

MARIANA DE SANTIS FILGUEIRAS

**AVALIAÇÃO DE MEDIDAS CORPORAIS NA ESTIMATIVA DO EXCESSO DE GORDURA TOTAL/CENTRAL E NA PREDIÇÃO DE RESISTÊNCIA À INSULINA: UM ESTUDO DE BASE POPULACIONAL COM CRIANÇAS EM VIÇOSA-MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2016

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

F478a  
2016  
Filgueiras, Mariana de Santis, 1990-  
Avaliação de medidas corporais na estimativa do excesso de  
gordura total/central e na predição de resistência à insulina : um  
estudo de base populacional com crianças em Viçosa - MG /  
Mariana de Santis Filgueiras. – Viçosa, MG, 2016.  
xvi, 104f. : il. ; 29 cm.

Inclui anexo.

Inclui apêndices.

Orientador: Juliana Farias de Novaes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Obesidade em criança. 2. Criança - Composição corporal.  
3. Antropometria. 4. Tecido adiposo. 5. Resistência insulina.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Nutrição e  
Saúde. Programa de Pós-graduação em Ciência da Nutrição.  
II. Título.

CDD 22. ed. 616.398

MARIANA DE SANTIS FILGUEIRAS

**AVALIAÇÃO DE MEDIDAS CORPORAIS NA ESTIMATIVA DO EXCESSO DE GORDURA TOTAL/CENTRAL E NA PREDIÇÃO DE RESISTÊNCIA À INSULINA: UM ESTUDO DE BASE POPULACIONAL COM CRIANÇAS EM VIÇOSA-MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 18 de julho de 2016.

---

Sylvia do Carmo Castro Franceschini

---

Fernanda Karina dos Santos

---

Juliana Farias de Novaes  
(Orientadora)

*Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais Dora e Romulo, aos meus avós Therezinha e Francisco (in memoriam), Laura e Olandir, aos professores e amigos que me acompanharam em toda a trajetória.*

*“Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que  
você veja toda a escada. Apenas dê o primeiro passo.”  
(Martin Luther King)*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me proporcionado muita serenidade, força, amor, perseverança e sabedoria em vários momentos, além de ter colocado pessoas muito especiais no meu caminho.

À minha adorável mãe, Dora, por seu amor incondicional, dedicação, apoio nos momentos difíceis e conselhos que levarei por toda vida. Ao meu pai, Romulo, por todo amor, apoio e estímulo à minha carreira, me ajudando em todos os momentos necessários.

Aos meus avós maternos, Therezinha e Francisco (*in memoriam*), por sempre valorizarem os meus estudos, além de terem dedicado um amor incondicional a mim. Aos meus avós paternos, Laura e Olandir, por todo apoio, carinho e orações, mesmo estando distantes.

Aos tios, primos e parentes que sempre me apoiaram e torceram por mim.

Aos amigos que me proporcionaram vários momentos de descontração, me apoiando em diferentes situações, além de sempre acreditarem em mim.

Às meninas do PASE: Fernanda, Luana, Naruna, Ana Paula e Mariane, por terem sido grandes companheiras e amigas. Compartilhamos muitos momentos difíceis e de descontração, tornando vocês minha segunda família. Tenho muito orgulho de fazer parte desse grupo, no qual juntas superamos vários obstáculos, me tornando uma pessoa mais madura. Agora é ter paciência para colhermos os bons frutos!

Às outras grandes amigas que fiz no mestrado, Gabriele e Patrícia, pessoas especiais que sempre me apoiaram e tornaram os meus dias mais divertidos.

Às colegas e amigas, Sarah e Poliana, por serem pessoas pacientes e amáveis, sempre disponíveis para me ajudar em correções de projeto, artigos e nas análises estatísticas. Sou eternamente grata por todo o conhecimento que vocês me transmitiram!

Aos demais colegas do PPGCN, que sempre torceram por mim e estimularam a realização do meu trabalho.

À bolsista Tamires e às voluntárias do PASE, Francilene, Mariana e Isabelle, que nos auxiliaram na coleta de dados, sempre disponíveis em nos ajudar em tudo que precisássemos, além de serem pessoas muito agradáveis, tornando o nosso trabalho prazeroso.

Ao pessoal do PET-Nutrição que nos auxiliou na coleta de dados na triagem, sempre disponíveis e demonstrando boa vontade.

À prof<sup>a</sup> e orientadora Juliana Farias de Novaes, pela amizade, confiança, ensinamentos e paciência. Sou eternamente grata pelas oportunidades e por me estimular a seguir a carreira acadêmica, com toda sua tranquilidade e sabedoria.

À prof<sup>a</sup> e coorientadora Andréia Queiroz Ribeiro, que desde a graduação me auxilia com todo seu conhecimento e paciência. Obrigada pela confiança e por contribuir com este trabalho.

À prof<sup>a</sup> e coorientadora Patrícia Feliciano Pereira, que fez grandes contribuições neste trabalho. Obrigada pelo carinho, paciência, amizade e confiança.

À prof<sup>a</sup> Luciana Ferreira da Rocha Sant'Ana, que me orientou durante a graduação e me estimulou a seguir a carreira de pesquisadora. Obrigada pela confiança, amizade, ensinamentos e oportunidades.

À prof<sup>a</sup> Sylvia do Carmo Castro Franceschini por todos os ensinamentos e por ter me estimulado a seguir a carreira acadêmica. Obrigada pelo carinho de sempre, pela confiança e por aceitar a fazer parte da banca de defesa.

A todos os professores do Departamento de Nutrição e Saúde da UFV, que desde a graduação me transmitiram confiança e estimularam a seguir a carreira acadêmica. Seus ensinamentos foram imprescindíveis para minha formação!

À banca examinadora pelas valiosas contribuições.

A todos os servidores e funcionários do Departamento de Nutrição e Saúde da UFV, em especial à Rita Stampini por estar sempre disponível a nos ajudar, e à Solange do Laboratório de Análises Clínicas, que nos auxiliou na análise bioquímica.

Aos servidores e funcionários da Divisão de Saúde da UFV, onde realizamos a coleta de dados.

A todas às escolas públicas e privadas pela receptividade e nos auxiliar na realização do nosso trabalho.

Às crianças que participaram e aos pais/responsáveis pela disponibilidade, paciência, cooperação e por valorizarem e respeitarem o nosso projeto. Sem a participação de vocês, a realização deste trabalho não seria possível. Espero ter contribuído de alguma forma para cada um de vocês.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição pela qualidade de ensino e contribuir para minha formação e crescimento profissional.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Ao CNPq pelo financiamento do projeto.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

MARIANA DE SANTIS FILGUEIRAS, filha de Theodora Maria De Santis Filgueiras e Romulo Larcher Filgueiras, nasceu em 19 de abril de 1990, em Viçosa – Minas Gerais.

Em março de 2009 ingressou na Universidade Federal de Viçosa, graduando-se no curso de Nutrição em março de 2014.

Em agosto de 2014 iniciou o mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, na Universidade Federal de Viçosa, na área de Saúde e Nutrição de Grupos Populacionais. Defendeu sua dissertação em julho de 2016.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS, QUADROS E FIGURAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS .....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xv</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>8</b>
2.1. Obesidade infantil.....	8
2.2. Estimativa da gordura total por várias medidas corporais segundo método-referência .....	9
2.3. Estimativa da gordura central por várias medida corporais segundo método-referência .....	10
2.4. Avaliação de medidas corporais como preditoras de Resistência à Insulina.....	11
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>20</b>
3.1. Objetivo Geral.....	20
3.2. Objetivos Específicos .....	20
<b>4. MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
4.1. População e delineamento do estudo .....	21
4.2. Avaliação antropométrica e de composição corporal.....	22
4.3. Análises bioquímicas .....	26
4.4. Análises estatísticas .....	27
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>32</b>
5.1. Artigo 1: Índice de Adiposidade Corporal (IAC) e Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico (IACp) possuem baixa concordância com a gordura corporal em crianças: um estudo de base populacional do PASE – Brasil.....	33
5.2. Artigo 2: O perímetro da cintura e a relação cintura-estatura são bons preditores de gordura andróide e troncal em crianças: um estudo de base populacional do PASE-Brasil.....	52
5.3. Artigo 3: Parâmetros de gordura corporal total e central são bons preditores de resistência à insulina em crianças: um estudo de base-populacional do PASE-Brasil .....	69
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>89</b>
<b>7. ANEXO .....</b>	<b>91</b>
<b>8. APÊNDICES .....</b>	<b>95</b>

## LISTA DE TABELAS, QUADROS E FIGURAS

### MÉTODOS

<b>Quadro 1.</b> Valores críticos, em escore-z, para classificação do estado nutricional pelo Índice de Massa Corporal por Idade (IMC/I), de crianças de 5 a 10 anos.....	23
<b>Quadro 2.</b> Equações preditivas de dobras cutâneas de Slaughter et al. (1988) e Hoffman et al. (2012).....	24
<b>Figura 1.</b> Demarcações de regiões de gordura corporal obtidas no escaneamento do DEXA pelo <i>software</i> enCORE. Adaptado de Stults-Kolehmainen et al. (2013).....	27

### RESULTADOS

#### **Artigo 1: Índice de Adiposidade Corporal (IAC) e Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico (IACp) possuem baixa concordância com a gordura corporal em crianças: um estudo de base populacional do PASE – Brasil**

<b>Tabela 1.</b> Distribuição do estado nutricional e da gordura corporal (%GC) estimada por diferentes métodos em crianças, de acordo com o sexo. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.....	47
<b>Tabela 2.</b> Distribuição de gordura corporal (%GC) estimada por diferentes métodos em crianças, de acordo com a presença de excesso de peso. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.....	48
<b>Tabela 3.</b> Áreas sob a curva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) do Índice de Massa Corporal (IMC) e dos parâmetros de gordura corporal total como preditores de excesso de gordura corporal. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.....	49
<b>Tabela 4.</b> Concordância entre o excesso de gordura corporal total estimado por diferentes métodos e o DEXA em crianças de acordo com o sexo. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.....	49
<b>Figura 1.</b> Análise de concordância de <i>Bland &amp; Altman</i> entre valores de gordura corporal total estimado por diferentes métodos e o DEXA em crianças. PASE-Brasil, 2015.....	50

**Artigo 2: O perímetro da cintura e a relação cintura-estatura são bons preditores de gordura andróide e troncal em crianças: um estudo de base populacional do PASE-Brasil**

<b>Tabela 1.</b> Distribuição dos parâmetros antropométricos e de gordura central em crianças. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.....	65
<b>Tabela 2.</b> Prevalências de excesso de peso e de obesidade central avaliado por diferentes parâmetros antropométricos e de gordura central em crianças de acordo com o sexo. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.....	65
<b>Tabela 3.</b> Correlações entre parâmetros antropométricos/gordura central e gorduras andróide/troncal em crianças, de acordo com o sexo. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.....	66
<b>Tabela 4.</b> Áreas sob a curva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) da capacidade de parâmetros antropométricos em estimar excesso de gorduras andróide e troncal de acordo com o sexo. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.....	67
<b>Tabela 5.</b> Valores de medidas de gordura central com melhores sensibilidades e especificidades para predizer excesso de gorduras andróide e troncal em crianças, de acordo com o sexo. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.....	68

**Artigo 3: Parâmetros de gordura corporal total e central são bons preditores de resistência à insulina em crianças: um estudo de base-populacional do PASE-Brasil**

<b>Tabela 1.</b> Características gerais da amostra de acordo com a resistência à insulina em crianças. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.....	85
<b>Tabela 2.</b> Áreas sob a curva <i>Receiver Operating Characteristic</i> (ROC) do Índice de Massa Corporal (IMC) e dos parâmetros de gordura corporal total e central como preditores de resistência à insulina em crianças. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.....	86
<b>Tabela 3.</b> Valores de sensibilidade e especificidade dos pontos de corte de medidas de gordura central na predição de resistência à insulina. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.....	87
<b>Tabela 4.</b> Análises de regressão da associação entre o excesso de peso/gordura corporal total/central e resistência à insulina em crianças. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.....	88

## LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

AUC: área sob a curva

BIA: bioimpedância elétrica

cm: centímetro

DCSE: dobra cutânea subescapular

DCT: dobra cutânea tricípital

DEXA: Absorciometria de Raio-X de Dupla Energia

DP: desvio-padrão

E: especificidade

ENDEF: Estudo Nacional de Despesa Familiar

EP: equações preditivas

EPDC: equações preditivas de dobras cutâneas

HOMA-IR: Modelo de Avaliação da Homeostase de Resistência à Insulina

IAC: Índice de Adiposidade Corporal

IACp: Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC: Índice de Conicidade

IC95%: intervalo de confiança de 95%

IL-6: interleucina-6

IMC: Índice de Massa Corporal

IMC/I: Índice de Massa Corporal por idade

IQT: intervalo interquartilico

kg: quilogramas

m: metro

mm: milímetro

MG: Minas Gerais

mg/dL: miligrama por decilitro

n: amostra

NHANES: *National Health and Nutrition Examination Survey*

OMS: Organização Mundial de Saúde

OR: *odds ratio*

p-valor: nível de significância estatística (probabilidade)

PASE: Pesquisa de Avaliação da Saúde do Escolar

PC: perímetro da cintura

PP: perímetro do pescoço

POF: Pesquisa de Orçamentos Familiares

R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação

r: coeficiente de correlação

RAG: razão gordura andróide-ginóide

RCE: relação cintura-estatura

RCQ: relação cintura-quadril

ROC: *Receiver Operating Characteristic*

S: sensibilidade

TNF- $\alpha$ : fator de necrose tumoral- $\alpha$

UFV: Universidade Federal de Viçosa

VPN: valor preditivo negativo

VPP: valor preditivo positivo

↑: elevado

%: percentual

%GC: percentual de gordura corporal

$\mu$ U/mL: microunidades por mililitro

## RESUMO

FILGUEIRAS, Mariana De Santis, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2016. **Avaliação de medidas corporais na estimativa do excesso de gordura total/central e na predição de resistência à insulina: um estudo de base populacional com crianças em Viçosa-MG.** Orientadora: Juliana Farias de Novaes. Coorientadoras: Andréia Queiroz Ribeiro e Patrícia Feliciano Pereira.

