)

Total body composition was assessed using the DXA (HOLOGIC QDR WI Bedford, MA, USA software APEX™). In this study, data on the percentage of total body fat (% BF) were used. The fat-free mass, fat mass, bone mineral content, and bone mineral density had their values expressed descriptively. The radiation dose received was less than 1.0 mRem, ensuring the assessment as accurate, safe, and valid for the child population (SHEPHERD *et al.*, 2011). All evaluations were performed with the same evaluator. The device was previously calibrated for each analysis, using a phantom manufacturer provided. To avoid the presence of systematic bias and to guarantee reliability between assessments, a single scanner

was performed per child (DOWTHWAITE *et al.*, 2018). Children were instructed to wear light clothing without metal adornments.

Reliability

The technical error of measurement (TEM) was performed in 10% of the total sample (MOURA-DOS-SANTOS *et al.*, 2015a). A total of 6 children were evaluated for two evaluators in a single collection day. The calculation of the intermediary TEM followed based on established criteria (Perini *et al.*, (2005) (PERINI *et al.*, 2005). Both evaluators had the measurements compared and expressed in values: absolute (mm) and relative (%) (Table 1). The results were acceptable for all skinfolds and circumferences calculated according to the cut points established via Kevin Norton and Tim Olds (2000) (relative TEM $\leq 10\%$ for beginning anthropometrists. relative TEM $\leq 2.0\%$ for other measures) (NORTON e OLDS, 1996).

Statistical analysis

The normality of the data distribution was verified by the Kolmogorov-Smirnov test and per a visual inspection of histograms. All analyses were performed separated for both sexes. Mean ($\bar{X}$) and Standard Deviation (SD) were used for descriptive statistics. For the development and validation of the equations, 58 children were stratified for both sexes and randomly divided into two groups: development group (n = 14 boys; n = 12 girls) and validation group (n = 17 boys; n = 15 girls). The anthropometric characteristics of the groups were compared using the Student's t-test. The % BF derived from DXA was used as a criterion for the development of predictive equations.

The stepwise multiple regression analysis (forward) was used to choose the best predictors. BMI, height, tricipital skinfold and waist circumference (boys; model R^2 : 0.94) and thigh skinfold (girls; model R^2 : 0.85) were considered independent variables. The variation inflation factor (VIF) ≤ 10 was adopted to justify the absence of multicollinearity among the predictors. The Durbin-Watson statistic was used to verify the presence of dependence between the residuals of the predictor variables.

The developed equations were used to predict the %BF-DXA in the validation group and compared with equations published in the literature. The choice of previously published equations followed the selection criteria: (i) studies with equations that differed from the age range of the current study were excluded; (ii) equations developed for different populations as athletes or groups of specific diseases. Thus, only studies that were methodologically similar to the present study

were selected, resulting in the choice of eight predictive equations for %BF, as shown in Table 2.

The Bland-Altman analysis (CI: 95%), paired Student's t-test, and the Intraclass correlation coefficient (CCI) was used in the set of tests to validate the developed equations (BLAND e ALTMAN, 1986). The magnitude of the CCI was weak: $0.10 \leq 0.30$; moderate: $0.30 \leq 0.50$; strong: $0.50 \leq 0.70$; very strong: $0.70 \leq 0.90$; and perfect: 1.0 (KOO e LI, 2016). All analyses were performed in the Statistical Package for the Social Science (SPSS), version 22, the level of significance established $p \leq 0.005$.

RESULTS

Table 3 presents descriptive sample characteristics. There were no differences in the anthropometric characteristics between the two groups for both sexes (Table 3).

Two new predictive equations for %BF were developed for children (both sexes) aged 7-10 years from anthropometric variables inserted in the statistical stepwise multiple regression model (forward). Both models included the variables: BMI, height, tricipital skinfold, waist circumference, thigh skinfold that explained 94.0%, and 85.0% of the %BF-DXA variance, respectively (Table 4). The values of the Durbin-Watson statistic (1.765 – 1.859) indicated the absence of autocorrelation (dependence) between the residues. The VIF values (1.644 - 4.050; 1,000) between the predictor variables demonstrated the lack of multicollinearity. For both equations, the SEE values were less than 3.20% (Table 4).

Figure 1 shows the analysis agreement Bland-Altman method between %BF-DXA and the %BF-new equations developed for both sexes. The central lines did not show significant deviations from zero for both equations (Boys = bias: 0.05; Girls = bias: -0.4; $p \leq 0.005$). The Bland-Altman analysis showed good agreement between both methods, with limits of agreement ranging from -1.33 to 1.24% for boys and -3.35 to 4.08% for girls. (Figure 1).

The agreement between %BF-DXA and the eight predictive %BF equations previously published in the literature is shown in Figure 2. Initially, the central lines showed significant deviations from zero for the six equations (Figure 2.A- 2.F). The biases ranged from -8.71 to -10.24; $p \leq 0.005$ for boys and from -8.45 to 10.09; $p \leq 0.005$ for girls. Only *Cameron* equations did not show significant deviations from

zero between the central lines (Boys = bias: 0.89; Girls = bias: -1.14; $p \leq 0.005$) (Figure 2.G-2.H). Six %BF equations (Figure 2.A- 2.F) previously developed for both sexes showed discordant limits of agreement compared to the reference method. Such limits ranged from -1.97 to 22.44% for boys and from -6.26 to 23.16% for girls (Figure 2.A-2.B); -1.42 to 19.62% for boys and -27.73 to 7.54% for girls (Figure 2.C-2.D); -6.81 to 24.23% for boys and -2.34 to 23.88% for girls (Figure 2.E-2.F). Only *Cameron* equations showed good agreement between both methods, the limits of agreement ranged from -1.33 to 1.24% for boys and from -3.35 to 4.08% for girls (Figure 2. G-2.H)

Table 5 demonstrates the comparison of %BF-DXA and all predictive equations. There was no difference between %BF-DXA and the two new equations developed for both sexes ($p > 0.005$). The Intraclass correlation coefficient (ICC) was classified as very strong between DXA and the two new equations developed for both sexes (ICC = 0.948; 0.915). The ICC was moderate for both *Slaughter I* equations (ICC = 0.558; 0.455). Both *Slaughter II* equations, the ICC varied between moderate (ICC = 0.329) and strong (ICC = 0.655), respectively. *Bray's* equations, the ICC were classified as moderate (ICC = 0.366) and strong (ICC = 0.679). Among *Cameron* equations, ICC was classified as very strong (ICC = 0.700; 0.764). %BF was overestimated in the equations of *Slaughter I* - Boys (10.17; $p < 0.005$) and *Slaughter I* - Girls (8.42; $p < 0.005$); *Slaughter II* - Boys (9.10; $p < 0.005$) *Slaughter II* - Girls (10.06; $p < 0.005$); *Bray*-Boys (8.72; $p < 0.005$) *Bray* - Girls (10.74; $p > 0.005$). *Cameron's* equations - Boys (-0.65; $p < 0.005$) and *Cameron* - Girls (-1.13; $p > 0.005$) showed no differences (Table 5).

DISCUSSION

The present study proposed a novel and simple method for estimating %BF in a group of children aged 7-10 years using the DXA as a reference. Our data demonstrated that the %BF calculated by the two new anthropometric equations were highly associated with DXA (97.0 and 92.2), remarked by the high power of explanation (R^2 : 94.0 and 85.0) and low errors (SEE: 2.818 and 3.200) (Table 4). The descriptive dataset values from BMC, FM, LM, and BMD assessed by DXA demonstrate valuable information for further studies (Table 3). Another aim of this study was to analyze the validity of previously developed equations. Except for

Cameron equations, none of the previously published equations was valid in our validation sample (Figure 2a-h; Table 5).

This study demonstrated that equations developed for boys included BMI, Height, Triceps, and Waist circumference as independent variables. The inclusion of waist circumference is not surprising in our predicted model because the association between waist circumference and %BF is a phenomenon well recognized. Wohlfahrt-Veje *et al.* reported a positive correlation between waist circumference and DXA-%BF in Danish children (WOHLFAHRT-VEJE *et al.*, 2014). In Brazilian children, Sant'anna *et al.* demonstrated that the waist circumference at the midpoint had the best correlation with %BF in boys and girls aged 6 to 9 years (SANT'ANNA MDE *et al.*, 2009). Of all independent predictors, only height had a negative regression coefficient (-0.345), which means the tallest children tend to have lower values of %BF while the smaller children tend to the inverse. A similar finding was found by Ortiz-Hernández *et al.*, where the equations were developing for Mexican boys containing only height as a negative coefficient (ORTIZ-HERNÁNDEZ *et al.*, 2017). BMI was also included in our regression model. Although BMI does not provide information on body composition once your measurement of weight is relative to height, the strength of the linear relationship with %BF is well-known described (KEHOE *et al.*, 2011). In this sense, studies developing by Srdić *et al.* and Costa-urrutia *et al.* demonstrated a stronger correlation between BMI and %BF and children aged 7 (SRDIĆ *et al.*, 2012; COSTA-URRUTIA *et al.*, 2019). The triceps skinfold also was included in our final model. Classical studies were developing by Slaughter *et al.* And Goran *et al.* reported in their %BF estimate equations for children the inclusion of the triceps skinfold as part of the models (SLAUGHTER *et al.*, 1988b; GORAN *et al.*, 1996). More recently, Wendel *et al.* developed separately two prediction equations for healthy children utilizing the triceps skinfold as an independent variable, the equations demonstrated highly correlated with %BF-DXA and lower bias (WENDEL *et al.*, 2017). Thus, the final predictive model included an interesting combination of the circumference and skinfold thickness. Investigations about these interactions have suggested good values for calculating the percentage of body fat. (SUN *et al.*, 2003; SCAFOGLIERI *et al.*, 2012; SIMÕES *et al.*, 2016).

This study also demonstrated that the simplest model developed for girls included only one skinfold thickness as an independent variable. In this sense, only thigh skinfold thickness was a better predictor %BF-DXA than any other

anthropometric variable provided in the present study. Others studies have reported a high correlation between the thickness of adipose tissue of the lower limb (e.g., thigh and calf thickness) with %BF in children and adolescents using different criteria methods (e.g., DXA, hydrostatic weighing and 4C model) (SLAUGHTER *et al.*, 1988a; ESTON e POWELL, 2003). Another study investigated the relations between %BF assessed by DXA with upper body and lower limb skinfold in young healthy. As a result, the lower limb skinfold was more strongly related to %BF than upper body skinfolds (ESTON *et al.*, 2005). A broad range of studies showed that the including of lower limb sites from the thigh and calf isolated or combined with other sites from the upper body, for example, was significantly related to total body fat (VAN DER PLOEG *et al.*, 2003; SELKOW, PIETROSIMONE e SALIBA, 2011; PÉREZ-CHIRINOS BUXADÉ *et al.*, 2018). Similarly, the British Olympic Association (BOA) recognized and recommended that the anterior thigh skinfold thickness should be included in the *Durin and Womersley* equation with the purpose of increased the estimating capacity of total body fat (ESTON, 2003). Therefore, our equation can provide an advantage in time, accuracy, and clinical practice, as well as facilitating the assessment of % BF in studies with children.