A obesidade infantil é considerada um importante agravo de saúde pública global, estando relacionada a diferentes complicações cardiometabólicas, como a resistência à insulina. Com o objetivo de facilitar a identificação de crianças com excesso de gordura corporal/central e resistência à insulina, foram utilizadas diferentes medidas corporais, apesar de serem controversas na população pediátrica. O objetivo deste estudo foi avaliar as medidas corporais na estimativa do excesso de gordura corporal total/central e na predição de resistência à insulina em crianças. Trata-se de um estudo transversal de base populacional realizado com 372 crianças de 8 e 9 anos matriculadas em todas as escolas públicas e particulares do município de Viçosa, Minas Gerais. Foi realizada aferição de medidas antropométricas (peso, estatura, perímetro da cintura, perímetro do quadril, perímetro do pescoço), medidas de dobras cutâneas tricípital e subescapular, composição corporal (Índice de Adiposidade Corporal - IAC, Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico - IACp, bioimpedância elétrica bipolar, tetrapolar, equações preditivas de dobras cutâneas, Absorciometria de Raio-X de Dupla Energia - DEXA) e coleta de sangue para avaliação de glicemia e insulina de jejum. Também foram avaliadas medidas de gordura central, como relação cintura-estatura, relação cintura-quadril, índice de conicidade, razão gordura andróide-ginóide, percentuais de gorduras andróide e troncal (obtidos pelo DEXA). A partir dos valores de glicemia e insulina de jejum, foi calculado o Modelo de Avaliação da Homeotase de Resistência à Insulina (HOMA-IR) para avaliar resistência à insulina, utilizando como ponto de corte o percentil 90 da amostra. Foram observados que 42,5% e 9,9% das crianças avaliadas apresentaram excesso de gordura corporal total e resistência à insulina, respectivamente. As análises de concordância de Kappa e *Bland & Altman* apontaram que o IAC e o IACp apresentaram concordâncias inferiores às equações preditivas de dobras cutâneas e às bioimpedâncias bipolar e tetrapolar em relação ao DEXA. Além disso, pela curva *Receiver Operating Characteristic* (ROC), foi observado que o perímetro da cintura e a relação cintura-estatura foram os melhores preditores de excesso de gorduras andróide e

troncal obtidas pelo DEXA. As análises na curva ROC e na regressão logística demonstraram que todas as medidas de gordura total e central foram capazes de prever resistência à insulina em crianças, sendo que o IACp, equações preditivas de dobras cutâneas, perímetro da cintura e do pescoço, e relação cintura-estatura apresentaram maiores destaques. Conclui-se que as medidas corporais podem ser utilizadas para avaliar a gordura corporal total (equações preditivas de dobras cutâneas e bioimpedâncias bipolar e tetrapolar) e central (perímetro da cintura e a relação cintura-estatura) de crianças em relação ao DEXA, bem como para triagem da resistência à insulina. Destaca-se que a utilização destas medidas corporais são simples, seguras e não-invasivas, entretanto, sem substituir o diagnóstico por métodos-referência quando disponíveis na prática clínica e em estudos epidemiológicos.

## ABSTRACT

FILGUEIRAS, Mariana De Santis, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2016. **Evaluation of body measurements to estimate excess total/central fat and in insulin resistance prediction: a population-based study of children in Viçosa, MG.** Advisor: Juliana Farias de Novaes. Co-advisors: Andréia Queiroz Ribeiro and Patrícia Feliciano Pereira.

Childhood obesity is considered an important global public health injury, and is related to different cardiometabolic complications such as insulin resistance. In order to facilitate the identification of children with excess body fat/central and insulin resistance, different body measurements were used, despite being controversial in the pediatric population. The aim of this study was to evaluate the body measurements to estimate the excess of total body fat/central and insulin resistance prediction in children. This is a cross-sectional population-based study conducted with 372 children of 8 and 9 years enrolled in all public and private schools in the city of Viçosa, Minas Gerais. Anthropometric measurements was performed (weight, height, waist circumference, hip circumference, neck circumference), skinfolds triceps and subscapularis measurements, body composition (Body Adiposity Index - BAI, Pediatric Body Adiposity Index - BAIP, bipolar and tetrapolar bioelectrical impedance, skinfold predictive equations, Dual Energy X-ray Absorptiometry - DEXA) and blood collection to assess fasting glucose and insulin. We evaluated central fat measures such as waist-height ratio, waist-hip ratio, conicity index, fat android-gynoid ratio, percentage of android and trunk fats (obtained by DEXA). The cutoff points for total body fat percentage and for android and trunk fats were used 90th percentiles of the sample according to age and sex. From the fasting glucose and insulin, the Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance (HOMA-IR) was calculated to assess insulin resistance, using the 90th percentile of the sample as cutoff. We observed that 42,5% and 9,9% of the children had excess total body fat and insulin resistance, respectively. The agreement analyzes of Kappa and Bland & Altman pointed out that the BAI and the BAIP had lower concordances to skinfold predictive equations and bipolar and tetrapolar impedances compared to DEXA. In addition, the curve Receiver Operating Characteristic (ROC), it was observed that waist circumference and waist-to-height ratio were the best predictors of excess android and trunk fats obtained by DEXA. Analyses on the ROC curve and logistic regression showed that all total and central fat measures were able to predict

insulin resistance in children, and the BAIp, skinfold predictive equations, waist and neck circumferences, and waist-height ratio presented highlights. We conclude that the body measurements can be used to assess total body fat (skinfold predictive equations and bipolar and tetrapolar impedances) and central (waist circumference and waist-to-height ratio) of children in relation to the DEXA and for insulin resistance screening. It is noteworthy that the use of these body measurements are simple, safe and non-invasive, however, without replacing the diagnostic reference methods where available in clinical practice and in epidemiological studies.

## 1. INTRODUÇÃO

A obesidade infantil é um agravo de grande impacto na saúde pública, pois a partir do excesso de gordura corporal, muitas complicações cardiometabólicas podem surgir na infância, como as dislipidemias, hipertensão arterial e resistência à insulina (DE ONIS et al., 2010; WANG; LOBSTEIN, 2006; FREEDMAN et al., 1999). Estudos epidemiológicos, como o *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES 2009-2012), mostraram que 17,5% das crianças e adolescentes americanos de 3 a 19 anos são obesos, sendo essa prevalência maior na faixa etária de 7 a 12 anos (19,2%) (CARROLL et al., 2015). A Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF 2008-2009) indicou a presença de obesidade em 14,3% das crianças de 5 a 9 anos, enquanto que 33,5% apresentam excesso de peso (sobrepeso e obesidade) (IBGE, 2010).

Muitos estudos apresentaram que a gordura corporal, principalmente a gordura localizada na região central, está associada a um maior risco cardiometabólico (CHIARELLI; MARCOVECCHIO, 2008; SJÖSTRÖM et al., 1995). O *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES 2011-2012) mostrou que 21,8% das crianças e adolescentes de 6 a 11 anos possuem obesidade abdominal (XI et al., 2014). No entanto, uma criança com obesidade central não apresenta necessariamente um elevado percentual de gordura corporal (GORAN et al., 1998).

O excesso de gordura central está associado ao desenvolvimento da resistência à insulina (DESPRÉS, 2006; KISSEBAH; KRAKOWER, 1994), que é uma alteração caracterizada pela menor captação de glicose pelas células em relação a uma determinada concentração de insulina (SINAIKO et al., 2001). O acúmulo de gordura intramuscular inibe a translocação do transportador de glicose tipo 4 (GLUT-4) para a membrana plasmática, reduzindo a captação de glicose (BRUCE; HAWLEY, 2004; BERGGREN et al., 2004).

Nesta perspectiva, para avaliar gordura corporal e sua distribuição existem métodos considerados padrões-ouro, como a ressonância magnética e a tomografia computadorizada. A partir dessas técnicas, é possível avaliar a quantidade de gordura subcutânea e intra-abdominal, entretanto são limitadas por apresentarem alto custo e a dose de radiação segura ainda não ter sido determinada para seu uso em ampla escala em crianças (TAYLOR et al., 2000). A absorciometria de raio-X de dupla energia (DEXA) também é considerada método referência e permite mensurar a quantidade de

gordura andróide e troncal, sendo aplicável a crianças de todas as idades (GOULDING et al., 1996; LOHMAN, 1992; MAZESS et al., 1990). Entretanto métodos mais simples e de menor custo são necessários principalmente para o uso na prática clínica e em estudos epidemiológicos.

Alguns métodos de menor custo comparado aos exames de imagem, como as dobras cutâneas e suas equações preditivas, bioimpedâncias elétricas (BIA) bipolar e tetrapolar, são utilizados em pesquisas e em atendimentos ambulatoriais, mas são necessários estudos mais conclusivos a respeito de suas validades (REZENDE et al., 2007). Recentemente, foram desenvolvidos alguns índices para estimar gordura corporal total, como o Índice de Adiposidade Corporal (IAC) (BERGMAN et al., 2011) e o Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico (IACp) (EL AARBAOUI et al., 2013). No entanto, o uso destes índices na população pediátrica ainda é controverso (ZHAO, ZHANG, 2015; YU et al., 2015; THIVEL et al., 2015).

Tendo em vista a importância em diagnosticar a obesidade central e suas complicações metabólicas, algumas medidas corporais são utilizadas rotineiramente, como o perímetro da cintura (PC), o perímetro do pescoço (PP) e a relação cintura-estatura (RCE) (BLÜHER et al., 2013; GRÖBER-GRÄTZ et al., 2013; HATIPOGLU et al., 2010; NAFIU et al., 2010). Estudos com adultos mostraram a associação da relação cintura-quadril (RCQ) e do índice de conicidade (IC) com fatores de risco cardiometabólicos (TAYLOR et al., 1998; VALDEZ et al., 1993).

Sabe-se que a resistência à insulina é a principal alteração metabólica associada à obesidade (REAVEN, 1988), sendo importante avaliar a capacidade preditiva das medidas corporais para esta alteração em fases precoces da vida. Muitas das medidas corporais que predizem gordura corporal total e central também são capazes de prever resistência à insulina em crianças, no entanto os resultados ainda são contraditórios (MOREIRA et al., 2008; KUBA et al., 2013; MUELLER et al., 2013; SIJTSMA et al., 2014; GOMEZ-ARBELAEZ et al., 2016; SAMSELL et al., 2014).

Dentre todas as medidas corporais que estimam gordura total e central em crianças, ainda não existe um consenso de qual é mais eficaz para ser utilizada na prática clínica e em pesquisas populacionais. É importante ressaltar que poucos estudos avaliaram a concordância de métodos que estimam gordura corporal com método-referência em crianças (EL AARBAOUI et al., 2013; DOBASHI et al., 2016). Além disso, a predição das medidas corporais para a resistência à insulina em fases precoces

da vida é controversa na literatura (CORVALÁN et al., 2010; MUELLER et al., 2013), destacando-se a importância de estudos conclusivos para a população pediátrica.

## REFERÊNCIAS

BERGGREN, J.R.; HULVER, M.W.; DOHM, G.L.; HOUMARD, J.A. Weight loss and exercise: implications for muscle lipid metabolism and insulin action. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.36, n.7, p. 1191–1195, 2004.

BERGMAN, R.N.; STEFANOVSKI, D.; BUCHANAN, T.A.; SUMNER, A.E.; REYNOLDS, J.C.; SEBRING, N.G. et al. A better index of body adiposity. **Obesity (Silver Spring)**, v.19, n.5, p.1083-1089; 2011.

BLÜHER, S.; MOLZ, E.; WIEGAND, S.; OTTO, K.P.; SERGEYEV, E. et al.; Adiposity Patients Registry Initiative and German Competence Net Obesity. Body mass index, waist circumference, and waist-to-height ratio as predictors of cardiometabolic risk in childhood obesity depending on pubertal development. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v.98, n.8, p.3384–3393, 2013.

BRUCE, C.R.; HAWLEY, J.A. Improvements in insulin resistance with aerobic exercise training: a lipocentric approach. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.36, n.7, p.1196-1201, 2004.

CARROLL, M.D.; NAVANEELAN, T.; BRYAN, S.; OGDEN, C. Prevalence of obesity among children and adolescents in the United States and Canada. **NCHS Data Brief**, v.0, n.211, p.1-8, 2015.

CHIARELLI, F.; MARCOVECCHIO, M.L. Insulin resistance and obesity in childhood. **European Journal of Endocrinology**, v.159, Supl.1, p.S67–S74, 2008.

CORVALÁN, C.; UAUY, R.; KAIN, J.; MARTORELL, R. Obesity indicators and cardiometabolic status in 4-y-old children. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.91, n.1, p.166–174, 2010.

DE ONIS, M.; BLÖSSNER, M.; BORGHI, E. Global prevalence and trends of overweight and obesity among preschool children. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.92, n.5, p.1257-1264, 2010.

DESPRÉS, JP. Is visceral obesity the cause of the metabolic syndrome? **Annals of Medicine**, v.38, n.1, p.52–63, 2006.

DOBASHI, K.; TAKAHASHI, K.; NAGAHARA, K.; TANAKA, D.; ITABASHI, K. Evaluation of hip/heightP ratio as an index for adiposity and metabolic complications in obese children: comparison with waist-related indices. **Journal of Atherosclerosis and Thrombosis**, v.23, n.0, p. 1-8, 2016.

EL AARBAOUI, T.; SAMOUDA, H.; ZITOUNI, D.; DI POMPEO, C.; DE BEAUFORT, C.; TRINCARETTO, F. et al. Does the body adiposity index (BAI) apply to paediatric populations? **Annals of Human Biology**, v.40, n.5, p.451-458, 2011.

FREEDMAN, D.S.; DIETZ, W.H.; SRINIVASAN, S.R.; BERENSON, G.S. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: The Bogalusa Heart Study. **Pediatrics**, v.103, n.6, p.1175-1182, 1999.

GOMEZ-ARBELAEZ, D.; CAMACHO, P.A.; COHEN, D.D.; SAAVEDRA-CORTES, S.; LOPEZ-LOPEZ, C.; JARAMILLO, P. Neck circumference as a predictor of metabolic syndrome, insulin resistance and low-grade systemic inflammation in children: the ACFIES study. **BMC Pediatrics**, v.16, n.1, p.31, 2016.

GORAN, M.I.; GOWER, B.A.; TREUTH, M.; NAGY, T.R. Prediction of intra-abdominal and subcutaneous abdominal adipose tissue in healthy prepubertal children. **International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders**, v.22, n.6, p.549–558, 1998.

GOULDING, A.; TAYLOR, R.W.; GOLD, E.; LEWIS-BARNED, N.J. Regional body fat distribution in relation to pubertal stage: a dual-energy x-ray absorptiometry study of New Zealand girls and young women. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.64, n.4, p.546–551, 1996.

GRÖBER-GRÄTZ, D.; WIDHALM, K.; DE ZWAAN, M.; REINEHR, T.; BLÜHER, S.; SCHWAB, K.O. et al. Body mass index or waist circumference: which is the better predictor for hypertension and dyslipidemia in overweight/obese children and adolescents? Association of cardiovascular risk related to body mass index or waist circumference. **Hormone Research in Paediatrics**, v.80, n.3, p.170–178, 2013.

HATIPOGLU, N.; MAZICIOGLU, M.M.; KURTOGLU, S.; KENDIRCI, M. Neck circumference: an additional tool of screening overweight and obesity in childhood. **European Journal of Pediatrics**, v. 169, n.6, p.733–739, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008–2009**. Antropometria e Estado Nutricional de Crianças, Adolescentes e Adultos no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/indicadores\\_sociais\\_municipais/indicadores\\_sociais\\_municipais.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/indicadores_sociais_municipais/indicadores_sociais_municipais.pdf). Acesso em: 20 de maio de 2016.

KISSEBAH, A.H.; KRAKOWER, G.R. Regional adiposity and morbidity. **Physiological Reviews**, v.74, n.4, p.761–811, 1994.

KUBA, V.M.; LEONE, C.; DAMIANI, D. Is waist-to-height ratio a useful indicator of cardio-metabolic risk in 6-10-year-old children? **BMC Pediatrics**, v.13, n.1, p.91, 2013.

LOHMAN, T.G. **Advances in body composition assessment**. Champaign: Human Kinetics, 1992.

MAZESS, R.B.; BARDEN, H.S.; HANSON, J. Dual-energy x-ray absorptiometry for total body and regional bone-mineral and soft-tissue composition. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.51, n.6, p.1106-1112, 1990.

MOREIRA, S.R.; FERREIRA, A.P.; LIMA, R.M.; ARSA, G.; CAMPBELL, C.S.; SIMOES, H.G. et al. Predicting insulin resistance in children: anthropometric and metabolic indicators. **Jornal de Pediatria**, v.84, n.1, p.47–52, 2008.

MUELLER, N.T.; PEREIRA, M.A.; BUITRAGO-LOPEZ, A.; RODRÍGUEZ, D.C.; DURAN, A.E.; RUIZ, A.J. et al. Adiposity indices in the prediction of insulin resistance in prepubertal Colombian children. **Public Health Nutrition**, v.16, n.2, p.248–255, 2013.

NAFIU, O.O.; BURKE, C.; LEE, J.; VOEPEL-LEWIS, T.; MALVIYA, S.; TREMPER, K.K. Neck circumference as a screening measure for identifying children with high body mass index. **Pediatrics**, v.126, n.2, p.e306–310, 2010.

REAVEN, G.M. Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human disease. **Diabetes**, v.37, n.12, p.1595–1607, 1988.

REZENDE, F.; ROSADO, L.; FRANCESCHINI, S.; ROSADO, G.; RIBEIRO, R.; MARINS, J.C.B. Revisão crítica dos métodos disponíveis para avaliar a composição corporal em grandes estudos populacionais e clínicos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.57, n.4, p.327-334, 2007.

SAMSELL, L.; REGIER, M.; WALTON, C.; COTTRELL, L. Importance of android/gynoid fat ratio in predicting metabolic and cardiovascular disease risk in normal weight as well as overweight and obese children. **Journal of Obesity**, v. 2014, n.1, p.1-7, 2014.

SIJTSMA, A.; BOCCA, G.; L'ABÉE, C.; LIEM, E.T.; SAUER, P.J.; CORPELEIJN, E. Waist-to-height ratio, waist circumference and BMI as indicators of percentage fat mass and cardiometabolic risk factors in children aged 3–7 years. **Clinical Nutrition**, v.33, n.2, p.311-315, 2014.

SINAIKO, A.R.; DONAHUE, R.P.; JACOBS, D.R. JR.; PRINEAS, R.J. Relation of weight and rate of increase in weight during childhood and adolescence to body size, blood pressure, fasting insulin, and lipids in young adults: the Minneapolis Children's Blood Pressure Study. **Circulation**, v.99, n.11, p.1471-1476, 1999.

SJÖSTRÖM, C.D.; HÅKANGÅRD, A.C.; LISSNER, L.; SJÖSTRÖM, L. Body compartment and subcutaneous adipose tissue distribution-risk factor patterns in obese subjects. **Obesity Research**, v.3, n.1, p.9–22, 1995.

TAYLOR, R.W.; JONES, I.E.; WILLIAMS, S.M.; GOULDING, A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3–19 y. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.72, n.2, p.490-495, 2000.

TAYLOR, R.W.; KEIL, D.; GOLD, E.J.; WILLIAMS, S.M.; GOULDING, A. Body mass index, waist girth, and waist-to-hip ratio as indexes of total and regional adiposity in women: evaluation using receiver operating characteristic curves. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.67, n.1, p.44–49, 1998.

THIVEL, D.; O'MALLEY, G.; PEREIRA, B.; DUCHÉ, P.; AUCOUTURIER, J. Comparison of total body and abdominal adiposity indexes to dual X-ray absorptiometry scan in obese adolescents. **American Journal of Human Biology**, v.27, n.3, p.334-338, 2015.

VALDEZ, R.; SEIDELL, J.C.; AHN, Y.I.; WEISS, K.M. A new index of abdominal adiposity as an indicator of risk for cardiovascular disease. A cross population study. **International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders**, v.17, n.3, p.77–82, 1993.

WANG, Y.; LOBSTEIN, T. Worldwide trends in childhood overweight and obesity. **International Journal of Pediatric Obesity**, v.1, n.1, p.11-25, 2006.

XI, B.; MI, J.; ZHAO, M.; ZHANG, T.; JIA, C.; LI, J. et al: Trends in Abdominal Obesity Among US Children and Adolescents. **Pediatrics**, v.134, n.2, e334-e339, 2014.

YU, Y.; WANG, L.; LIU, H.; ZHANG, S.; WALKER, S.O.; BARTELL, M.D. et al. Body mass index and waist circumference rather than body adiposity index are better surrogates for body adiposity in a chinese population. **Nutrition in Clinical Practice**, v.30, n.2, p.274-282, 2015.

ZHAO, D.; ZHANG, Y. Body mass index (BMI) predicts percent body fat better than body adiposity index (BAI) in school children. **Anthropologischer Anzeiger**, v.72, n.3, p.257-62, 2015.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Obesidade infantil**

A obesidade pode ser caracterizada como uma condição de acúmulo anormal ou excessivo de gordura no organismo, causando um comprometimento do estado de saúde do indivíduo. O grau de excesso e a distribuição da gordura corporal, bem como os agravos na saúde, podem variar para cada indivíduo (SIGULEM et al., 2001). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (1998), a obesidade deve ser considerada como prioridade em intervenções de saúde pública, em nível individual e populacional.

Entre 1980 e 2013, foi observado um aumento do sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes de países desenvolvidos (meninos: 23,8%; meninas: 22,6%) e em desenvolvimento (meninos: 12,9%; meninas: 13,4%) (NG et al., 2014).

No Brasil, relatórios da Pesquisa de Orçamento Familiares (POF 2008-2009) apontaram um aumento da prevalência do sobrepeso e obesidade em crianças, principalmente na faixa etária entre 5 e 9 anos de idade, comparado aos dados do Estudo Nacional de Despesa Familiar (ENDEF 1974-1975). Cerca de 32% das crianças entre 5 e 9 anos do sexo feminino e 34% do sexo masculino apresentaram excesso de peso, sendo maior a prevalência na região Sudeste (meninos: 40%; meninas: 38%) (IBGE, 2010).

A etiologia da obesidade é multicausal, isto é, pode ser determinada por diversos fatores, como genéticos, endócrino-metabólicos, ambientais (hábitos alimentares e prática de atividade física) e psicológicos. Em conjunto, esses fatores podem causar um acúmulo excessivo de energia na forma de gordura (BROOK; ABERNETHY, 1985; DIETZ, 1994; FISBERG, 1995; BRAY, 1992; STORY, 1990).

Crianças com pais obesos possuem 80% de chance de apresentar o mesmo perfil, sendo que esse risco cai pela metade se apenas um dos pais é obeso. Se os pais não apresentarem obesidade, a criança tem 7% de risco de se tornar obesa (GARN et al., 1981). Apesar de existirem diversos estudos com o objetivo de avaliar a influência genética na obesidade, é difícil mensurar o quanto essa influência é genética ou é causada pelo ambiente familiar em que a criança está inserida (VALVERDE, 1995; BROOKE; ABERNETHY, 1985).

Os fatores emocionais, tais como a ansiedade, a carência e a percepção corporal, podem interferir no comportamento alimentar, que é um fenômeno complexo que envolve diferentes mecanismos neuropsicológicos (HAMMER, 1992). Em relação ao apetite, a criança obesa parece responder melhor aos estímulos externos (tipo e qualidade do alimento) do que aos internos (fome e saciedade) (SIGULEM et al., 2001).

Os hábitos alimentares têm um papel fundamental na regulação energética, podendo ser considerado o principal fator desencadeante no desequilíbrio entre a ingestão e o gasto energético (AMADOR et al. 1988). Desde o primeiro ano de vida, o excesso de peso está associado à ingestão alimentar (CAMPOS et al., 1985; AGRAS et al., 1990). O aumento do consumo de alimentos industrializados, que em sua maioria possuem alto teor energético, proporciona uma maior ingestão de gorduras saturadas, *trans*, açúcares e sódio na infância (ESCRIVÃO et al., 2000) e estão associados ao aumento do risco de obesidade em crianças e adolescentes (GRIMES et al., 2013; LUDWIG et al., 2001).

## **2.2. Estimativa da gordura corporal total**

Poucos são os estudos que avaliaram a concordância de métodos que estimam gordura corporal total com métodos considerados referências em crianças (EL AARBAOUI et al., 2013; DOBASHI et al., 2016).