This study suggests that both two newly developed equations can be appropriate for assessment %BF in children living in Vitória de Santo Antão-Brazil. These equations can play a crucial role in monitoring the changes imposed by the environmental impacts of the nutrition transition over body composition and some cases of illnesses associated with nutrition-related non-communicable diseases.

CONCLUSION

The present study provided two new equations developed and validated in children inserted in a transition nutrition region. Also, this study has descriptive body composition data from these children utilizing a reference model (DXA). All six equations except for Cameron equations used in this study may not be suitable for assessing %BF in children living in Vitória de Santo Antão. However, the new equations provide a better reflection of %BF than any equations utilized in this study and thus, may be a better predictor of excessively high or low levels of percentage body fat. In this context, a further cross-validation study is essential to assess the predictability of developed equations in different samples.

REFERENCES

- AHRENS, W. *et al.* Prevalence of overweight and obesity in European children below the age of 10. **International Journal of Obesity**, v. 38, n. 2, p. S99-S107, 2014/09/01 2014.
- ALMEIDA, S. M. *et al.* Anthropometric predictors of body fat in a large population of 9-year-old school-aged children. **Obesity science & practice**, v. 2, n. 3, p. 272-281, 2016.
- BELARMINO, G. *et al.* Body adiposity index performance in estimating body fat in a sample of severely obese Brazilian patients. **Nutr J**, v. 14, n. 130, p. 015-0119, 2015.
- BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v. 1, n. 8476, p. 307-310, Feb 8 1986.
- BORGA, M. *et al.* Advanced body composition assessment: from body mass index to body composition profiling. **Journal of investigative medicine : the official publication of the American Federation for Clinical Research**, v. 66, n. 5, p. 1-9, 2018.
- CAVEDON, V.; ZANCANARO, C.; MILANESE, C. Anthropometric prediction of DXA-measured body composition in female team handball players. **PeerJ**, v. 6, p. e5913-e5913, 2018.
- CENICCOLA, G. D. *et al.* Current technologies in body composition assessment: advantages and disadvantages. **Nutrition**, v. 62, p. 25-31, 2019/06/01/ 2019.
- CHUNG, S. T.; ONUZURUIKE, A. U.; MAGGE, S. N. Cardiometabolic risk in obese children. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1411, n. 1, p. 166-183, 2018.
- COSTA-URRUTIA, P. *et al.* Obesity measured as percent body fat, relationship with body mass index, and percentile curves for Mexican pediatric population. **PLOS ONE**, v. 14, n. 2, p. e0212792-e0212792, 2019.
- CROOK, T. A. *et al.* Air Displacement Plethysmography, Dual-Energy X-ray Absorptiometry, and Total Body Water to Evaluate Body Composition in Preschool-Age Children. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 112, n. 12, p. 1993-1998, 2012/12/01/ 2012.
- CUI, Z. *et al.* Evaluation of anthropometric equations to assess body fat in adults: NHANES 1999-2004. **Med Sci Sports Exerc**, v. 46, n. 6, p. 1147-1158, 2014.
- DASI, T. *et al.* Animal source foods for the alleviation of double burden of malnutrition in countries undergoing nutrition transition. **Animal frontiers : the review magazine of animal agriculture**, v. 9, n. 4, p. 32-38, 2019.

DINIZ, K. D. O.; ROCHA, S. V.; OLIVEIRA, A. C. C. D. Anthropometric indicators of obesity such as predictors of high blood pressure in the elderly. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 19, p. 31-39, 2017.

DOS SANTOS, F. K. *et al.* Biological and behavioral correlates of body weight status among rural Northeast Brazilian schoolchildren. **Am J Hum Biol**, v. 30, n. 3, p. 17, 2018.

DOWTHWAITE, J. N. *et al.* Cross-Calibrated Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Scanners Demonstrate Systematic Bias in Pediatric and Young Adult Females. **J Clin Densitom**, v. 21, n. 2, p. 281-294, Apr - Jun 2018.

ESTON, R. Editorial. **Journal of Sports Sciences**, v. 21, n. 5, p. 369-370, 2003/01/01 2003.

ESTON, R.; POWELL, C. Prediction of percent body fat in children using skinfolds from the upper and lower body. **Revista Portuguesa de Ciencias do Desporto**, v. 3, p. 63, 2003.

ESTON, R. *et al.* Prediction of DXA-determined whole body fat from skinfolds: Importance of including skinfolds from the thigh and calf in young, healthy men and women. **European journal of clinical nutrition**, v. 59, p. 695-702, 2005.

FORTE, G. C. *et al.* Can skinfold thickness equations be substituted for bioimpedance analysis in children? **J Pediatr**, v. 19, n. 19, p. 30602-30603, 2020.

FRADKIN, C. *et al.* Obesity and Overweight Among Brazilian Early Adolescents: Variability Across Region, Socioeconomic Status, and Gender. **Frontiers in pediatrics**, v. 6, p. 81-81, 2018.

FREEDMAN, D. S.; HORLICK, M.; BERENSON, G. S. A comparison of the Slaughter skinfold-thickness equations and BMI in predicting body fatness and cardiovascular disease risk factor levels in children. **The American journal of clinical nutrition**, v. 98, n. 6, p. 1417-1424, 2013.

GONZALEZ-RUIZ, K. *et al.* Comparison of Bioelectrical Impedance Analysis, Slaughter Skinfold-Thickness Equations, and Dual-Energy X-ray Absorptiometry for Estimating Body Fat Percentage in Colombian Children and Adolescents with Excess of Adiposity. **Nutrients**, v. 10, n. 8, 2018.

GORAN, M. I. *et al.* Cross-calibration of body-composition techniques against dual-energy X-ray absorptiometry in young children. **Am J Clin Nutr**, v. 63, n. 3, p. 299-305, 1996.

GUTIN, I. In BMI We Trust: Reframing the Body Mass Index as a Measure of Health. **Social theory & health : STH**, v. 16, n. 3, p. 256-271, 2018.

HALES, C. M. *et al.* Prevalence of Obesity Among Adults and Youth: United States, 2015-2016. **NCHS Data Brief**, v. 288, p. 1-8, 2017.

HOFFMAN, D. J. *et al.* Estimating total body fat using a skinfold prediction equation in Brazilian children. **Ann Hum Biol**, v. 39, n. 2, p. 156-160, 2012.

KEHOE, S. H. *et al.* Prediction of body-fat percentage from skinfold and bio-impedance measurements in Indian school children. **Eur J Clin Nutr**, v. 65, n. 12, p. 1263-1270, 2011.

KOO, T. K.; LI, M. Y. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. **Journal of chiropractic medicine**, v. 15, n. 2, p. 155-163, 2016.

KURIYAN, R. Body composition techniques. **The Indian journal of medical research**, v. 148, n. 5, p. 648-658, 2018.

LOHMAN, T. G. Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 14, p. 325-357, 1986.

LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Human kinetics books Champaign, 1988.

MOURA-DOS-SANTOS, M. A. *et al.* Birthweight, body composition, and motor performance in 7- to 10-year-old children. **Dev Med Child Neurol**, v. 57, n. 5, p. 470-475, May 2015a.

MOURA-DOS-SANTOS, M. A. *et al.* Birthweight, body composition, and motor performance in 7- to 10-year-old children. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 57, n. 5, p. 470-475, 2015b.

NIEHUES, J. R. *et al.* Prevalence of overweight and obesity in children and adolescents from the age range of 2 to 19 years old in Brazil. **International journal of pediatrics**, v. 2014, p. 583207-583207, 2014.

NOBRE, G. G. *et al.* Twelve Weeks of Plyometric Training Improves Motor Performance of 7- to 9-Year-Old Boys Who Were Overweight/Obese: A Randomized Controlled Intervention. **J Strength Cond Res**, v. 31, n. 8, p. 2091-2099, 2017.

NORTON, K.; OLDS, T. **Anthropometrica: a textbook of body measurement for sports and health courses**. UNSW press, 1996. ISBN 0868402230.

ORTIZ-HERNÁNDEZ, L. *et al.* Equations based on anthropometry to predict body fat measured by absorptiometry in schoolchildren and adolescents. **J Pediatr**, v. 93, n. 4, p. 365-373, 2017.

PANDITA, A. *et al.* Childhood obesity: prevention is better than cure. **Diabetes, metabolic syndrome and obesity : targets and therapy**, v. 9, p. 83-89, 2016.

PÉREZ-CHIRINOS BUXADÉ, C. *et al.* Assessing subcutaneous adipose tissue by simple and portable field instruments: Skinfolds versus A-mode ultrasound measurements. **PLOS ONE**, v. 13, n. 11, p. e0205226-e0205226, 2018.

PERINI, T. A. *et al.* Cálculo do erro técnico de medição em antropometria. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, p. 81-85, 2005.

PONTI, F. *et al.* Body composition, dual-energy X-ray absorptiometry and obesity: the paradigm of fat (re)distribution. **BJR case reports**, v. 5, n. 3, p. 20170078-20170078, 2019.

REUTER, P.-G. *et al.* Young children are the main victims of fast food induced obesity in Brazil. **PLOS ONE**, v. 14, n. 10, p. e0224140, 2019.

SAMPAIO, A. D. S. *et al.* Evidence on nutritional assessment techniques and parameters used to determine the nutritional status of children and adolescents: systematic review. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, p. 4209-4219, 2018.

SANT'ANNA MDE, S. *et al.* Body fat assessment by bioelectrical impedance and its correlation with different anatomical sites used in the measurement of waist circumference in children. **J Pediatr**, v. 85, n. 1, p. 61-66, 2009.

SCAFOGLIERI, A. *et al.* Prediction of segmental lean mass using anthropometric variables in young adults. **J Sports Sci**, v. 30, n. 8, p. 777-785, 2012.

SCAGLIONI, S. *et al.* Factors Influencing Children's Eating Behaviours. **Nutrients**, v. 10, n. 6, p. 706, 2018.

SELKOW, N. M.; PIETROSIMONE, B. G.; SALIBA, S. A. Subcutaneous thigh fat assessment: a comparison of skinfold calipers and ultrasound imaging. **J Athl Train**, v. 46, n. 1, p. 50-54, 2011.

SHEPHERD, J. A. *et al.* Optimal monitoring time interval between DXA measures in children. **J Bone Miner Res**, v. 26, n. 11, p. 2745-2752, Nov 2011.

SILVA, A. P. D. *et al.* Prevalence of overweight and obesity and associated factors in school children and adolescents in a medium-sized Brazilian city. **Clinics**, v. 29, n. 73, 2018.

SIMÕES, M. *et al.* Predictive equations for estimating regional body composition: a validation study using DXA as criterion and associations with cardiometabolic risk factors. **Annals of human biology**, v. 43, p. 1-10, 2016.

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

SLAUGHTER, M. H. *et al.* Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Hum Biol**, v. 60, n. 5, p. 709-723, 1988b.

SRDIĆ, B. *et al.* Relationship between body mass index and body fat in children-Age and gender differences. **Obes Res Clin Pract**, v. 6, n. 2, p. e91-e174, 2012.

STEVENS, J. *et al.* Prediction of percent body fat measurements in Americans 8 years and older. **International journal of obesity (2005)**, v. 40, n. 4, p. 587-594, 2016.

SUN, S. S. *et al.* Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. **Am J Clin Nutr**, v. 77, n. 2, p. 331-340, 2003.

VAN DER PLOEG, G. E. *et al.* Use of anthropometric variables to predict relative body fat determined by a four-compartment body composition model. **Eur J Clin Nutr**, v. 57, n. 8, p. 1009-1016, 2003.

VÁSQUEZ, F. *et al.* Predictive anthropometric models of total and truncal body fat in Chilean children. **Nutrition**, v. 77, p. 110803, 2020/09/01/ 2020.

WENDEL, D. *et al.* Body composition estimation using skinfolds in children with and without health conditions affecting growth and body composition. **Annals of human biology**, v. 44, n. 2, p. 108-120, 2017.

WHO. **Report of the commission on ending childhood obesity.** World Health Organization, 2016. ISBN 9241510064.

WOHLFAHRT-VEJE, C. *et al.* Body fat throughout childhood in 2647 healthy Danish children: agreement of BMI, waist circumference, skinfolds with dual X-ray absorptiometry. **Eur J Clin Nutr**, v. 68, n. 6, p. 664-670, 2014.

ILLUSTRATIONS

Table 1. Technical error of measurement (TEM) relative and absolute of subcutaneous skinfolds and body circumference of children aged 7 to 10 years (n = 6).

	Absolute (mm)	Relative (%)
Biceps	0.70	1.85
Triceps	0.97	2.93
Medium Axillary	1.18	7.24
Subscapular	0.96	3.10
Suprailiac	1.08	4.02
Abdominal	0.42	2.86
Medium thigh	0.51	2.54
Medium Calf	0.44	3.51
Waist Circumference	0.73	1.18
Hip Circumference	0.61	0.85

Table 2. Mean and standard deviation of demographic variables and body composition of children (both sexes) aged 7 - 10 years.

Variables	Development group				Validation group				<i>P</i> Boys	<i>P</i> Girls
	Boys (n=14)		Girls (n=12)		Boys (n=17)		Girls (n=15)			
	$\bar{X}$	$\pm$ SD	$\bar{X}$	$\pm$ SD	$\bar{X}$	$\pm$ SD	$\bar{X}$	$\pm$ SD		
%BF-DXA	30.9	9.5	32.6	7.8	31.5	8.6	31.7	6.6	0.633	0.658
Abdominal	16.6	4.1	15.4	3.2	19.5	1.3	15.3	2.7	0.443	0.795
Middle axillary	16.8	3.8	14.9	3.4	12.7	2.6	11.4	2.7	0.190	0.308
Bicipital	16.3	3.6	15.4	2.9	9.5	1.7	9.9	1.4	0.040	0.007
Waist.C	61.9	8.4	62.8	7.9	60.1	5.7	54.7	3.9	0.614	0.015
BMC	991.9	227.2	964.3	135.4	950.1	136.2	939.2	190.1	0.733	0.960
Hip.C	67.0	8.9	72.8	6.7	68.4	5.2	64.0	3.7	0.227	0.008
Thigh	22.8	7.1	22.3	3.5	19.7	2.6	20.4	2.0	0.042	0.555
BMD	788.6	89.6	762.3	71.6	762	59.0	733.4	84.0	0.409	0.329
Height	127.6	8.4	132.9	7.5	137.7	3.9	136.8	3.7	0.030	0.302
Age	9.4	1.9	9.4	1.9	9.2	1.0	9.0	1.0	0.010	0.732
BMI	19.7	4.4	17.2	3.3	21.2	4.6	20.2	3.0	0.711	0.185
FM	528.3	211.3	1506.7	257	1819.1	542.9	2035	779	0.211	0.017
LM	2461.9	553.6	2015.7	446.1	2276.1	474.0	1924	338	0.483	0.607
Calf	21.1	5.0	19.3	3.4	14.7	2.2	16.8	2.6	0.020	0.513
Weight	37.6	7.5	31.4	8.4	36.8	4.9	31.3	3.9	0.937	0.898
Subscapular	15.2	4.6	14.7	3.4	11.5	1.6	12.3	2.4	0.184	0.683
Suprailiac	20.5	3.6	16.1	17.2	11.0	2.7	11.5	2.4	0.042	0.242
Tricipital	17.1	4.0	3.0	3.2	12.8	1.4	12.8	1.5	0.038	0.072

%BF-DXA: Percentage of body fat estimated by DXA; Waist.C: Waist circumference (cm); Hip.C: Hip circumference (cm); Subcutaneous skinfolds expressed in millimeters (mm); BMI: body mass index; BMC: Bone mineral content (g); BMD: Bone mineral density (g / cm²); FM: Fat mass (g); LM: Lean mass (g).

Table 3. Demographic and anthropometric %BF-equations previously published.

Authors	%BF predictive equations
Slaughter ¹ <i>et al.</i> , 1988 ^[35]	%BF (boys): $0.735 (\text{Tri} + \text{Calf}) + 1.0$ %BF (girls): $0.610 (\text{Tri} + \text{Calf}) + 5.1$
Slaughter ² <i>et al.</i> , 1988 ^[35]	%BF (boys): $1.21 (\text{Tri} + \text{Sub}) - 0.008 (\text{Tri} + \text{Sub})^2 - 1.7$ %BF (girls): $1.3 (\text{Tri} + \text{Sub}) - 0.013 (\text{Tri} + \text{Sub})^2 - 2.5$
Bray <i>et al.</i> , 2001 ^[36]	%BF: $7.26 + (0.76 \times \text{Bi}) + (0.36 \times \text{Calf}) + (0.24 \times \text{Thi})$
Cameron <i>et al.</i> , 2004 ^[32]	%BF (boys): $11.078(A) + 1.244 (\text{Tri} + \text{Bic} + \text{Sub}) - 8.822 \times 10^{-3} (\text{Tri} + \text{Bic} + \text{Sub})^2 - 102.83$ %BF (girls): $8.429(A) + 1.012(\text{Sub} + \text{Sup} + \text{Thi}) - 7.174 \times 10^{-3} (\text{Sub} + \text{Sup} + \text{Thi})^2 - 74.645$

%BF = percentage of body fat; A = age; Tri = tricipital skinfold (mm); Sub = subscapular skinfold (mm); Bic = bicipital skinfold (mm); Sup = suprailiac skinfold (mm); Thi = thigh skinfold (mm). For the Slaughter equations: if the sum of the tricipital and subscapular skinfolds exceed 35 mm, the following equations were used: Boys %BF: $0.773 (\text{Tri} + \text{Sub}) + 1.6$; Girls %BF: $0.546 (\text{Tri} + \text{Sub}) + 9.7$.

Table 4. % BF predictive equations to children of both sexes 7 - 10 years old.

	%BF predictive equations	R	R²	SEE	DW	VIF
Boys (n = 14)	%BF: $13.642 + (1.527 \cdot \text{BMI}) + (-0.345 \cdot \text{H}) + (0.875 \cdot \text{Tri}) + (0.290 \cdot \text{Waist C.})$	97.0	94.0	2.818	1.859	1.644 – 4.050
Girls (n = 12)	%BF: $-13.445 + (2.061 \cdot \text{Thi})$	92.2	85.0	3.200	1.765	1.000

%BF = percentage of body fat; BMI = body mass index; H= Height; Tri = tricipital skinfold (mm); Thi = thigh skinfold (mm); Waist.C = Waist circumference; SEE= Standard error of the estimate; DW = Durbin-Watson statistics; VIF= Variance inflation factor.