As BIA bipolar e tetrapolar estimam o percentual de gordura corporal de maneira fácil, além de apresentar menor custo comparado aos exames de imagem. Também fornecem dados como massa livre de gordura e água corporal total em pesquisas de campo, clínicas e laboratoriais (LOHMAN; GOING, 2006). Em ambulatórios e algumas pesquisas, as medidas das dobras cutâneas são muito utilizadas por apresentarem baixo custo e execução relativamente simples. Os valores obtidos são usados em equações preditivas, as quais devem ser validadas antes de serem adotadas para a população (REZENDE et al., 2007).

Em relação às BIA, estudos com crianças mostraram que possuem boa concordância e reprodutibilidade em relação ao DEXA (TYRRELL et al., 2001; TOMPURI et al., 2015; KETTANEH et al., 2005). Existem estudos que avaliaram o uso de dobras cutâneas e suas equações preditivas em crianças em relação ao DEXA, no entanto estes são contraditórios (BOEKE et al., 2013; NORADILAH et al., 2016).

O IAC é um índice que estima o percentual de gordura de indivíduos adultos de ambos os sexos e diferentes etnias. No entanto, os pesquisadores ressaltaram que sua utilização em crianças deve ser avaliada (BERGMAN et al., 2011).

Um estudo com crianças e adolescentes franceses validou o IAC para população pediátrica. Os pesquisadores concluíram que o IAC superestima em até 49% o percentual de gordura corporal em relação à BIA bipolar, considerada como método referência ( $29,6 \pm 4,2$  versus  $19,8 \pm 6,8$ ;  $p < 0,001$ ). Com essa conclusão, foi desenvolvido o IACp (EL AARBAOUI et al., 2013).

Um estudo com crianças japonesas comparou a capacidade do IAC e do IACp em prever gordura corporal em relação a equações preditivas de dobras cutâneas, e concluíram que o índice desenvolvido para população pediátrica foi melhor comparado ao IAC em relação a equações preditivas de dobras cutâneas (DOBASHI et al., 2016). No entanto, em adolescentes obesos, o IAC foi superior ao IACp para prever gordura corporal obtida pelo DEXA (THIVEL et al., 2015).

### **2.3. Estimativa da gordura corporal central**

A obesidade central é um fator desencadeante para complicações metabólicas e existem diferentes medidas corporais que podem auxiliar na triagem dos fatores de riscos. O PC é uma medida amplamente utilizada por apresentar fácil execução, baixo custo e boa acurácia para a população pediátrica, além de ser bom preditor de gordura troncal (MUELLER; KAPLOWITZ, 1994; TAYLOR et al., 2000). Entretanto, apresenta baixa capacidade de distinguir tecido adiposo intra-abdominal e subcutâneo em crianças (GORAN; GOWER, 1999). O PC é utilizado para avaliar a obesidade central em crianças, no entanto apresenta como limitação a ausência de um consenso internacional para pontos de corte para classificação de obesidade central.

A RCE se destaca como um bom preditor de obesidade central por ser independente do sexo e da idade, tornando-a aplicável a população pediátrica (LI et al., 2006; MCCARTHY; ASHWELL, 2006). O ponto de corte de 0,50 foi proposto a partir de estudos que associaram a RCE com riscos cardiometabólicos (BROWNING et al., 2010).

Outra medida utilizada é o PP, por apresentar fácil execução, boa reprodutibilidade e uma menor variação durante o dia em comparação ao PC

(HATIPOGLU et al., 2010; LABERGE et al., 2009). Nafiu et al. (2010) propuseram pontos de corte específicos para crianças americanas, o que facilita o seu uso rotineiro em pesquisas e na prática clínica.

A RCQ foi inferior em relação ao PC e RCE para predizer gordura intra-abdominal em crianças e adolescentes (TAYLOR et al., 2000; GORAN et al., 1998; FOX et al., 1993). Esta medida sofre alterações com o aumento da idade, principalmente nas meninas, devido ao aumento do diâmetro pélvico e uma deposição de gordura na região dos glúteos (DE RIDDER et al., 1992). Por apresentar uso contraditório na população pediátrica, não existem pontos de corte específicos.

O IC é um índice que avalia o PC em relação ao peso e a estatura, partindo do pressuposto de que o corpo humano modifica-se de uma forma cilíndrica para uma forma em cone-duplo, com acúmulo de gordura na região abdominal (VALDEZ, 1991). Em crianças e adolescentes venezuelanos, IC foi superior à RCQ, sendo uma medida importante na avaliação da distribuição corporal (PÉREZ et al., 2002). No entanto, o IC não apresenta ponto de corte específico para crianças, o que pode dificultar o seu uso rotineiro.

#### **2.4. Avaliação de medidas corporais como preditoras de Resistência à Insulina**

O *clamp* euglicêmico-hiperinsulinêmico é considerado método padrão-ouro para diagnosticar a resistência à insulina. No entanto apresenta custo elevado, dificultando o seu uso na prática clínica e pesquisas populacionais (MORAN et al., 1999; DEFRONZO et al., 1979). Por isso, o Modelo de Avaliação da Homeotase da Resistência à Insulina (HOMA-IR) foi validado para o diagnóstico de resistência à insulina em crianças, sendo necessários os valores de insulina e glicemia de jejum para o seu cálculo, tornando muitas vezes o exame bioquímico difícil de ser realizado em pesquisas epidemiológicas ou em situações de escassez de recursos (HUANG et al., 2002).

Muitos estudos mostraram que a resistência à insulina está associada ao excesso de gordura corporal, em especial à gordura central (STEPIEN et al., 2012; KUBA et al., 2013; GOWER et al., 1999; FREEDMAN et al., 1987).

Em relação às medidas de gordura central, alguns estudos mostraram que o PC é superior a outras medidas para predizer resistência à insulina (SUNG et al., 2007; FREEDMAN et al., 1999; LEE et al., 2006). Para crianças menores de 10 anos não

existe um consenso a respeito de ponto de corte a ser utilizado para definir obesidade central (MCCARTHY et al., 2001; FERNÁNDEZ et al., 2004; BARBOSA-FILHO et al., 2014).

Os estudos apontaram que a RCE tem capacidade preditiva similar ao Índice de Massa Corporal (IMC) para predizer resistência à insulina e outras alterações cardiometabólicas (KUBA et al., 2013; MANIOS et al., 2008; FREEDMAN et al., 2009; ANDROUTSOS et al., 2012). Por apresentar ponto de corte independente de sexo e idade, é possível sua utilização em triagens para resistência à insulina em crianças (MAFFEIS et al., 2008).

Em crianças europeias, o PP foi a medida que apresentou maior área sob a curva (AUC) para predizer síndrome metabólica nas idades de 8 e 9 anos (Meninos: AUC: 0,907; IC95%: 0,872-0,942;  $p < 0,001$ ; Meninas: AUC: 0,924; IC95%: 0,898-0,950;  $p < 0,001$ ) (FORMISANO et al., 2016). Em crianças e adolescentes latino-americanos, o PP foi capaz de predizer resistência à insulina e outras alterações, como a pressão arterial, triglicerídeos e proteína C reativa (PCR) (GOMEZ-ARBELAEZ et al., 2016). Por apresentar pontos de corte específicos para crianças, o PP tem sido um bom método de gordura central para avaliar a resistência à insulina.

Em crianças do sexo masculino de Viçosa, Minas Gerais, o IC foi um bom preditor para síndrome metabólica (ANDAKI et al., 2013). Em adolescentes venezuelanos, o IC (AUC: 0,650; IC95%: 0,512-0,788; p-valor: 0,043) teve capacidade preditiva para resistência à insulina similar ao PC (AUC: 0,660; IC95%: 0,525-0,796; p-valor: 0,030) (ACOSTA GARCÍA et al., 2012).

Um estudo com crianças e adolescentes em Luxemburgo mostrou que o RCQ associado ao IMC apresentou boa capacidade preditiva para resistência à insulina (SAMOUDA et al., 2015). Outros estudos com crianças e adolescentes também mostraram associação do RCQ com o HOMA-IR e insulina de jejum (ANDROUTSOS et al., 2012; GOMEZ-ARBELAEZ et al., 2016).

Alguns estudos demonstraram que a razão da gordura andróide-ginóide (RAG) está associada a alterações cardiometabólicas em crianças (GISHTI et al., 2015; SAMSELL et al., 2014). Crianças e adolescentes obesos com maiores tercís de RAG apresentaram valores superiores de HOMA-IR (AUCOUTURIER et al., 2009). Por outro lado, ainda não foram sugeridos pontos de corte para essa medida em crianças, sendo aplicável apenas em situações que é possível o uso do DEXA, onde as gorduras andróide e ginóide são obtidas.

Não foram encontrados estudos que avaliaram a predição do IAC e do IACp para risco a resistência à insulina em crianças. Em adultos, o IAC foi inferior ao IMC para prever resistência à insulina (MELMER et al., 2013). Em crianças japonesas, o IAC e o IACp não foram capazes de prever complicações metabólicas, como dislipidemias e hiperinsulinemia (DOBASHI et al., 2016).

## REFERÊNCIAS

ACOSTA GARCÍA, E.; CARÍAS, D.; PÁEZ VALERY, M.; NADDAF, G.; DOMÍNGUEZ, Z. Exceso de peso, resistencia a la insulina y dislipidemia en adolescentes. **Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana**, v.46, n.3, p.365-373, 2012.

AGRAS, W.S.; KRAEMER, H.C.; BERKOWITZ, R.I.; HAMMER, L.D. Influence of early feeding style on adiposity at 6 years of age. **Journal of Pediatrics**, v.116, n.5, p.805-809, 1990.

AMADOR, M.; HERMELO, M.P.; PEÑA, M. Papel de la Pediatría en la Prevención de la Obesidad y sus efectos sobre la salud. **Revista Cubana de Pediatría**, v.60, n.6, p.862-876, 1988.

ANDAKI, A.C.R.; TINICO, A.L.A.; MENDES, E.L.; JUNIOR, R.A.; HILLS, A.P.; AMORIM, P.R.S. Anthropometry and physical activity level in the prediction of metabolic syndrome in children. **Public Health Nutrition**, v.17, n.10, p.1-8, 2013.

ANDROUTSOS, O.; GRAMMATIKAKI, E.; MOSCHONIS, G.; ROMAGIANNIKOU, E.; CHROUSOS, G.P.; MANIOS, Y. et al. Neck circumference: a useful screening tool of cardiovascular risk in children. **Pediatric Obesity**, v.7, n.3, p.187-195, 2012.

AUCOUTURIER, J.; MEYER, M.; THIVEL, D.; TAILLARDAT, M.; DUCHE, P. Effect of android to gynoid fat ratio on insulin resistance in obese youth. **Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine**, v.163, n.9, p.826-831, 2009.

BARBOSA FILHO, V.C.; CAMPOS, W.; FAGUNDES, R.R.; LOPES, A.S. Anthropometric indices among schoolchildren from a municipality in southern Brazil: A descriptive analysis using the LMS method. **Revista Paulista de Pediatría**, v.32, n.4, p.333-341, 2014.

BERGMAN, R.N.; STEFANOVSKI, D.; BUCHANAN, T.A.; SUMNER, A.E.; REYNOLDS, J.C.; SEBRING, N.G. et al. A better index of body adiposity. **Obesity (Silver Spring)**, v.19, n.5, p.1083-1089; 2011.

BOEKE, C.E.; OKEN, E.; KLEINMAN, K.P.; RIFAS-SHIMAN, S.L.; TAVERAS, E.M.; GILLMAN, M.W. Correlations among adiposity measures in school-aged children. **BMC Pediatrics**, v.13, n.2, p.99, 2013.

BRAY, G.A. Pathophysiology of Obesity. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.55 (2 Suppl), p.488S-494S, 1992.

BROOKE, O.G.; ABERNETHY, E. Obesity in Children. **Humam Nutrition. Applied Nutrition**, v.39, n.4, p.304-314, 1985.

BROWNING, L.M.; HSIEH, S.D.; ASHWELL, M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. **Nutrition Research Reviews**, v.23, n.2, p.247-269, 2010.

CAMPOS, F.A.C.A.; CAMPOS, F.R.A.; CUNHA JR, H.P; ROCHA, J.A. Etiologia da Obesidade em Lactentes. **Jornal de Pediatria**, v.58, n.4, p.216-220, 1985.

DEFRONZO, R.A.; TOBIN, J.D.; ANDRES, R. Glucose clamp technique: a method for quantifying insulin secretion and resistance. **American Journal of Physiology**, v.237, n.3, p.E214–223, 1979.

DE RIDDER, C.M.; DE BOER, R.W.; SEIDELL, J.C.; NIEUWENHOFF, C.M.; JENESON, J.A.; BAKKER, C.J. et al. Body fat distribution in pubertal girls quantified by magnetic resonance imaging. **International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders**, v.16, n.6, p.443–449, 1992.

DIETZ, W.H. Critical Periods for the development of obesity. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.59, n.5, p.955-959, 1994.

DOBASHI, K.; TAKAHASHI, K.; NAGAHARA, K.; TANAKA, D.; ITABASHI, K. Evaluation of hip/heightP ratio as an index for adiposity and metabolic complications in obese children: comparison with waist-related indices. **Journal of Atherosclerosis and Thrombosis**, v.23, n.0, p. 1-8, 2016.