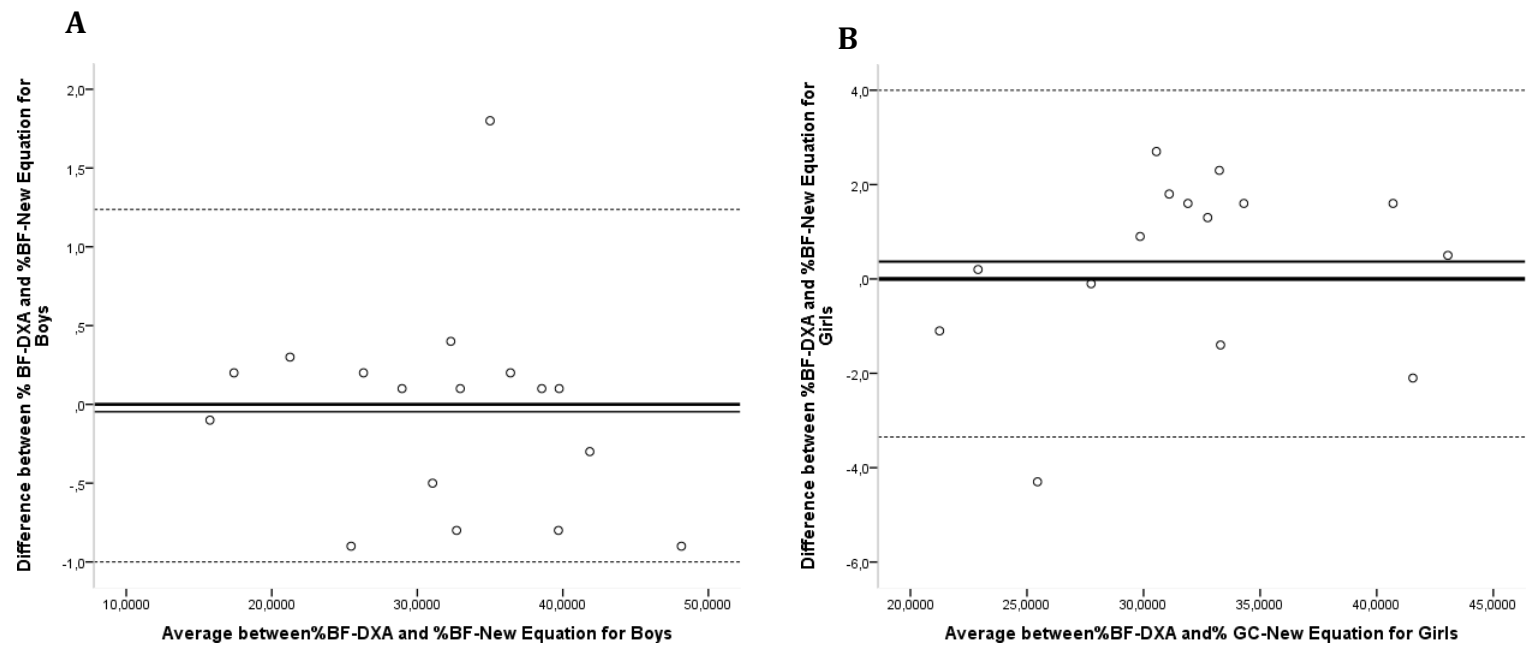


Figure 1. Limits of agreement between %BF specified by the DXA reference values and two new %BF equations in the validation sample (boys n = 17; girls n = 15) to children both sexes 7-10 years. Boys (left) and Girls (right). Results obtained by Bland-Altman analysis.

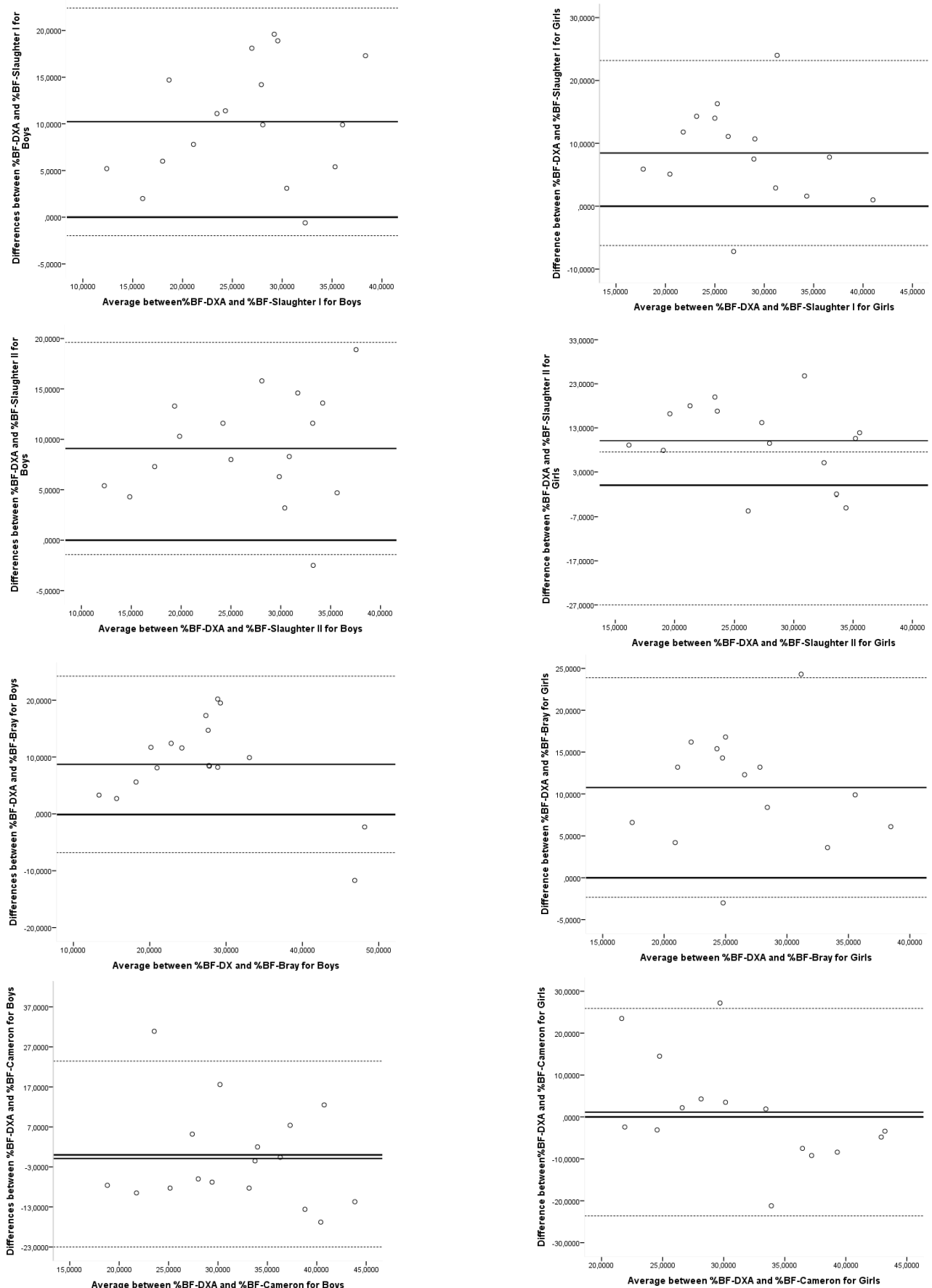


Figure 2. Limits of agreement between %BF-DXA reference values and %BF predicted four equations previously published in the validation sample (boys $n=17$; girls $n=15$) to children both sexes of 7-10 years. Figure 2.A and 2.B shows the Slaughter I equations agreement. Figure 2.C and 2.D shows the Slaughter II equations agreement. Figure 2.E and 2.F shows the Bray equations agreement. Figure 2.G and 2.H shows the Cameron's equations agreement. Boys (left) Girls (right). Results obtained through the Bland-Altman analysis.

Table 5. Comparison of the body fat percentage estimated DXA and the predictive equations.

	Authors	N	BF (%) Equations	BF (%) DXA	Intraclass correlation coefficient (ICC)	<i>t</i>	<i>p</i>
			Mean (±SD)	Mean (±SD)			
1	%BF-New equations (boys)	17	32.29 (9.29)	31.94 (8.72)	0.948	-3.53	0.728
2	%BF-New equations (girls)	15	31.73 (7.95)	32.13 (6.56)	0.915	0.40	0.717
3	%BF-Slaughter I (boys)	17	21.29 (7.38)	31.94 (8.72)	0.558	10.17*	0.000
4	%BF-Slaughter I (girls)	15	23.70 (7.93)	32.13 (6.56)	0.455	8.42*	0.001
5	%BF-Slaughter II (boys)	17	22.37 (7.66)	31.94 (8.72)	0.655	9.10*	0.000
6	%BF-Slaughter II (girls)	15	22.06 (8.90)	32.13 (6.56)	0.329	10.06*	0.001
7	%BF-Bray (boys)	17	22.76 (7.44)	31.94 (8.72)	0.679	8.72*	0.000
8	%BF-Bray (girls)	15	21.39 (6.77)	32.13 (6.56)	0.366	1.74*	0.000
9	%BF-Cameron (boys)	17	31.54 (7.67)	31.94 (8.72)	0.700	-0.65	0.974
10	%BF-Cameron (girls)	15	32.25 (8.89)	32.13 (6.56)	0.764	-1.13	0.951

Differences between DXA and the predictive equations calculated by the paired t test. P <0.005.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, os resultados do presente estudo destacam a necessidade constante de atualizações entre as análises de baixo custo para avaliação da composição corporal em crianças. Dessa forma, as equações aqui desenvolvidas podem ser aplicadas com acurácia na população pernambucana, mas especificamente em crianças residentes da cidade de Vitória de Santo Antão. À medida que o perfil antropométrico de uma sociedade muda para o ganho de peso de forma excessiva, se torna indubitável o estabelecimento de novas diretrizes e técnicas de monitoramento da composição corporal.

REFERÊNCIAS

- ABARCA-GÓMEZ, L. *et al.* Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128,9 million children, adolescents, and adults. **The Lancet**, London, v. 390, n. 10113, p. 2627-2642, 2017.
- AHRENS, W. *et al.* Prevalence of overweight and obesity in European children below the age of 10. **International Journal of Obesity**, London, v. 38, n. 2, p. 140, 2014a.
- ALCÂNTARA NETO, O. D. D. *et al.* Fatores associados à dislipidemia em crianças e adolescentes de escolas públicas de Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 15, p. 335-345, 2012.
- ALMEIDA, S. M. *et al.* Anthropometric predictors of body fat in a large population of 9-year-old school-aged children. **Obesity science & practice**, Hoboken, v. 2, n. 3, p. 272-281, 2016.
- ALVES, M. N.; MUNIZ, L. C.; VIEIRA, M. D. F. A. Consumo alimentar entre crianças brasileiras de dois a cinco anos de idade: Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde (PNDS), 2006. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro , v. 18, p. 3369-3377, 2013.
- BALL, S. D.; ALTENA, T. S.; SWAN, P. D. Comparison of anthropometry to DXA: a new prediction equation for men. **Eur J Clin Nutr**, London , v. 58, n. 11, p. 1525-1531, 2004.
- BARRETO NETO, A. C. *et al.* Peso corporal e escores de consumo alimentar em adolescentes no nordeste brasileiro. **Revista Paulista de Pediatria**, São Paulo, v. 33, p. 318-325, 2015.
- BAUER, J. *et al.* Dual-energy X-ray absorptiometry prediction of adipose tissue depots in children and adolescents. **Pediatric Research**, Basel , v. 72, p. 420, 2012.
- BELARMINO, G. *et al.* Body adiposity index performance in estimating body fat in a sample of severely obese Brazilian patients. **Nutr J**, London , v. 14, n. 130, p. 015-0119, 2015.
- BENÍCIO, M. H. D. A. *et al.* Estimativas da prevalência de desnutrição infantil nos municípios brasileiros em 2006. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 47, p. 560-570, 2013.
- BISHWAJIT, G. Nutrition transition in South Asia: the emergence of non-communicable chronic diseases. **F1000Research**, London , v. 4, p. 8-8, 2015.
- BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, London, v. 1, n. 8476, p. 307-310, Feb 8 1986.
- BORGA, M. *et al.* Advanced body composition assessment: from body mass index to body composition profiling. **Journal of investigative medicine: the official publication of the American Federation for Clinical Research**, Thorofare, v. 66, n. 5, p. 1-9, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **DATASUS: Caderno de informações de Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022**. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

BUCHHOLZ, A. C. *et al.* Use of air displacement plethysmography in the determination of percentage of fat mass in african american children. **Pediatric research**, Basel; New York, v. 56, n. 1, p. 47-54, 2004.