EL AARBAOUI, T.; SAMOUDA, H.; ZITOUNI, D.; DI POMPEO, C.; DE BEAUFORT, C.; TRINCARETTO, F. et al. Does the body adiposity index (BAI) apply to paediatric populations? **Annals of Human Biology**, v.40, n.5, p.451-458, 2011.

ESCRIVÃO, M.A.M.S; OLIVEIRA, F.L.C; TADDEI, J.A.A.C.; LOPEZ, F.A. Obesidade exógena na infância e na adolescência. **Jornal de Pediatria**, v.76 (Supl. 3), p.S305-S310, 2000.

FERNÁNDEZ, J.R.; REDDEN, D.T.; PIETROBELLI, A.; ALLISON, D.B. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. **Journal of Pediatrics**, v.145, n.4, p.439–444, 2004.

FISBERG, M. **Obesidade na Infância e Adolescência**. São Paulo. Fundo Editorial BYK. 1995; p.9-13.

FORMISANO, A.; BAMMANN, K.; FRATERMAN, A.; HADJIGEORGIOU, C.; HERRMANN, D.; IACOVIELLO, L. et al. Efficacy of neck circumference to identify metabolic syndrome in 3-10 year-old European children: Results from IDEFICS study. **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**, v.26, n.6, p.510-516, 2016.

FOX, K.; PETERS, D.; ARMSTRONG, N.; SHARPE, P.; BELL, M. Abdominal fat deposition in 11-year-old children. **Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders**, v.17, n.1, p.11–16, 1993.

FREEDMAN, D.S.; DIETZ, W.H.; SRINIVASAN, S.R.; BERENSON, G.S. Risk factors and adult body mass index among overweight children: the Bogalusa Heart Study. **Pediatrics**, v.123, n.3, 750-757, 2009.

FREEDMAN, D.S.; SERDULA, M.K.; SRINIVASAN, S.R.; BERENSON, G.S. Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in children and adolescents: the Bogalusa Heart study. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.69, n.2, p.308-317, 1999.

FREEDMAN, D.S.; SRINIVASAN, S.R.; BURKE, G.L.; SHEAR, C.L.; SMOAK, C.G.; HARSHA, D.W. et al. Relation of body fat distribution to hyperinsulinemia in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.46, n.3, p.403-410, 1987.

GARN, S.M.; BAILEY, S.M.; SOLOMON, M.A.; HOPKINS, P.J. Effect of remaining family members of fatness prediction. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.34, n.2, p.148-153, 1981.

GISHTI, O.; GAILLARD, R.; DURMUS, B.; ABRAHAMSE, M.; VAN DER BEEK, E.M.; HOFMAN, A. et al. BMI, total and abdominal fat distribution, and cardiovascular risk factors in school-age children. **Pediatric Research**, v.77, n.5, p.710-718, 2015.

GOMEZ-ARBELAEZ, D.; CAMACHO, P.A.; COHEN, D.D.; SAAVEDRA-CORTES, S.; LOPEZ-LOPEZ, C.; JARAMILLO, P. Neck circumference as a predictor of metabolic syndrome, insulin resistance and low-grade systemic inflammation in children: the ACFIES study. **BMC Pediatrics**, v.16, n1, p.31, 2016.

GORAN, M.I.; GOWER, B.A. Relation between visceral fat and disease risk in children and adolescents. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.70, n.1, p.149S-156S, 1999.

GOWER, B.A.; NAGY, T.R.; GORAN, M.I. Visceral fat, insulin sensitivity and lipids in prepubertal children. **Diabetes**, v.48, n.8, p.1515-1521, 1999.

GRIMES, C.A.; RIDDELL, L.J.; CAMPBELL, K.J.; NOWSON, C.A. Dietary salt intake, sugar-sweetened beverage consumption, and obesity risk. **Pediatrics**, v.131, n.1, p.14-21, 2013.

HAMMER, L.D. The development of eating behavior in childhood. **Pediatric Clinics of North America**, v.39, n.3, p.379-394, 1992.

HATIPOGLU, N.; MAZICIOGLU, M.M.; KURTOGLU, S.; KENDIRCI, M. Neck circumference: an additional tool of screening overweight and obesity in childhood. **European Journal of Pediatrics**, v.169, n.6, p.733-739, 2010.

HUANG, T.T.; JOHNSON, M.S.; GORAN, M.I. Development of a prediction equation for insulin sensitivity from anthropometry and fasting insulin in prepubertal and early pubertal children. **Diabetes Care**, v.25, n.7, p.1203-1210, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009** - Antropometria e Estado Nutricional de Crianças, Adolescentes e Adultos no Brasil. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000108.pdf>. Acesso em: 20 de maio de 2016.

INTERNATIONAL OBESITY TASK FORCE (IOTF). World Obesity Federation. Disponível em: <http://www.worldobesity.org/iotf/obesity/?map=children>. Acesso em: 20 de maio de 2016.

KETTANEH, A.; HEUDE, B.; LOMMEZ, A.; BORYS, J.M.; DUCIMETIÈRE, P.; CHARLES, M.A. Reliability of bioimpedance analysis compared with other adiposity measurements in children: the FLVS II Study. **Diabetes & Metabolism**, v.31, n.6, p.534-41, 2005.

KUBA, V.M.; LEONE, C.; DAMIANI, D. Is waist-to-height ratio a useful indicator of cardio-metabolic risk in 6-10-year-old children? **BMC Pediatrics**, v.13, n.1, p.91, 2013.

LABERGE, R.C.; VACCANI, J.P.; GOW, R.M.; GABOURY, I.; HOEY, L.; KATZ, S.L. Inter- and intra-rater reliability of neck circumference measurements in children. **Pediatric Pulmonology**, v.44, n.1, p.64-69, 2009.

LEE, S.; BACHA, F.; GUNGOR, N.; ARSLANIAN, S.A. Waist circumference is an independent predictor of insulin resistance in black and white youths. **Journal of Pediatrics**, v.148, n.2, p.188-194, 2006.

LI, C.; FORD, E.S.; MOKDAD, A.H.; COOK, S. Recent trends in waist circumference and waist-height ratio among US children and adolescents. **Pediatrics**, v.118, n.5, e1390-e1398, 2006.

LOHMAN, T.G.; GOING, S.B. Body composition assessment for development of an international growth standard for preadolescent and adolescent children. **Food and Nutrition Bulletin**, v.27 (Supl.4), p.S314-25, 2006.

LUDWIG, D.S.; PETERSON, K.E.; GORTMAKER, S.L. Relation between consumption of sugar-sweetened drinks and childhood obesity: a prospective, observational analysis. **The Lancet**, v.357, n.9255, p.505-508, 2001.

MAFFEIS, C.; BANZATO, C.; TALAMINI, G.; OBESITY STUDY GROUP OF THE ITALIAN SOCIETY OF PEDIATRIC ENDOCRINOLOGY AND DIABETOLOGY. Waist-to-height ratio, a useful index to identify high metabolic risk in overweight children. **Journal of Pediatrics**, v.152, n.2, 207-213, 2008.

MANIOS, Y.; KOURLABA, G.; KAFATOS, A.; COOK, T.L.; SPYRIDAKI, A.; FRAGIADAKIS, G.A. Associations of several anthropometric indices with insulin resistance in children: The Children Study. **Acta Paediatrica**, v.97, n.4, p.494-499, 2008.

MCCARTHY, H.D.; ASHWELL, M. A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message - 'keep your waist circumference to less than half your height'. **International Journal of Obesity**, v.30, n.6, p.988-992, 2006.

MCCARTHY, H.D.; JARRETT, K.V.; CRAWLEY, H.F. The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0-16.9 y. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.55, n.10, p.902-907, 2001.

MELMER, A.; LAMINA, C.; TSCHONER, A.; RESS, C.; KASER, S.; LAIMER, M. et al. Body Adiposity Index and other indexes of body composition in the SAPHIR study: association with cardiovascular risk factors. **Obesity (Silver Spring)**, v.21, n.4, p.775-781, 2013.

MORAN, A.; JACOBS, D.R. JR.; STEINBERGER, J.; HONG, C.P.; PRINEAS, R.; LUEPKER, R.; SINAIKO, A.R. Insulin resistance during puberty: results from clamp studies in 357 children. **Diabetes**, v.48, n.10, p.2039–2044, 1999.

MUELLER, W.H.; KAPLOWITZ, H.J. The precision of anthropometric assessment of body fat distribution in children. **Annals of Human Biololy**, v.21, n.3, p.267-274, 1994.

NAFIU, O.O.; BURKE, C.; LEE, J.; VOEPEL-LEWIS, T.; MALVIYA, S.; TREMPER, K.K. Neck circumference as a screening measure for identifying children with high body mass index. **Pediatrics**, v.126, n.2, p.e306–310, 2010.

NG, M.; FLEMING, T.; ROBINSON, M.; THOMSON, B.; GRAETZ, N.; MARGONO, C. et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. **The Lancet**, v.384, n.9945, p.766-781, 2014.

NORADILAH, M.J.; ANG, Y.N.; KAMARUDDIN, N.A.; DEURENBERG, P.; ISMAIL, M.N.; POH, B.K. Assessing body fat of children by skinfold thickness, bioelectrical impedance analysis, and dual-energy X-ray absorptiometry: A validation study among Malay children aged 7 to 11 years. **Asia Pacific Journal of Public Health**, v.31, n.6, p.534-41, 2016.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Obesity preventing and managing the Global Epidemic**: Report of a WHO Consultation of Obesity. Geneva, OMS/NUT/NCD, 1998.

PÉREZ, B.; LANDAETA-JIMENEZ, M.; VASQUEZ, M. Fat distribution in Venezuelan children and adolescents estimated by the conicity index and waist/hip ratio. **American Journal of Human Biology**, v.14, n.1, p.15-20, 2002.

REZENDE, F.; ROSADO, L.; FRANCESCHINI, S.; ROSADO, G.; RIBEIRO, R.; MARINS, J.C.B. Revisão crítica dos métodos disponíveis para avaliar a composição corporal em grandes estudos populacionais e clínicos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.57, n.4, p.327-34, 2007.

SAMOUDA, H.; DE BEAUFORT, C.; STRANGES, S.; GUINHOYA BC, GILSON G, HIRSCH M, et al. Adding anthropometric measures of regional adiposity to BMI improves prediction of cardiometabolic, inflammatory and adipokines profiles in youths: a cross-sectional study. **BMC Pediatrics**, v.15, n.1, p.168, 2015.

SAMSELL, L.; REGIER, M.; WALTON, C.; COTTRELL, L. Importance of android/gynoid fat ratio in predicting metabolic and cardiovascular disease risk in normal weight as well as overweight and obese children. **Journal of Obesity**, v.2014, n.1, p.1-7, 2014.

SIGULEM, D.M.; TADDEI, J.A.A.C.; ESCRIVÃO, M.A.M.S.; DEVINCENZI, M.U. Obesidade na infância e na adolescência. **Compacta Nutrição**, v.2, n.1, p.5-16, 2001

STEPIEN, M.; STEPIEN, A.; WLAZEL, R.N.; PARADOWSKI, M.; RIZZO, M.; BANACH, M. et al. Predictors of insulin resistance in patients with obesity: a pilot study. **Angiology**, v.65, n.1, p.22-30, 2014.

STORY, M. Study group report on the impact of television on adolescent nutritional status. **Journal of Adolescent Health Care**, v.11, n.1, p.82-85, 1990.

SUNG, R.Y.T.; YU, C.C.W.; CHOI, K.C.; MCMANUS, A.; LI, A.M.; XU, S.L. et al. Waist circumference and body mass index in Chinese children: cutoff values for predicting cardiovascular risk factors. **International Journal of Obesity**, v.31, n.3, p.550-558, 2007.

TAYLOR, R.W.; JONES, I.E.; WILLIAMS, S.M.; GOULDING, A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3-19 y. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.72, n.2, p.490-495, 2000.

THIVEL, D.; O'MALLEY, G.; PEREIRA, B.; DUCHÉ, P.; AUCOUTURIER, J. Comparison of total body and abdominal adiposity indexes to dual X-ray absorptiometry scan in obese adolescents. **American Journal of Human Biology**, v.27, n.3, p.334-8, 2015.

TOMPURI, T.T.; LAKKA, T.A.; HAKULINEN, M.; LINDI, V.; LAAKSONEN, D.E. et al. Assessment of body composition by dual-energy X-ray absorptiometry, bioimpedance analysis and anthropometrics in children: the Physical Activity and Nutrition in Children study. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v.35, n.1, p.21-33, 2015.

TYRRELL, V.J.; RICHARDS, G.; HOFMAN, P.; GILLIES, G.F.; ROBINSON, E.; CUTFIELD, W.S. Foot-to-foot bioelectrical impedance analysis: a valuable tool for the measurement of body composition in children. **International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders**, v. 25, n.2, p.273-8, 2001.

VALDEZ, R. A simple model-based index of abdominal adiposity. **Journal of Clinical Epidemiology**, v.44, n.9, p.955-956, 1991.

VALVERDE, M.A. Impacto do atendimento multiprofissional na evolução pondero-estatural de crianças e adolescentes obesas: Análise dos fatores condicionantes. São Paulo, 1995 [Tese de Mestrado – Universidade Federal de São Paulo – EPM].

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo Geral**

Avaliar as medidas corporais na estimativa do excesso de gordura corporal total/central e na predição de resistência à insulina em crianças.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Avaliar a concordância entre as medidas de gordura corporal total (IAC, IACp, equações preditivas de dobras cutâneas, bioimpedâncias bipolar e tetrapolar) e o DEXA;
- Avaliar a capacidade preditiva entre as medidas de gordura central (perímetro da cintura, do pescoço, relação cintura-estatura, relação cintura-quadril e índice de conicidade) e as gorduras da região andróide e troncal obtidas pelo DEXA;
- Avaliar a capacidade preditiva de medidas de gordura corporal total (IAC, IACp, equações preditivas de dobras cutâneas e DEXA) e central (perímetro da cintura, do pescoço, relação cintura-estatura, relação cintura-quadril, índice de conicidade, razão gordura andróide-ginóide, gordura andróide, gordura troncal) para resistência à insulina.

## 4. MÉTODOS

### 4.1. População e delineamento do estudo

Este estudo apresenta um delineamento transversal de base populacional, realizado com crianças de 8 e 9 anos de idades matriculadas em todas as escolas públicas e privadas da zona urbana do município de Viçosa-MG. O município de Viçosa-MG está localizado na Zona da Mata Mineira, a 227 km da capital Belo Horizonte. De acordo com o Censo 2010, Viçosa apresenta uma extensão territorial de 299 km<sup>2</sup> e 72.244 habitantes, sendo que 67,3% residem em zona urbana. O Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* é de R\$ 7.704,50 (IBGE, 2011). A cidade de Viçosa possui uma população de, aproximadamente, 1.600 crianças na faixa etária de 8 e 9 anos, matriculadas em escolas da zona urbana (INEP, 2014).

Este estudo faz parte de um projeto maior intitulado “Vitamina D na infância: ingestão, nível sérico e associação com fatores de risco cardiovasculares” (ANEXO 1) proveniente da Pesquisa de Avaliação da Saúde do Escolar (PASE), uma investigação transversal de base populacional com crianças matriculadas em escolas urbanas que avaliou a saúde cardiovascular deste público infantil no município de Viçosa, MG, Brasil. Esta pesquisa foi apresentada à Secretaria Municipal de Educação, a Superintendência Regional de Ensino e às direções das escolas, sendo autorizada sua realização.

Em 2015, o município contava com 17 escolas públicas e 7 particulares na zona urbana que atendiam crianças de 8 e 9 anos, totalizando 1464 crianças matriculadas nessas escolas (APÊNDICE A).

Para o cálculo do tamanho amostral, foi utilizado o *software OpenEpi* (Versão 3.01), considerando a prevalência de 10,7% de obesidade (NOVAES et al., 2013), erro tolerado de 3%, nível de confiança de 95% e acréscimo de 14% para cobertura de perdas, totalizando 372 crianças. Em seguida, considerando a proporção numérica de cada escola, o número de crianças a ser amostrado foi proporcional ao total de alunos existentes em cada uma. A seleção dos alunos por escola foi realizada por meio de sorteio aleatório, até completar o número de alunos necessários para cada escola.

Foi realizado um estudo piloto com 38 crianças de 8 e 9 anos matriculadas no Centro Educacional Doutor Januário de Andrade Fontes, as quais foram selecionadas de

forma aleatória, sendo possível testar a aplicação de questionários e aferição de medidas antropométricas.

As crianças que utilizavam medicamentos, integrantes da Associação de Pais e Amigos dos Alunos Excepcionais (APAE) e que os responsáveis não assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B) não foram incluídas. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (parecer nº 663.171) (ANEXO 1).

Ao final da pesquisa, todas as crianças e seus responsáveis tiveram acesso aos resultados encontrados e receberam orientações quanto à reeducação alimentar e nutricional, bem como sobre hábitos saudáveis de vida. As escolas também receberam os resultados do estudo.

#### **4.2. Avaliação antropométrica e de composição corporal**

A coleta de dados foi realizada por um membro da equipe treinado, em ambiente apropriado, com os voluntários sem calçados e usando roupas leves (APÊNDICE C, D, E). O peso foi aferido em balança digital eletrônica, com capacidade de 150 kg e precisão de 0,1 kg (*Tanita*® Modelo Ironman BC 553, Tanita Corporation of America Inc., Artlington Heights, USA) e a estatura foi mensurada utilizando um estadiômetro, dividido em centímetros e subdividido em milímetros (*Altuxata*®, Belo Horizonte, Brasil) de acordo com as normas preconizadas por Jelliffe (1968).

Com os dados obtidos de peso e estatura, foi calculado o Índice de Massa Corporal (IMC), e para a classificação do estado nutricional das crianças foram utilizados os pontos de corte de IMC por idade (IMC/I) em escore-z, preconizados pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2007) (Quadro 1). Foram consideradas crianças com excesso de peso aquelas com diagnóstico de sobrepeso, obesidade e obesidade grave.

**Quadro 1.** Valores críticos, em escore-z, para classificação do estado nutricional pelo Índice de Massa Corporal por Idade (IMC/I), de crianças de 5 a 10 anos.

Valores críticos	Diagnóstico nutricional
< Escore-z -3,00	Magreza acentuada
≥ Escore-z -3,00 e < escore-z -2,00	Magreza
≥ Escore-z -2,00 e < escore-z + 1,00	Eutrofia
≥ Escore-z +1,00 e < escore-z +2,00	Sobrepeso
≥ Escore-z +2,00 e ≤ escore-z +3,00	Obesidade
> Escore-z +3,00	Obesidade grave

Fonte: OMS (2007)

#### 4.2.1. Gordura corporal total

Para o cálculo do IAC, foram utilizadas as medidas do perímetro do quadril (cm) e de estatura (m) (BERGMAN et al., 2011). O perímetro do quadril foi aferido utilizando uma fita métrica inextensível, com precisão de 0,1 cm (*TBW*®, São Paulo, Brasil), posicionada horizontalmente ao redor do quadril na parte mais saliente dos glúteos. Os voluntários permaneceram em posição ortostática, pés unidos e seu peso igualmente sustentado pelas duas pernas.

$$IAC = \frac{\text{perímetro do quadril (cm)}}{\text{estatura (m)} \sqrt{\text{estatura (m)}}} - 18$$

ou:

$$IAC = \frac{\text{perímetro do quadril (cm)}}{\text{estatura (m)}^{1,5}} - 18$$

O IACp foi calculado a partir da seguinte fórmula (EL AARBAOUI et al., 2013):

$$IACp = \frac{\text{perímetro do quadril (cm)}}{\text{estatura (m)}^{0,8}} - 38$$

As dobras cutâneas tricípital (DCT) e subescapular (DCSE) foram medidas por meio do adipômetro *Lange Skinfold Caliper*® (Cambridge Scientific Instruments, Cambridge, MA, USA). As crianças permaneceram em posição ortostática e em repouso. A DCT foi aferida no ponto médio entre o acrômio e o olécrano, na parte posterior do braço. A DCSE foi medida no ponto marcado em diagonal a 45°, 2 cm

abaixo do ângulo inferior da escápula. Foi utilizada média aritmética das três medidas não consecutivas de cada local.

As equações propostas por Slaughter et al. (1988) foram utilizadas para estimar gordura corporal, onde são necessárias as medidas de DCT e DCSE, derivadas de um modelo multicomponente e ajustadas pelo sexo, grau de maturação e etnia (Quadro 2). A gordura corporal total também foi estimada por equação proposta por Hoffman et al. (2012) para crianças brasileiras, sendo necessários os dados de peso (kg), DCT (mm), estatura (cm), sexo e idade (anos).

**Quadro 2.** Equações preditivas de dobras cutâneas de Slaughter et al. (1988) e Hoffman et al. (2012).

<b>Slaughter et al. (1988)</b>		
$\Sigma$ pregas	<b>Meninas</b>	<b>Meninos</b>
$\geq 35$ mm	$0,546(DCT+DCSE)+9,7$	$0,783(DCT+DCSE)+1,6$
$< 35$ mm	$1,33(DCT+DCSE)-0,013(DCT+DCSE)^2-2,5$	$1,21(DCT+DCSE)-0,008(DCT+DCSE)^2-I^*$
<b>Hoffman et al. (2012)</b>		
$6,371+[0,488*\text{peso}(\text{kg})]+[0,128*DCT(\text{mm})]-[11,138*\text{estatura}(\text{m})]+[0,645*\text{sexo}]-[0,188*\text{idade}(\text{anos})]$ (sexo masculino=0 e feminino=1)		

DCT: dobra cutânea tricípica; DCSE: dobra cutânea subescapular; \*I: caucasiano=1,7; negro=3,2

A BIA bipolar *Tanita*® (Modelo Ironman BC 553, Tanita Corporation of America Inc., Artlington Heights, USA) foi utilizada para estimar gordura corporal. Os voluntários subiram na balança com os pés descalços, sem qualquer objeto de metal, em posição ortostática, com os braços relaxados

A BIA tetrapolar também foi realizada, por meio da Biodynamics® Modelo 310e (Biodynamics Corporation, USA). Os voluntários deitaram em decúbito dorsal, sem qualquer objeto de metal, e os eletrodos colocados em locais bem delimitados após limpeza com álcool. Um eletrodo emissor foi colocado próximo à articulação metacarpo-falangeana da superfície dorsal da mão direita e o outro distal do arco transversal da superfície superior do pé direito. Um eletrodo detector foi posicionado entre as proeminências distais do rádio e da ulna do punho direito e o outro entre os maléolos, medial e lateral do tornozelo direito (CARVALHO; NETO, 1999).

Os voluntários seguiram um protocolo para realizar os exames de BIA: não ter feito uso de medicamentos diuréticos nos últimos sete dias, manter-se em jejum por pelo menos 4 horas, não realizar exercício físico intenso nas últimas 24 horas, urinar pelo menos 30 minutos antes da medida (ELLIS et al., 1999; KYLE et al., 2004).

Para classificar como excesso de gordura corporal por todos os métodos, foi utilizado os valores de percentil 85 propostos por McCarthy et al. (2006), de acordo com a idade e o sexo.

#### **4.2.2. Gordura central**

Para avaliar o PC foi utilizada fita métrica inextensível, com precisão de 0,1 cm (*TBW*®, São Paulo, Brasil), no ponto médio da distância entre a crista ilíaca ântero-superior e a última costela. As crianças permaneceram em posição ortostática, com o abdômen relaxado, braços lateralmente ao corpo, pés unidos e seu peso igualmente sustentado pelas duas pernas.

O PP foi avaliado com a criança em pé, ereta, no plano horizontal de Frankfurt, utilizando uma fita métrica inextensível (*TBW*®, São Paulo, Brasil), exatamente abaixo da proeminência laríngea no pescoço, perpendicularmente ao maior eixo do pescoço. Foi exercida pressão mínima, de forma que permita o contato completo da fita com a pele (LOHMAN et al., 1988).

O cálculo da RCE foi a partir da medida do perímetro da cintura (cm) dividido pela estatura (cm) (ASHWELL, HSIEH, 2005).

O RCQ foi obtido pela medida do perímetro da cintura (cm) dividido pelo quadril (cm) e, nas análises iniciais, foi classificado como alterado os valores superiores ao percentil 90 da amostra segundo idade e sexo.

O IC foi calculado a partir das medidas de perímetro da cintura (m), peso (kg) e estatura (m), de acordo com fórmula proposta por Valdez (1991).

$$IC = \frac{\text{perímetro da cintura (m)}}{0,109 \sqrt{\frac{\text{peso (kg)}}{\text{estatura (m)}}}}$$

#### ***4.2.3. Gordura corporal total, andróide e troncal obtidas pelo DEXA***

A gordura corporal total, andróide, ginóide e troncal foram determinados pela absorciometria de raios-X de dupla energia (DEXA) (Lunar Prodigy Advance; GE Medical Systems Lunar, Milwaukee, WI, USA), utilizando o software do próprio equipamento para análise de composição corporal. As crianças permaneceram em posição supina sobre a mesa e os raios foram emitidos e medidos por um detector discriminante de energia. Além disso, os voluntários seguiram um protocolo estabelecido pelo laboratório para realização do mesmo, sendo necessário estar com roupa leve, sem brinco, pulseira ou qualquer adorno de metal.