CAI, W. Nutritional challenges for children in societies in transition. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**, London; Philadelphia, v. 17, n. 3, p. 278-284, 2014.

CASAGRANDE, D.; WAIB, P. H.; SGARBI, J. A. Increase in the prevalence of abdominal obesity in Brazilian school children (2000–2015). **International Journal of Pediatrics and Adolescent Medicine**, Amsterdam , v. 4, n. 4, p. 133-137, 2017.

CAVEDON, V.; ZANCANARO, C.; MILANESE, C. Anthropometric prediction of DXA-measured body composition in female team handball players. **Peer J**, Corte Madera , v. 6, p. e5913-e5913, 2018.

CENICCOLA, G. D. *et al.* Current technologies in body composition assessment: advantages and disadvantages. **Nutrition**, Burbank , v. 62, p. 25-31, 2019.

CHOMTHO, S. *et al.* Evaluation of arm anthropometry for assessing pediatric body composition: evidence from healthy and sick children. **Pediatr Res**, Basel , v. 59, n. 6, p. 860-865, 2006.

CHUMLEA, W. C. *et al.* Total body water volume for white children and adolescents and anthropometric prediction equations: The Fels Longitudinal Study. **Kidney International**, New York, v. 68, n. 5, p. 2317-2322, 2005.

CHUNG, S. T.; ONUZURUIKE, A. U.; MAGGE, S. N. Cardiometabolic risk in obese children. **Annals of the New York Academy of Sciences**, New York , v. 1411, n. 1, p. 166-183, 2018.

COMBEST, T. M.; HOWARD, R. S.; ANDREWS, A. M. Comparison of Circumference Body Composition Measurements and Eight-Point Bioelectrical Impedance Analysis to Dual Energy X-Ray Absorptiometry to Measure Body Fat Percentage. **Mil Med**, Washington, D.C., v. 182, n. 7, p. e1908-e1912, Jul. 2017.

CONDE, W. L.; MONTEIRO, C. A. Nutrition transition and double burden of undernutrition and excess of weight in Brazil. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 100, n. 6, p. 1617S-1622S, 2014.

CORREIA, L. L. *et al.* Prevalence and determinants of child undernutrition and stunting in semiarid region of Brazil. **Revista de saude publica**, São Paulo , v. 48, n. 1, p. 19-28, 2014.

COSSIO-BOLANOS, M. *et al.* Development of equations and proposed reference values to estimate body fat mass among Chilean children and adolescents. **Arch Argent Pediatr**, Buenos Aires, v. 115, n. 5, p. 453-461, 2017.

CROOK, T. A. *et al.* Air Displacement Plethysmography, Dual-Energy X-ray Absorptiometry, and Total Body Water to Evaluate Body Composition in Preschool-Age Children. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, New York, v. 112, n. 12, p. 1993-1998, 2012.

CUI, Z. *et al.* Evaluation of anthropometric equations to assess body fat in adults: NHANES 1999-2004. **Med Sci Sports Exerc**, Madison, v. 46, n. 6, p. 1147-1158, 2014.

DANCEY, C. P.; REIDY, J. **Statistics without maths for psychology**. Harlow, England; New York: Prentice Hall/Pearson, 2011.

DASI, T. *et al.* Animal source foods for the alleviation of double burden of malnutrition in countries undergoing nutrition transition. **Animal frontiers: the review magazine of animal agriculture**, London, v. 9, n. 4, p. 32-38, 2019.

DINIZ, K. D. O.; ROCHA, S. V.; OLIVEIRA, A. C. C. D. Anthropometric indicators of obesity such as predictors of high blood pressure in the elderly. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, São Paulo, v. 19, p. 31-39, 2017.

DOWTHWAITE, J. N. *et al.* Cross-Calibrated Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Scanners Demonstrate Systematic Bias in Pediatric and Young Adult Females. **J Clin Densitom**, Totowa, v. 21, n. 2, p. 281-294, 2018.

DUREN, D. L. *et al.* Body composition methods: comparisons and interpretation. **Journal of diabetes science and technology**, Foster City, v. 2, n. 6, p. 1139-1146, 2008.

DURNIN, J. V.; WOMERSLEY, J. Total body fat, calculated from body density, and its relationship to skinfold thickness in 571 people aged 12-72 years. **The Proceedings of the Nutrition Society**, London, v. 32, n. 1, p. 45A, 1973.

EVENSEN, E. *et al.* Tracking of overweight and obesity from early childhood to adolescence in a population-based cohort - the Tromsø Study, Fit Futures. **BMC Pediatr**, London, v. 16, p. 64, maio 2016.

FIELDS, D. A.; ALLISON, D. B. Air-displacement plethysmography pediatric option in 2-6 years old using the four-compartment model as a criterion method. **Obesity**, Malden, EUA, v. 20, n. 8, p. 1732-1737, 2012.

FIELDS, D. A.; HIGGINS, P. B.; HUNTER, G. R. Assessment of body composition by air-displacement plethysmography: influence of body temperature and moisture. **Dynamic medicine**, London, v. 3, n. 1, p. 3-3, 2004.

FORTE, G. C. *et al.* Can skinfold thickness equations be substituted for bioimpedance analysis in children? **J Pediatr**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 19, p. 30602-30603, 2020.

FRADKIN, C. *et al.* Obesity and Overweight Among Brazilian Early Adolescents: Variability Across Region, Socioeconomic Status, and Gender. **Frontiers in pediatrics**, Lausanne , v. 6, p. 81-81, 2018.

FRANCA, E. D.; ALVES, J. G. B. Dislipidemia entre crianças e adolescentes de Pernambuco. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo , v. 87, p. 722-727, 2006.

FREDRIKSEN, P. M.; SKÅR, A.; MAMEN, A. Waist circumference in 6–12-year-old children: The Health Oriented Pedagogical Project (HOPP). **Scandinavian Journal of Public Health**, Stockholm, v. 46, supl. 21, p. 12-20, 2018.

FREEDMAN, D. S.; HORLICK, M.; BERENSON, G. S. A comparison of the Slaughter skinfold-thickness equations and BMI in predicting body fatness and cardiovascular disease risk factor levels in children. **The American journal of clinical nutrition**, Bethesda, v. 98, n. 6, p. 1417-1424, 2013.

FREEDMAN, D. S. *et al.* 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. **J Pediatr**, St. Louis, MO , v. 163, n. 1, p. 160-166, 2013.

GALLAGHER, D.; DELEGGE, M. Body composition (sarcopenia) in obese patients: implications for care in the intensive care unit. **JPEN J Parenter Enteral Nutr**, Thorofare, v. 35, n. 5 Suppl, p. 21S-28S, 2011.

GARCIA, A. L. *et al.* Improved Prediction of Body Fat by Measuring Skinfold Thickness, Circumferences, and Bone Breadths. **Obesity Research**, Baton Rouge , v. 13, n. 3, p. 626-634, 2005.

GATELY, P. J. *et al.* Comparison of body composition methods in overweight and obese children. **J Appl Physiol**, Bethesda, v. 95, n. 5, p. 2039-2046, 2003.

GAUTHIER, K. I.; KRAJICEK, M. J. Obesogenic environment: a concept analysis and pediatric perspective. **J Spec Pediatr Nurs**, Philadelphia, v. 18, n. 3, p. 202-210, 2013.

GIBSON, L. Y. *et al.* The psychosocial burden of childhood overweight and obesity: evidence for persisting difficulties in boys and girls. **Eur J Pediatr**, Berlin , New York, v. 176, n. 7, p. 925-933, 2017.

GOMES, F. D. S.; ANJOS, L. A. D.; VASCONCELLOS, M. T. L. D. Antropometria como ferramenta de avaliação do estado nutricional coletivo de adolescentes. **Revista de Nutrição**, Campinas , v. 23, p. 591-605, 2010.

GONZALEZ-RUIZ, K. *et al.* Comparison of Bioelectrical Impedance Analysis, Slaughter Skinfold-Thickness Equations, and Dual-Energy X-ray Absorptiometry for Estimating Body Fat Percentage in Colombian Children and Adolescents with Excess of Adiposity. **Nutrients**, Basel, v. 10, n. 8, 2018.

GÜNGÖR, N. K. Overweight and obesity in children and adolescents. **Journal of clinical research in pediatric endocrinology**, Istanbul , v. 6, n. 3, p. 129-143, 2014.

GUTIN, I. In BMI We Trust: Reframing the Body Mass Index as a Measure of Health. **Social theory & health**, Basingstoke, v. 16, n. 3, p. 256-271, 2018.

HALES, C. M. *et al.* Prevalence of Obesity Among Adults and Youth: United States, 2015-2016. **NCHS Data Brief**, Hyattsville, v. 288, p. 1-8, 2017.

HANGARTNER, T. N. *et al.* The Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry: acquisition of dual-energy X-ray absorptiometry body composition and considerations regarding analysis and repeatability of measures. **J Clin Densitom**, Totowa, v. 16, n. 4, p. 520-536, 2013.

HAROUN, D. *et al.* Validation of bioelectrical impedance analysis in adolescents across different ethnic groups. **Obesity**, Malden, EUA, v. 18, n. 6, p. 1252-1259, 2010.

HOFFMAN, D. J. *et al.* Estimating total body fat using a skinfold prediction equation in Brazilian children. **Ann Hum Biol**, London , v. 39, n. 2, p. 156-160, 2012.

HOSSEINI, M. *et al.* Age-Period-Cohort Analysis of Obesity and Overweight in Iranian Children and Adolescents. **Int J Endocrinol Metab**, Tehran, v. 15, n. 4, 2017.

HUANG, T. T.; WATKINS, M. P.; GORAN, M. I. Predicting total body fat from anthropometry in Latino children. **Obes Res**, Baton Rouge , v. 11, n. 10, p. 1192-1199, Oct 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**: Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a.

_____. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009**: despesas, rendimentos e condições de vida. Rio de Janeiro: IBGE, 2010b.

_____. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009**: Antropometria e Estado nutricional de Crianças, Adolescentes e Adultos no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2010c.

_____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Prediction accuracy of body density, lean body weight, and total body volume equations. **Med Sci Sports**, Madison , v. 9, n. 4, p. 197-201, Winter 1977.

JANSSEN, I.; KATZMARZYK, P. T.; ROSS, R. Waist circumference and not body mass index explains obesity-related health risk. **Am J Clin Nutr**, Bethesda, v. 79, n. 3, p. 379-384, 2004.