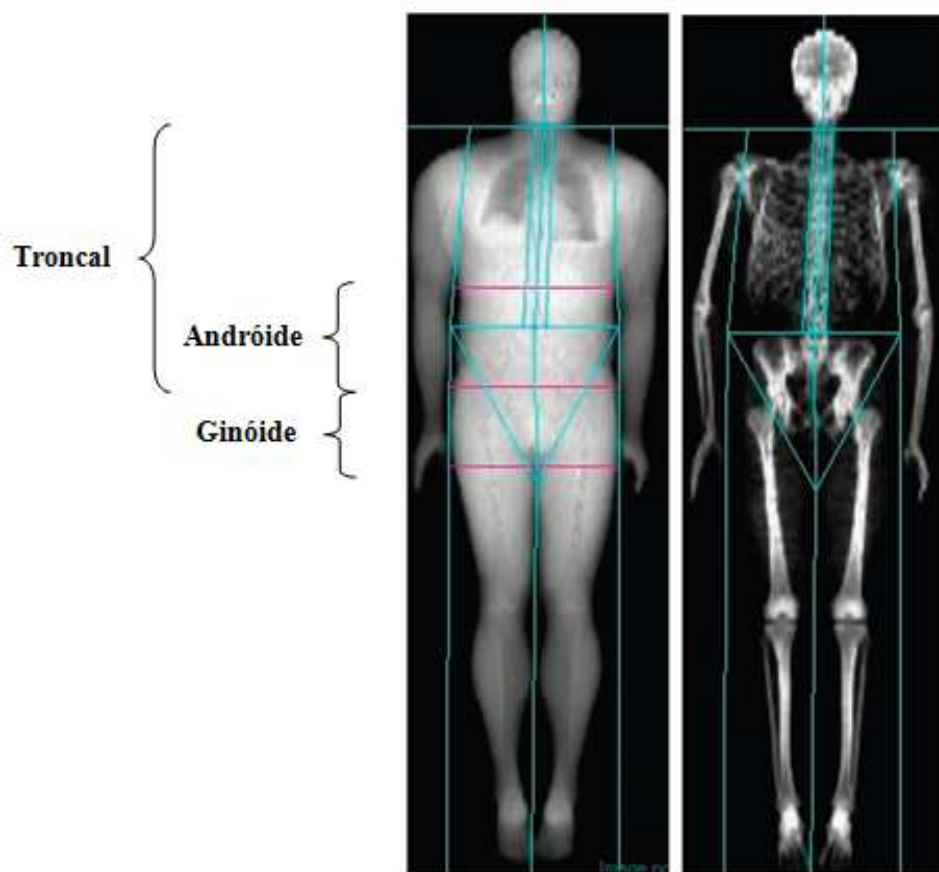
A gordura andróide compreende a região entre as costelas e a pelve, sendo que a demarcação superior foi feita a 20% da distância da crista ilíaca e do pescoço, e a demarcação inferior feita acima da pelve. A medida da região ginóide inclui o quadril, as coxas e as sobreposições das regiões das pernas e do tronco, sendo a demarcação superior feita abaixo da crista ilíaca em uma distância de 1,5 vezes da altura andróide. Já a região troncal contém as áreas do pescoço, tórax, abdominal e pélvica, sendo o seu limite superior marcado na borda inferior do queixo e o limite inferior no intercepto da cabeça femoral, sem tocar a borda da pelve (Figura 1) (MAZESS et al., 1990). Foram determinados como valores aumentados de gorduras andróide e troncal valores acima do percentil 90 da amostra, segundo a idade e o sexo.

A RAG foi calculada pelo percentual de gordura andróide dividido pelo percentual de gordura ginóide. Para sua classificação, foram utilizados o percentil 90 da amostra, de acordo com a idade e o sexo.

#### **4.3. Análises bioquímicas**

Os exames bioquímicos foram realizados no Laboratório de Análises Clínicas da Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa. As amostras foram coletadas por punção venosa com as crianças em jejum de 12 horas, sendo avaliadas as concentrações séricas de glicemia pelo método enzimático-colorimétrico e a insulina de jejum por quimioluminescência (APÊNDICE E).

O HOMA-IR foi obtido pela seguinte fórmula:  $\{[\text{insulina de jejum } (\mu\text{U/mL}) \times \text{glicemia de jejum (mmol/L)}] / 22,5\}$  (MATTHEWS et al., 1985). Para identificar resistência à insulina foi adotado valores de HOMA-IR  $\geq$  percentil 90 da amostra.



**Figura 1.** Demarcações de regiões de gordura corporal obtidas no escaneamento do DEXA pelo *software* enCORE. Adaptado de Stults-Kolehmainen et al. (2013).

#### 4.4. Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas no *software* *SPSS for Windows*, versão 20.0 (SPSS Inc. Chicago, USA) e *Stata* versão 13, adotando o nível de significância de 5% em todas as análises. O teste de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov* foi utilizado para avaliar a distribuição das variáveis quantitativas.

Foram realizadas análises descritivas dos dados, por meio de frequências, medianas e intervalo interquartil. As comparações de medianas foram realizadas pelo teste de *Mann-Whitney*. Foram utilizados os testes de Qui-Quadrado de *Pearson* para avaliar a associação entre as medidas corporais segundo o sexo, estado nutricional e resistência à insulina.

A concordância entre o excesso de gordura corporal total estimada pelos métodos teste (IAC, IACp, BIA bipolar e tetrapolar, equações preditivas de Slaughter e de Hoffman) e pelo DEXA foi avaliado pelo índice Kappa de Cohen. Os valores de

Kappa obtidos foram interpretados como fraca ( $\leq 0,20$ ), considerável (0,21-0,40), moderada (0,41-0,60) ou forte ( $\geq 0,61$ ) (LANDS; KOCH, 1977).

Por meio da análise de concordância de *Bland & Altman* foi avaliada a magnitude da concordância dos valores de cada método testado em relação ao DEXA. O viés representa a média das diferenças entre os dois métodos; a partir do desvio-padrão da diferença média, foram calculados os limites de concordância de 95% (desvio-padrão multiplicado por 1,96). É recomendado que o viés seja estatisticamente igual a zero para ser considerada boa concordância, mas é importante considerar os limites de concordância na sua interpretação (BLAND; ALTMAN, 1986; MONAGHAN et al, 2007). Para complementar as análises, foi realizada análise de correlação de *Pearson*, considerando valores de coeficientes significantes como viés proporcional.

Foram analisadas as áreas sob as curvas *Receiver Operating Characteristic (ROC)* com o objetivo de avaliar a predição das medidas corporais de gordura central para gorduras andróide e troncal. Também foram utilizadas para avaliar a capacidade preditiva das medidas de gordura total e central para resistência à insulina.

A partir das curvas ROC, foram propostos pontos de corte para medidas de gordura central (PC, PP, RCE, RCQ e IC) com os melhores valores de sensibilidade e especificidade para predizer excesso de gorduras andróide e troncal. Além disso, foram avaliadas a sensibilidade e a especificidade dos mesmos pontos de corte na predição de resistência à insulina.

Análises de regressão logística permitiram avaliar a associação do aumento da gordura total e central estimada por medidas corporais (variáveis independentes) com a presença de resistência à insulina (variável dependente). As análises foram ajustadas por sexo, etnia, ingestão energética (média obtida por três recordatórios 24 horas – APÊNDICE D) e presença de diabetes *mellitus* materno (autorreferida por meio de questionário semi-estruturado – APÊNDICE C). O ajuste dos modelos de regressão logística foram avaliados pelo Teste de *Hosmer & Lemeshow (Goodness of fit test)*

## REFERÊNCIAS

- ASHWELL, M.; HSIEH, S.D. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.56, n.5, p.303–307, 2005.
- BARBOSA FILHO, V.C.; CAMPOS, W.; FAGUNDES, R.R.; LOPES, A.S. Anthropometric indices among schoolchildren from a municipality in southern Brazil: A descriptive analysis using the LMS method. **Revista Paulista de Pediatria**, v.32, n.4, p.333–341, 2014.
- BERGMAN, R.N.; STEFANOVSKI, D.; BUCHANAN, T.A.; SUMNER, A.E.; REYNOLDS, J.C.; SEBRING, N.G. et al. A better index of body adiposity. **Obesity (Silver Spring)**, v.19, n.5, p.1083-1089; 2011.
- BLAND, J.M.; ALTMAN, D.G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v.1, n.8476, p.307-10, 1986.
- BROWNING, L.M.; HSIEH, S.D.; ASHWELL, M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. **Nutrition Research Reviews**, v.23, n.2, p.247-269, 2010.
- CARVALHO, A.B.R.; NETO, C.S.P. Composição corporal através dos métodos da pesagem hidrostática e impedância bioelétrica em estudantes universitários. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v.1, n.1, p.18-23, 1999.
- EL AARBAOUI, T.; SAMOUDA, H.; ZITOUNI, D.; DI POMPEO, C.; DE BEAUFORT, C.; TRINCARETTO, F. et al. Does the body adiposity index (BAI) apply to paediatric populations? **Annals of Human Biology**, v.40, n.5, p.451-458, 2011.
- ELLIS, K.J.; BELL, S.J.; CHERTOW, G.M.; CHUMLEA, W.C.; KNOX, T.A.; KOTLER, D.P. et al. Bioelectrical impedance methods in clinical research: a follow-up to the NIH Technology Assessment Conference. **Nutrition**, v.15, n.11-12, 1999.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo cidades**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 16 de agosto de 2014.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Matrícula no Ensino Fundamental da cidade de Viçosa-MG (2014)**. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/basica-censo-escolar-matricula>. Acesso em: 20 de março de 2015.
- HOFFMAN, D.J.; TORO-RAMOS, T.; SAWAYA, A.L.; ROBERTS, S.B.; RONDO, P. Estimating total body fat using a skinfold prediction equation in Brazilian children. **Annals of Human Biology**, v.39, n.2, p.156-160, 2012.

JELLIFFE, D.B. Evaluación del estado de nutrición de la comunidad. Organización Mundial de Salud, Ginebra, 1968. (OMS – Série monografias -53).

KYLE, U.G.; BOSAEUS, I.; DE LORENZO, A.D.; DEURENBERG, P.; ELIA, M.; GÓMEZ, J.M. et al. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. **Clinical Nutrition**, v.23, n.5, p.1226-1243, 2004.

LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p.159-174, 1977.

LOHMAN, T.G.; ROCHE, A.F.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign, IL: Human Kinetics Books, 1988.

MATTHEWS, D.R.; HOSKER, J.P.; RUDENSKI, A.S.; NAYLOR, B.A.; TREACHER, D.F.; TURNER, R.C. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. **Diabetologia**, v.28, n.7, p.412-419, 1985.

MAZESS, R.B.; BARDEN, H.S.; HANSON, J. Dual-energy x-ray absorptiometry for total body and regional bone-mineral and soft-tissue composition. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.51, n.6, p.1106-1112, 1990.

MCCARTHY, H.D.; COLE, T.J.; FRY, T.; JEBB, S.A.; PRENTICE, A.M. Body fat reference curves for children. **International Journal of Obesity**, v.30, n.4, p.598-602, 2006.

MONAGHAN, K.; DELAHUNT, E.; CAULFIELD, B. Increasing the number of gait trial recordings maximises intra-rater reliability of the CODA motion analysis system. **Gait & Posture**, v.25, n.2, p.303-315, 2007.

NAFIU, O.O.; BURKE, C.; LEE, J.; VOEPEL-LEWIS, T.; MALVIYA, S.; TREMPER, K.K. Neck circumference as a screening measure for identifying children with high body mass index. **Pediatrics**, v.126, n.2, p.e306-310, 2010.

NOVAES, J.F.; PRIORE, S.E.; FRANCESCHINI, S.C.C.; LAMOUNIER, J.A. Does the body mass index reflect cardiovascular risk factors in Brazilian children? **Journal of Tropical Pediatrics**, v.59, n.1, p. 43-48, 2013.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Growth reference data for 5-19 years**. Geneva: OMS, 2007.

SLAUGHTER, M.H.; LOHMAN, T.G.; BOILEAU, R.A.; HORSWILL, C.A.; STILLMAN, R.J. et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Human Biology**, v.60, n.5, p.709-23, 1988.

STULTS-KOLEHMAINEN, M.A.; STANFORTH, P.R.; BARTHOLOMEW, J.B.; LU, T.; ABOLT, C.J.; SINHA, R. DXA estimates of fat in abdominal, trunk and hip regions varies by ethnicity in men. **Nutrition & Diabetes**, v.3, n.1, p.e64.

VALDEZ, R. A simple model-based index of abdominal adiposity. **Journal of Clinical Epidemiology**, v.44, n.9, p.955-956, 1991.

## **5. RESULTADOS**

Esta dissertação será apresentada na forma de três artigos científicos:

1. Índice de Adiposidade Corporal (IAC) e Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico (IACp) possuem baixa concordância com a gordura corporal em crianças: um estudo de base populacional do PASE-Brasil
2. O perímetro da cintura e a relação cintura-estatura são bons preditores de gordura andróide e troncal em crianças: um estudo de base populacional do PASE-Brasil
3. Parâmetros de gordura corporal total e central são bons preditores de resistência à insulina em crianças: um estudo de base-populacional do PASE-Brasil

## 5.1. Artigo 1: Índice de Adiposidade Corporal (IAC) e Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico (IACp) possuem baixa concordância com a gordura corporal em crianças: um estudo de base populacional do PASE – Brasil

### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar a concordância de diferentes métodos que estimam gordura corporal total com absorciometria de raio-X de dupla energia (DEXA) em crianças pré-púberes brasileiras. **Métodos:** Estudo transversal com 372 crianças de 8 e 9 anos matriculadas em todas as escolas públicas e privadas do município de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Foram avaliadas as concordâncias de medidas de gordura corporal total (Índice de Adiposidade Corporal – IAC, Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico – IACp, bioimpedâncias (BIA) bipolar, tetrapolar e equações preditivas de dobras cutâneas) com o DEXA por meio do Índice de Kappa de Cohen e análise de concordância de *Bland & Altman*. **Resultados:** Mais de 40% das crianças apresentaram gordura corporal elevada pelo DEXA. A prevalência de crianças eutróficas com excesso de gordura corporal foi maior apenas quando avaliadas pelo IAC e BIA tetrapolar. Pelas análises de concordância, observamos que o IAC e o IACp foram os métodos que mais superestimaram e subestimaram o percentual de gordura corporal, respectivamente. As equações preditivas de dobras cutâneas e as BIA foram os métodos que apresentaram melhores concordâncias com o DEXA. Na amostra total, observou-se viés proporcional em todos os métodos, sugerindo que em crianças com valores extremos de gordura corporal, pode ocorrer erros de mensuração (subestimação ou superestimação). **Conclusão:** O IAC e o IACp não são bons métodos para estimar gordura corporal total, sendo inferiores às equações preditivas de dobras cutâneas e às BIA em relação ao DEXA. A avaliação da acurácia de métodos simples e de baixo custo para estimativa da gordura corporal é de extrema importância para sua utilização na prática clínica e em estudos epidemiológicos.

**Palavras-chave:** Criança; Antropometria; Distribuição de Gordura Corporal; Obesidade Pediátrica; Adiposidade

**Body Adiposity Index (BAI) and Pediatric Body Adiposity Index (BAIp) have low agreement with body fat in children: a population-based study of PASE – Brazil**

**ABSTRACT**

**Objective:** To evaluate the agreement of different methods to estimate total body fat with dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) in Brazilian pre-pubescent children.

**Methods:** Cross-sectional study with 372 children aged 8 and 9 years enrolled in all public and private schools in the city of Viçosa, Minas Gerais, Brazil. The agreement of total body fat measures were evaluated (Body Adiposity Index - BAI, Pediatric Body Adiposity Index- BAIp, bipolar and tetrapolar impedances (BIA) and skinfold predictive equations) with DEXA. Through Kappa Cohen Index and Bland & Altman agreement analysis. **Results:** Over 40% of the children had high body fat by DEXA. The prevalence of normal children with excess body fat was higher only when evaluated by the BAI and BIA tetrapolar. The agreement analysis, we observed that the BAI and the BAIp were the methods most overestimated and underestimated the percentage of body fat, respectively. The skinfold predictive equations and BIA were the methods that showed best agreement with DEXA. In the total of sample, there was proportional bias in all methods, suggesting that in children with extreme values of body fat may occur measurement error (underestimation or overestimation). **Conclusion:** BAI and BAIp are not good methods for estimating total body fat, and lower than the skinfold predictive equations and BIA in relation to DEXA. The evaluation of the accuracy of simple and inexpensive measures to estimate body fat is extremely important for their use in clinical practice and in epidemiological studies.

**Keywords:** Child; Antropometry; Body Fat Distribution; Pediatric Obesity; Adiposity

## INTRODUÇÃO

A obesidade na infância é um problema de saúde pública global, causando uma série de complicações metabólicas decorrentes do excesso de gordura corporal, tais como dislipidemias, hipertensão arterial, resistência à insulina e aterosclerose<sup>1-3</sup>. De acordo com dados do *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES 2009-2012), a prevalência de obesidade é de 17,5% em crianças e adolescentes americanos de 3 a 19 anos, sendo maior na faixa etária de 7 a 12 anos (19,2%)<sup>4</sup>. No Brasil, estima-se uma prevalência de obesidade de 14,3% em crianças de 5 a 9 anos, enquanto que 33,5% apresentam excesso de peso (sobrepeso e obesidade)<sup>5</sup>.

Muitos métodos de referência podem ser utilizados para avaliar gordura corporal total, como a absorciometria de raio-X de dupla energia (DEXA), pesagem hidrostática, ressonância magnética, tomografia computadorizada e pletismografia por deslocamento de ar. Apesar de serem métodos de boa acurácia e precisos, possuem alto custo e execução complexa<sup>6-8</sup>. Portanto, o uso destes métodos se torna difícil em estudos epidemiológicos, bem como na prática clínica, sendo importante avaliar a acurácia de métodos mais simples e de baixo custo na predição da gordura corporal, tais como as dobras cutâneas, as bioimpedâncias elétricas (BIA) bipolar e tetrapolar<sup>6</sup>.

O Índice de Adiposidade Corporal (IAC)<sup>9</sup> e o Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico (IACp)<sup>10</sup> também foram desenvolvidos para estimar a gordura corporal total a partir de medidas antropométricas simples (quadril e estatura). Entretanto, apesar do baixo custo e de fácil aplicação, o uso destes índices ainda é controverso na população pediátrica<sup>11-13</sup>.

Estratégias para o controle do progressivo aumento do excesso de peso em crianças ainda carecem do estabelecimento de métodos simples e de baixo custo que apresentem boa acurácia para avaliar o excesso de gordura corporal total. Sabe-se que o excesso de gordura corporal é um dos principais fatores relacionados às alterações cardiometabólicas, tanto na infância quanto na vida adulta<sup>1-3</sup>. Ao contrário do que se observa em adultos, poucos estudos avaliaram a concordância entre esses métodos para avaliação de gordura corporal em crianças pré-púberes. Diante do exposto, este estudo objetivou avaliar a concordância de diferentes métodos que estimam gordura corporal total (IAC, IACp, equações preditivas de dobras cutâneas, bioimpedância bipolar e tetrapolar) com o DEXA em crianças pré-púberes brasileiras.

## MÉTODOS

### *População e delimitação do estudo*

Trata-se de um estudo transversal de base populacional que foi realizado com crianças de 8 e 9 anos de idade, matriculadas em todas as escolas públicas e privadas da zona urbana (n=24) do município de Viçosa-MG. O município de Viçosa-MG está localizado na Zona da Mata Mineira, a 227 km da capital Belo Horizonte. De acordo com o Censo 2010, Viçosa apresenta uma extensão territorial de 299 km<sup>2</sup> e 72.244 habitantes, sendo que 67,3% residem em zona urbana. O Produto Interno Bruto (PIB) per capita é de R\$ 7.704,50<sup>14</sup>. A cidade de Viçosa possui uma população de, aproximadamente, 1.600 crianças na faixa etária de 8 e 9 anos, matriculadas em escolas da zona urbana<sup>15</sup>.

Os participantes deste estudo foram provenientes da Pesquisa de Avaliação da Saúde do Escolar (PASE), investigação transversal de base populacional com crianças matriculadas em escolas urbanas, com o objetivo de avaliar a saúde cardiovascular deste público infantil no município de Viçosa, MG, Brasil. Em 2015, o município contava com 17 escolas públicas e sete particulares na zona urbana que atendiam crianças de 8 e 9 anos, totalizando 1464 crianças matriculadas.

O cálculo do tamanho amostral foi realizado com auxílio do *software OpenEpi* (Versão 3.01), considerando a prevalência de 10,7% de obesidade<sup>16</sup>, erro tolerado de 3%, nível de confiança de 95% e acréscimo de 14% para cobertura de perdas, totalizando 372 crianças a serem estudadas. Em seguida, considerando a proporção numérica de cada escola, o número de crianças foi calculado em cada escola. A seleção dos alunos por escola foi realizada por meio de sorteio aleatório, até completar o número de alunos necessários para cada escola.

Foi realizado um estudo piloto com 10% da amostra, incluindo as crianças de 8 e 9 anos matriculadas em uma escola, selecionada de forma aleatória, e que não participaram da pesquisa. Por meio do estudo piloto, foi possível testar a aplicação dos questionários e medidas antropométricas.

Não foram incluídas as crianças que utilizavam medicamentos, bem como as crianças da Associação de Pais e Amigos dos Alunos Excepcionais (APAE). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da

Universidade Federal de Viçosa (parecer nº 663.171) e financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

### ***Avaliação antropométrica***

A coleta de dados foi realizada em ambiente apropriado por um membro da equipe treinado, com os voluntários sem calçados e usando roupas leves. O peso foi aferido em balança digital eletrônica, com capacidade de 150 kg e precisão de 0,1 kg (*Tanita*® Modelo Ironman BC 553, Tanita Corporation of America Inc., Arlington Heights, USA) e a estatura foi determinada utilizando um estadiômetro, dividido em centímetros e subdividido em milímetros (*Altuxata*®, Belo Horizonte, Brasil) de acordo com Jelliffe<sup>17</sup>.

Com os dados obtidos de peso e estatura, foi calculado o Índice de Massa Corporal (IMC), e para a classificação do estado nutricional das crianças foram utilizados os pontos de corte de IMC por idade (IMC/I) em escore-z, estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde<sup>18</sup>.

Para aferir o perímetro do quadril, foi utilizada fita métrica inextensível, com precisão de 0,1 cm (*TBW*®, São Paulo, Brasil), posicionada horizontalmente ao redor do quadril na parte mais saliente dos glúteos. Os voluntários permaneceram em posição ereta, pés unidos e seu peso igualmente sustentado pelas duas pernas<sup>19</sup>.

Foram mensuradas as dobras cutâneas tricipital (DCT) e subescapular (DCSE) por meio do adipômetro *Lange Skinfold Caliper*® (Cambridge Scientific Instruments, Cambridge, MA, USA). As crianças permaneceram em posição ereta e em repouso. A DCT foi aferida no ponto médio entre o acrômio e o olécrano, na parte posterior do braço. A DCSE foi avaliada no ponto marcado em diagonal a 45°, 2 cm abaixo do ângulo inferior da escápula. Foram realizadas três medidas não consecutivas de cada local, sendo utilizada a média aritmética.

### ***Composição corporal***

O percentual de gordura corporal foi estimado por sete métodos: duas equações preditivas de dobras cutâneas<sup>20,21</sup>, bioimpedância elétrica (BIA) bipolar e tetrapolar, Índice de Adiposidade Corporal (IAC), Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico (IACp) e DEXA (considerado método de referência para avaliar as demais técnicas).

Em todos os métodos avaliados, o excesso de gordura corporal foi classificado pelo percentil 85 de acordo com idade e sexo proposto por McCarthy et al.<sup>22</sup>.

Foram avaliadas as equações propostas por Slaughter et al.<sup>20</sup>, onde são necessárias as medidas de DCT e DCSE, derivadas de um modelo multicomponente e ajustadas pelo sexo, grau de maturação e etnia. A gordura corporal total também foi estimada por equação proposta por Hoffman et al.<sup>21</sup> para crianças brasileiras, sendo necessários os dados de peso (kg), DCT (mm), estatura (cm), sexo e idade (anos).

Foi utilizada a BIA bipolar *Tanita*® (Modelo Ironman BC 553, Tanita Corporation of America Inc., Artlington Heights, USA). Os voluntários subiram na balança com os pés descalços, sem qualquer objeto de metal, em posição ortostática, com os braços relaxados

A BIA tetrapolar também foi realizada, por meio da Biodynamics® Modelo 310e (Biodynamics Corporation, USA). Os voluntários deitaram em decúbito dorsal, sem qualquer objeto de metal, e os eletrodos foram colocados em locais bem delimitados após limpeza com álcool. Um eletrodo emissor foi posicionado próximo à articulação metacarpo-falangeana da superfície dorsal da mão direita e o outro distal do arco transversal da superfície superior do pé direito. Um eletrodo detector foi colocado entre as proeminências distais do rádio e da ulna do punho direito e o outro entre os maléolos, medial e lateral do tornozelo direito<sup>23</sup>. Os voluntários seguiram um protocolo para realizar dos exames de BIA, como não ter feito uso de medicamentos diuréticos nos últimos 7 dias, manter-se em jejum por pelo menos 4 horas, não realizar exercício físico intenso nas últimas 24 horas, urinar pelo menos 30 minutos antes da medida<sup>24,25</sup>.

O IAC foi calculado a partir das medidas do perímetro do quadril (cm) e de estatura (m), de acordo com a fórmula desenvolvida por Bergman et al.<sup>9</sup>.

$$IAC = \frac{\text{perímetro do quadril (cm)}}{\text{estatura (m)}^{1,5}} - 18$$

Já o IACp foi calculado a partir da seguinte fórmula<sup>10</sup>:

$$IACp = \frac{\text{perímetro do quadril (cm)}}{\text{estatura (m)}^{0,8}} - 38$$

O DEXA foi considerado como método de referência (Lunar Prodigy Advance; GE Medical Systems Lunar, Milwaukee, WI, USA), sendo a avaliação realizada por técnico especializado, utilizando o software do próprio