KANELLAKIS, S. *et al.* Development and validation of two equations based on anthropometry, estimating body fat for the Greek adult population: Body Composition Estimation. **Obesity**, Malden, EUA, v. 25, n. 2, p. 408-416, fev. 2017.

KEHOE, S. H. *et al.* Prediction of body-fat percentage from skinfold and bio-impedance measurements in Indian school children. **Eur J Clin Nutr**, London, v. 65, n. 12, p. 1263-1270, 2011.

KIRK, S. F.; PENNEY, T. L.; MCHUGH, T. L. Characterizing the obesogenic environment: the state of the evidence with directions for future research. **Obes Rev**, Oxford, v. 11, n. 2, p. 109-117, 2010.

KOLETZKO, B. *et al.* Early influences of nutrition on postnatal growth. **Nestle Nutr Inst Workshop Ser**, Basel, v. 71, p. 11-27, 2013.

KUMAR, S.; KELLY, A. S. Review of Childhood Obesity: From Epidemiology, Etiology, and Comorbidities to Clinical Assessment and Treatment. **Mayo Clin Proc**, Rochester, v. 92, n. 2, p. 251-265, Feb 2017.

KURIYAN, R. Body composition techniques. **The Indian journal of medical research**, New Delhi, v. 148, n. 5, p. 648-658, 2018.

KYLE, U. G. *et al.* Body composition during growth in children: limitations and perspectives of bioelectrical impedance analysis. **Eur J Clin Nutr**, London, v. 69, n. 12, p. 1298-1305, Dec 2015.

L'ABÉE, C. *et al.* Comparison of methods to assess body fat in non-obese six to seven-year-old children. **Clinical Nutrition**, Edinburgh, v. 29, n. 3, p. 317-322, 2010.

LEMOIS, T.; GALLAGHER, D. Current body composition measurement techniques. **Current opinion in endocrinology, diabetes, and obesity**, London, v. 24, n. 5, p. 310-314, 2017.

LEONARD, C. M. *et al.* Reproducibility of DXA measurements of bone mineral density and body composition in children. **Pediatr Radiol**, Berlin, v. 39, n. 2, p. 148-154, 2009.

LOHMAN, T. G. Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. **Exerc Sport Sci Rev**, New York, v. 14, p. 325-357, 1986.

LOHMANN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. **Anthropometric Standardization Reference Manual**. Champaign: Human Kinetics Books, 1988.

MACHADO, D. *et al.* Anthropometric multicompartamental model to predict body composition In Brazilian girls. **BMC Sports Sci Med Rehabil**, London, v. 9, p. 23, 2017.

MAESSEN, M. F. *et al.* Entering a new era of body indices: the feasibility of a body shape index and body roundness index to identify cardiovascular health status. **PLoS One**, San Francisco, v. 9, n. 9, p. e107212, 2014.

MAGGIOLI, C.; STAGI, S. Bone modeling, remodeling, and skeletal health in children and adolescents: mineral accrual, assessment and treatment. **Annals of pediatric endocrinology & metabolism**, Seoul, v. 22, n. 1, p. 1-5, 2017.

MANOUSAKI, D. *et al.* Pediatric data for dual X-ray absorptiometric measures of normal lumbar bone mineral density in children under 5 years of age using the lunar prodigy densitometer. **Journal of musculoskeletal & neuronal interactions**, Kifissia, v. 16, n. 3, p. 247-255, 2016.

MARTINEZ, E. E. *et al.* Body Composition in Children with Chronic Illness: Accuracy of Bedside Assessment Techniques. **J Pediatr**, St.Louis, MO, v. 190, p. 56-62, Nov 2017.

MONTEIRO, C. A. *et al.* Causas do declínio da desnutrição infantil no Brasil, 1996-2007. **Revista de saude publica**, São Paulo, v. 43, p. 35-43, 2009.

MOREIRA, M. D. A. *et al.* Excesso de peso e fatores associados em crianças da região nordeste do Brasil. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 88, p. 347-352, 2012.

MOURA-DOS-SANTOS, M. A. *et al.* Birthweight, body composition, and motor performance in 7- to 10-year-old children. **Dev Med Child Neurol**, London, v. 57, n. 5, p. 470-475, 2015.

NASREDDINE, L. M. *et al.* Nutritional status and dietary intakes of children amid the nutrition transition: the case of the Eastern Mediterranean Region. **Nutrition Research**, New York, v. 57, p. 12-27, 2018.

NEGRATO, C. A. *et al.* Increasing incidence of type 1 diabetes between 1986 and 2015 in Bauru, Brazil. **Diabetes Res Clin Pract**, Amsterdam, v. 127, p. 198-204, 2017.

NIEHUES, J. R. *et al.* Prevalence of overweight and obesity in children and adolescents from the age range of 2 to 19 years old in Brazil. **International journal of pediatrics**, Cairo, 3 jun. 2014. Epub.

NOBRE, G. G. *et al.* Twelve Weeks of Plyometric Training Improves Motor Performance of 7- to 9-Year-Old Boys Who Were Overweight/Obese: A Randomized Controlled Intervention. **J Strength Cond Res**, Champaign, v. 31, n. 8, p. 2091-2099, 2017.

NORTON, K.; OLDS, T. **Antropometrica**. [Buenos Aires]: Biosystem, 2000.

OLIVER, J. M. *et al.* Predicting football players' dual-energy x-ray absorptiometry body composition using standard anthropometric measures. **Journal of athletic training**, Dallas, v. 47, n. 3, p. 257-263, maio/jun. 2012.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Obesidade entre crianças e adolescentes**. [Genebra]: OMS; OPAS, 2017.

ORTIZ-HERNÁNDEZ, L. *et al.* Equations based on anthropometry to predict body fat measured by absorptiometry in schoolchildren and adolescents. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 93, p. 365-373, 2017.

PANDITA, A. *et al.* Childhood obesity: prevention is better than cure. **Diabetes, metabolic syndrome and obesity** : targets and therapy, Auckland, N.Z., v. 9, p. 83-89, 2016.

PEREIRA, I. F. D. S. *et al.* Estado nutricional de menores de 5 anos de idade no Brasil: evidências da polarização epidemiológica nutricional. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 22, p. 3341-3352, 2017.

PÉREZ-CHIRINOS BUXADÉ, C. *et al.* Assessing subcutaneous adipose tissue by simple and portable field instruments: Skinfolds versus A-mode ultrasound measurements. **PLOS ONE**, San Francisco, v. 13, n. 11, p. e0205226-e0205226, 2018.

PERINI, T. A. *et al.* Cálculo do erro técnico de medição em antropometria. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 11, p. 81-85, 2005.

PONTI, F. *et al.* Body composition, dual-energy X-ray absorptiometry and obesity: the paradigm of fat (re)distribution. **BJR case reports**, London, v. 5, n. 3, 2019. Epub.

POPKIN, B. M. *et al.* Is there a lag globally in overweight trends for children compared with adults? **Obesity**, Malden, v. 14, n. 10, p. 1846-1853, 2006.

POPKIN, B. M.; GORDON-LARSEN, P. The nutrition transition: worldwide obesity dynamics and their determinants. **Int J Obes Relat Metab Disord**, London, v. 28, n. 3, p. 0802804, 2004.

REUTER, P.-G. *et al.* Young children are the main victims of fast food induced obesity in Brazil. **PLOS ONE**, San Francisco, v. 14, n. 10, p. e0224140, 2019.

RIPKA, W. L.; ULBRICHT, L.; GEWEHR, P. M. Body composition and prediction equations using skinfold thickness for body fat percentage in Southern Brazilian adolescents. **PLoS One**, San Francisco, v. 12, n. 9, 2017.

RODRIGUES, V. M.; FIATES, G. M. R. Hábitos alimentares e comportamento de consumo infantil: influência da renda familiar e do hábito de assistir à televisão. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 25, p. 353-362, 2012.

ROTHNEY, M. P. *et al.* Body composition measured by dual-energy X-ray absorptiometry half-body scans in obese adults. **Obesity (Silver Spring, Md.)**, Malden, EUA, v. 17, n. 6, p. 1281-1286, 2009.

RTVELADZE, K. *et al.* Health and Economic Burden of Obesity in Brazil. **PLoS One**, San Francisco, v. 8, n. 7, p. e68785, 2013.

RUBBIERI, G.; MOSSELLO, E.; DI BARI, M. Techniques for the diagnosis of sarcopenia. **Clinical cases in mineral and bone metabolism**, Roma, v. 11, n. 3, p. 181-184, Sep-Dec 2014.

SAMPAIO, A. D. S. *et al.* Evidence on nutritional assessment techniques and parameters used to determine the nutritional status of children and adolescents: systematic review.

Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 23, p. 4209-4219, 2018.

SANDERS, L. S. de C. *et al.* Mortalidade infantil: análise de fatores associados em uma capital do Nordeste brasileiro. **Cad. saúde colet.**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p. 83-89, mar. 2017.

SANT'ANNA, M. de S. L.; PRIORE, S. E.; FRANCESCHINI, S. do C. C. Methods of body composition evaluation in children. **Revista Paulista de Pediatria**, São Paulo, v. 27, n.3, p. 315-321, 2009.

SANTOS, F. K. *et al.* Biological and behavioral correlates of body weight status among rural Northeast Brazilian schoolchildren. **Am J Hum Biol**, New York, v. 30, n. 3, p. 17, 2018.

SCAFOGLIERI, A.; CLARYS, J. P. Dual energy X-ray absorptiometry: gold standard for muscle mass? **Journal of cachexia, sarcopenia and muscle**, Heidelberg, v. 9, n. 4, p. 786-787, 2018.

SCAGLIONI, S. *et al.* Factors Influencing Children's Eating Behaviours. **Nutrients**, Basel, v. 10, n. 6, p. 706, 2018.

SCHOELLER, D. A. *et al.* QDR 4500A dual-energy X-ray absorptiometer underestimates fat mass in comparison with criterion methods in adults. **Am J Clin Nutr**, Bethesda, v. 81, n. 5, p. 1018-1025, May 2005.

SHEPHERD, J. A. *et al.* Body composition by DXA. **Bone**, Elmsford, v. 104, p. 101-105, 2017.

SHEPHERD, J. A. *et al.* Optimal monitoring time interval between DXA measures in children. **J Bone Miner Res**, New York, v. 26, n. 11, p. 2745-2752, 2011.

SILVA, A. M.; FIELDS, D. A.; SARDINHA, L. 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. **J Obes**, New York, v. 2013, p. 148696, 2013.

SILVA, A. P. D. *et al.* Prevalence of overweight and obesity and associated factors in school children and adolescents in a medium-sized Brazilian city. **Clinics**, São Paulo, v. 29, n. 73, 2018.

SIRI, W. E. The gross composition of the body. **Adv Biol Med Phys**, New York, v. 4, p. 239-280, 1956.

SLAUGHTER, M. H. *et al.* Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Hum Biol**, Detroit, v. 60, n. 5, p. 709-723, 1988.

SOPHER, A. B. *et al.* 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**, Springfield, v. 113, n. 5, p. 1285-1290, 2004.

SOUZA, R. G. M. D. *et al.* Métodos de análise da composição corporal em adultos obesos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 27, p. 569-583, 2014.

STEVENS, J. *et al.* Prediction of percent body fat measurements in Americans 8 years and older. **International journal of obesity**, London, v. 40, n. 4, p. 587-594, 2016.

TENÓRIO, M. C. M. *et al.* Atividade física e comportamento sedentário em adolescentes estudantes do ensino médio. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 13, p. 105-117, 2010.

TRUESDALE, K. P. *et al.* Comparison of Eight Equations That Predict Percent Body Fat Using Skinfolts in American Youth. **Childhood obesity**, New Rochelle, v. 12, n. 4, p. 314-323, 2016.

VÁSQUEZ, F. *et al.* Predictive anthropometric models of total and truncal body fat in Chilean children. **Nutrition**, v. 77, p. 110803, 2020.

VASQUEZ, F. *et al.* Comparison of body fat calculations by sex and puberty status in obese schoolchildren using two and four compartment body composition models. **Nutr Hosp**, Madrid, v. 33, n. 5, p. 575, 2016.

WELLS, J. C. *et al.* Evaluation of air-displacement plethysmography in children aged 5-7 years using a three-component model of body composition. **Br J Nutr**, Cambridge, v. 90, n. 3, p. 699-707, Set. 2003.

WELLS, J. C. K.; FEWTRELL, M. S. Measuring body composition. **Archives of disease in childhood**, London, v. 91, n. 7, p. 612-617, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Plan of Action for the Prevention of Obesity in Children and Adolescents**. [Genebra]: WHO; PAHO, 2014.

_____. **Report of the commission on ending childhood obesity**. [Genebra]: WHO, 2016.

_____. **Taking action on childhood obesity**. [Genebra]: WHO, 2018.

APÊNDICE A – FICHA ANTROPOMÉTRICA

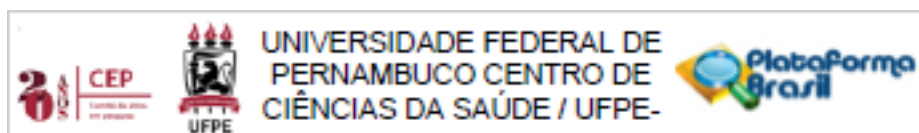
PROJETO CRESCER COM SAÚDE ANTROPOMETRIA

OBS: NUNCA DEIXAR EM BRANCO	
Data da entrevista:	____/____/____
Nome do AVALIADOR:	
Escola:	

Crianças / n° identificador : _____

1. Qual o seu nome?	
Antropometria	
2. Peso atual	
3. Altura	
4. IMC	
Classificação: Peso/idade: SCORE Z Estatura/Idade Imc/Idade:	
11. Circunferência da cintura	____/____/____
12. Circunferência do quadril	____/____/____
13. Dobra Tricipital	____/____/____
14. Dobra bicipital	____/____/____
15. Dobra subscapular	____/____/____
16. Dobra axilar média	____/____/____
17. Dobra abdominal	____/____/____
18. Dobra suprailíaca	____/____/____
19. Dobra coxa	____/____/____
20. Dobra panturrilha	____/____/____
12. A criança apresenta obesidade abdominal pelo critério da CC?	1[☒] Sim 2[☐] Não

ANEXO A – CARTA CONVITE PARA PARTICIPAÇÃO DA PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação de parâmetros nutricionais e cardiometabólicos de crianças com sobrepeso/obesidade dos 7 aos 10 anos de idade submetidas a um protocolo de treinamento físico pliométrico.

Pesquisador: GABRIELA CARVALHO JUREMA SANTOS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 91338718.0.0000.5208

Instituição Proponente: Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Patrocinador Principal: FUNDAÇÃO DE AMPARO A CIÊNCIA E TECNOLOGIA - FACEPE
Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.796.344

Apresentação do Projeto:

Trata-se de pesquisa de mestrado da aluna GABRIELA CARVALHO JUREMA SANTOS do CAV/UFPE, orientado pela profª CAROL VIRGÍNIA GÓIS LEANDRO. É um projeto de intervenção que tem como finalidade de avaliar o efeito do treinamento pliométrico sobre a frequência alimentar e parâmetros cardiometabólicos de crianças com sobrepeso/obesidade dos 7 aos 10 anos de idade da cidade de Vitória de Santo Antão. Para isso os participantes serão avaliados quanto a composição corporal, antropometria, aspectos metabólicos e cardiovasculares (pressão arterial e perfil bioquímico) e diagnóstico de síndrome metabólica, antes e após o protocolo de treinamento pliométrico. Além disso, será avaliada a frequência alimentar dos escolares, antes e após o treinamento físico.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar o efeito do treinamento pliométrico sobre a frequência alimentar e parâmetros cardiometabólicos de crianças com sobrepeso/obesidade dos 7 aos 10 anos de idade da cidade de Vitória de Santo Antão.

Objetivo Secundário:

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-500
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81) 2126-8988 **E-mail:** cepcca@ufpe.br

SA

CONVITE

Senhores pais e responsáveis,

Sabendo da sua preocupação com a saúde da criança sob sua responsabilidade, gostaríamos de lhe convidar a participar da pesquisa realizada pela Universidade Federal de Pernambuco (Centro Acadêmico de Vitória de Santo Antão). **Esta pesquisa irá avaliar a alimentação e as condições de saúde geral da criança.** Para isso, um questionário sobre alimentação será realizado na escola, em seguida alguns exames para avaliar a gordura corporal, colesterol, glicose, entre outros.

Todas as crianças que aceitarem participar da pesquisa deverão responder ao questionário sobre alimentação, porém, os outros exames serão **opcionais** e poderão ser realizados com a presença do responsável. Embora esses exames custem caro, e nem todos sejam acessíveis na rede pública, todos os testes serão **gratuitos** e os resultados serão entregues no final da pesquisa.

As informações sobre a pesquisa estão detalhadas em termo em anexo e qualquer dúvida pode ser tirada com os responsáveis pela pesquisa, através dos telefones informados. Para que a criança possa participar, o termo em anexo precisa ser devidamente preenchido, **constando a assinatura do responsável** e depois devolvido à escola.

Quais exames você gostaria que a criança participasse?

- () Todos () Coleta de sangue (ponta do dedo) () Pressão arterial
() Gordura corporal () Somente avaliação da alimentação

Detalhes sobre os exames:

1. Coleta de sangue: será realizada por profissionais de saúde treinados na UFPE de Vitória. Como a criança deverá estar em jejum, um lanche será ofertado.
2. Avaliação da gordura corporal: será realizada na UPE em Recife. Um ônibus da UFPE irá levar a criança com um responsável. Não precisa pagar passagem.
3. Pressão arterial: será realizada na escola no dia da aplicação do questionário alimentar.

A criança apresenta alguma das condições abaixo?

- () Distúrbio de ordem motora ou psicológica diagnosticado () Diabetes diagnosticada
() Apresentou a primeira menstruação (para meninas) () Pressão alta diagnosticada
() Segue alguma dieta específica () Toma medicação indicada pelo médico. Qual? _____

Nome da Criança: _____ Sala: _____ Data de nascimento: __/__/__

Nome do responsável: _____ Telefone: _____

Peso que a criança nasceu (olhar no cartão/caderneta de vacinação): _____

A criança nasceu de quantas semanas? _____ Meses: 7 meses () 8 meses () 9 meses ().

Atenciosamente,

Projeto Crescer com Saúde em Vitória de Santo Antão

ANEXO B – TCLE – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA RESPONDÁVEL LEGAL PELO MENOR DE 18 ANOS - Resolução 466/12)

Solicitamos a sua autorização para correr o (a) seu/ua filho (a) ou o menor que está sob sua responsabilidade, para participar, como voluntário (a), da pesquisa **Avaliação de parâmetros nutricionais e cardiometabólicos de crianças com sobrepeso/obesidade dos 7 aos 10 anos de idade submetidas a um protocolo de treinamento físico pliométrico**. Esta pesquisa é da responsabilidade da pesquisadora Gabriela Carvalho Jureira Santos, - Centro Acadêmico de Vitória - Universidade Federal de Pernambuco. Endereço: Rua Capitão Múcio Otávio Ribeiro, 8066, Bairro de Jaqueira - Jaboatão dos Guararapes - PE. E-mail: gabrielcarvalho@gmail.com, telefone: (81) 99996.3176. Também participam desta pesquisa os pesquisadores: Ravi Marinho dos Santos, telefone para contato: (81) 99662.5608, Talles Lali Pereira Santos da Oliveira, telefone para contato: (81) 985897290, Isabela Góis Nobre, telefone para contato: (81) 983562261, Isabela da Costa Ribeiro, telefone para contato: (81) 999498869, Alécia da Oliveira Campos, telefone para contato: (81) 994595101, Monique Assis de Vasconcelos Barros, telefone para contato: (81) 987735608 e Wylfa Tatiana Ferreira e Silva, telefone para contato: (81) 996373282 e está sob a orientação de: Carol Góis Leandro Telefone: (81) 21268467, e-mail: carol.leandro77@gmail.com.

Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe sejam compreensíveis, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde que o (a) menor faça parte do estudo podemos que rubricar as folhas e assinar ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Caso não concorde, não haverá penalização nem para o (a) Sr(a) nem para o/a voluntário(a) que está sob sua responsabilidade, bem como será possível ao Sr. (a) retirar o consentimento a qualquer momento, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- Esta pesquisa objetiva avaliar o efeito do treinamento pliométrico sobre a frequência alimentar e parâmetros cardiometabólicos de crianças com sobrepeso/obesidade dos 7 aos 10 anos de idade da cidade de Vitória de Santo Antão.
- A criança deverá comparecer ao laboratório de Fisiologia do Exército da Universidade Federal de Pernambuco (Centro Acadêmico de Vitória), onde deverá realizar a avaliação antropométrica, medição da taxa metabólica de repouso, aplicação do questionário de frequência alimentar, coleta sanguínea, mapeamento da pressão arterial e avaliação eletrocardiográfica. O tempo total de cada visita será em torno de 1h 30min. Nessa ocasião, as crianças serão pesadas e medidas, em seguida a criança deverá ficar deitada durante 30min, com uma máscara no rosto, para coleta da taxa metabólica de repouso. Após a medição da taxa metabólica a criança (com auxílio dos responsáveis) deverá responder o questionário de frequência alimentar e em seguida ela realizará a coleta sanguínea, onde levará uma pequena fenda no dedo, onde será coletada uma ou duas gotas de sangue para medição da concentração de glicose, triglicerídeos, C-HDL e insulina. Após o término dos testes, um aparelho de medição da pressão arterial, será colocado no braço da criança. A criança deverá ficar com esse aparelho por um período de 24h para que seja realizado um mapeamento das variações da pressão arterial durante o dia, após o período de 24h a criança deverá retornar ao laboratório para a retirada do equipamento. Na ocasião, a criança será submetida a um exame eletrocardiográfico, onde serão afixados 5 eletrodos tóxicos para registro do sinal, com duração de 15 minutos. Na ocasião seguinte, será realizada a avaliação da composição corporal, nã, as crianças serão transportadas até a Universidade Federal de Pernambuco, em Recife, e deverão permanecer deitadas durante 5 (cinco) minutos para avaliação da composição corporal. Todas essas etapas ocorrerão em dois momentos, uma ao início do protocolo e outra ao final.
- A presente pesquisa acarreta alguns riscos aos avaliados, o aparelho de Densitometria Óssea (DEXA), utilizado para avaliação da composição corporal (percentual de gordura corporal e sua distribuição no organismo), emitem algumas radiações através de feixes de raios X de baixa energia (pouca e baixa exposição de radiação) que podem ser prejudiciais quando aplicados em excessos (múltiplas vezes). Por isso, para não causar danos à saúde da criança, será realizada apenas uma medida. Este método também é contraindicado para mulheres grávidas. Sobre a utilização da calorimetria indireta, método responsável por avaliar a taxa metabólica basal, não há contraindicações para realização desta medida metabólica as crianças. No entanto, além do desconforto que a máscara pode causar, após a retirada da máscara alguns desconfortos como falta de ar e tosse também podem acontecer. Para avaliação do perfil bioquímico (coleta de sangue), há riscos de ocorrer acidentes com objeto perfuro-cortante (agulha), ao qual a equipe e o criança estão expostos. A fim de minimizar o risco, esse procedimento será realizado por profissional capacitado a esta função. Os desconfortos associados a coleta de sangue podem acontecer desde uma mínima até maiores sensações de dor, hematomas ou desconfortos na região que a agulha perfurará. Na avaliação da pressão arterial, é importante ressaltar que o equipamento utilizado para aferição pode provocar um mínimo aperto, porém assim que ocorre a medição, o equipamento desinfla rapidamente, evitando o desconforto. Este método de aferição não apresenta riscos maiores. Com relação ao eletrocardiograma, um procedimento pouco invasivo, o qual não utiliza radiação para ser feito, não apresenta riscos. Ele apenas é contraindicado para quem possui alergia ao adesivo presente nos eletrodos. Caso algum outro sintoma além do padrão acima seja necessário comunicar imediatamente ao pesquisador responsável para que sejam tomadas as devidas providências. Em caso de acidentes, a criança será enviada para o Hospital João Maurício de Oliveira.
- Os benefícios esperados com o resultado desta pesquisa envolvem a apresentação aos órgãos governamentais um relato do atual estado nutricional, de crescimento e desenvolvimento das crianças, visando contribuir as autoridades para oferecerem melhores condições de saúde e de práticas esportivas, e consequentemente à melhoria da qualidade de vida da comunidade. Além disso será preparado um material para cada criança com os resultados dos exames realizados e caso haja alguma alteração, a criança e/ou família receberá um material educativo, e a criança será encaminhada ao

nutricionista da clínica escola do Centro acadêmico de Vitória e será direcionada a alguma atividade esportiva oferecida pela Universidade Federal de Pernambuco para comunidade. O programa de treinamento pliométrico é uma forma de promover melhoria na qualidade de vida das crianças, evitando o aparecimento precoce de distúrbios cardiometabólicos. Este projeto pretende incentivar as práticas de atividade física regular em diversos ambientes, visando principalmente estimular a recreação como forma lúdica de promover a saúde. Adicionalmente, pretende-se fornecer dados para incentivar a construção e fortalecimento de políticas públicas dentro do ambiente escolar.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não do identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa, fotos ou filmagens, ficarão armazenados em arquivos de computador, sob responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão idas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa sendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n - Prédio do CCS - 1º Andar, sala 4 - Cidade rsitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 - e-mail: cepes@ufpe.br).

Assinatura do pesquisador (a)

CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

_____, CPF _____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua participação no estudo Desenvolvimento e validação de um modelo físico sobre o peso ao nascer, a taxa metabólica de repouso e a síndrome metabólica de crianças dos 7 aos 10 anos de idade, voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade para mim ou para o (a) menor em _____ e data _____

Assinatura do (da) responsável: _____

enciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do o em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

_____	Nome: _____
_____	Assinatura: _____

ANEXO C – TALE – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MENORES DE 18 ANOS)

OBJ: Este Termo de Assentimento para o menor de 7 a 18 anos não objetiva a sustentação da elaboração de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que deve ser submetido ao representante legal do menor.

Convidamos você, _____, portador (a) do documento de identidade _____, para participar como voluntário (a) da pesquisa: **Avaliação de parâmetros nutricionais e cardiometabólicos de crianças com sobrepeso/obesidade dos 7 aos 10 anos de idade submetidas a um protocolo de treinamento físico pliométrico**. Esta pesquisa é da responsabilidade de (a) pesquisadora (a) Gabriela Cavallini Jureta Santos, Rua Capão Médico Osmar Ribeiro, nº 8060, Barra de Jangade, Pernambuco, CEP: 54460-020, telefone (81) 99996.3176, e-mail: gabriela@carvalhosjuriata.com. Também participam desta pesquisa os pesquisadores: Rani Marinho dos Santos, telefone para contato: (81) 99962.5608, e-mail: rani@carvalhosjuriata.com; e Perceia Santos de Oliveira, telefone para contato: (81) 98307.7290, e-mail: giles@carvalhosjuriata.com; e Wylia Taitani Fereira e Silva, telefone para contato: (81) 99637.3282 e está sob a orientação de: Carol Góes Leandro Telefone: (81) 21269.461, e-mail: carolgoes@ufpe.br.

Você será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida com o pesquisador (a) sobre esta pesquisa. Antes quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorda com a realização do estudo, pedimos que rubricar no final e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue para que seus pais ou responsável possam guardá-la e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não queira participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. Para participar deste estudo, um responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem nenhuma penalização.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Esta pesquisa objetiva avaliar o efeito do treinamento pliométrico sobre a frequência alimentar e parâmetros cardiometabólicos de crianças com sobrepeso/obesidade dos 7 aos 10 anos de idade da cidade de Vitória de Santo Antão.

Para realização deste trabalho, serão realizados os métodos: Para realização deste trabalho, serão realizados os métodos: (1) Avaliação antropométrica; (2) Mensuração da taxa metabólica de repouso em calorímetro portátil; (3) Aplicação do questionário de frequência alimentar; (4) Coleta sanguínea; (5) aferição da pressão arterial; (6) Mensuração da composição corporal será medida através de varredura DEXA (absorciometria radiológica de energia dupla); (7) Treinamento com exercícios pliométricos.

Quanto aos riscos e desconfortos, esta pesquisa apresenta alguns riscos aos avaliados, o aparelho de Densitometria Óssea (DEXA), utilizado para análise da composição corporal (percentual de gordura corporal e sua distribuição no organismo), emitem algumas radiações através de feixes de raios X de baixa energia (alta e baixa exposição de radiação) que podem ser prejudiciais quando utilizados em excesso (repetidas vezes). Por isso, para não causar danos à saúde da criança, será realizada apenas uma medida. Este método também é contraindicado para mulheres gestantes. Sobre a utilização do calorímetro indireto, método responsável por avaliar a taxa metabólica basal, não há contraindicações para realização desta medida metabólica as crianças. No entanto, além do desconforto que a criança pode causar, após a retirada da máscara alguns desconfortos como falta de ar e tosse também podem acontecer. Para avaliação do perfil lipídico (colesterol de sangue), há riscos de ocorrer acidentes com objeto perfuro cortante (agulha), ao qual a equipe e o criança estão expostos. A fim de minimizar o risco, esse procedimento será realizado por profissional capacitado a esta função. Os desconfortos associados a coleta de sangue podem acontecer desde uma mínima até maiores sensações de dor, hematoma ou desconforto no local que a agulha perfurou. Na avaliação da pressão arterial, é importante ressaltar que o equipamento utilizado para aferição pode provocar um pequeno aperto, porém assim que ocorre a medição, o equipamento desliza rapidamente, cessando o desconforto. Este método de aferição não apresenta riscos maiores. Caso algum outro sistema além do padrão ocorre será necessário comunicar imediatamente ao pesquisador responsável para que sejam tomadas as devidas providências. Em caso de acidentes, a criança será levada para o Hospital João Maria de Oliveira.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa, fotos ou filmagens, serão armazenados em arquivos de computador, sob a responsabilidade do pesquisador, no endereço acima informado, pelo período de no máximo 5 anos.

Nem você e nem seus pais ou responsável terão qualquer nada para você participar desta pesquisa, também não receberão nenhum pagamento para a sua participação, pois é voluntária. Se houver necessidade, as despesas (deslocamento e alimentação) para a sua participação e de seus pais serão assumidas ou ressarcidas pelos pesquisadores. Fica também garantida informação em casos de danos, comprovadamente decorrentes da sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial.

Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE que está no endereço: (Avenida da Engenharia s/n - 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-690, Tel.: (81) 2126.8558 - e-mail: cepes@ufpe.br).

Assinatura do pesquisador (a)

ASSENTIMENTO DO (DA) MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, portador (a) do documento de identidade _____, (se já tiver documento), abaixo assinado, concordo em participar do estudo: **Avaliação de parâmetros nutricionais e cardiometabólicos de crianças com sobrepeso/obesidade dos 7 aos 10 anos de idade submetidas a um protocolo de treinamento físico pliométrico**, como voluntário (a). Foi informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Fico-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precise pagar nada.

Local e data

Assinatura do (da) menor

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite da(s) voluntário(s) em participar. 02 testemunhas (não ligados à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura: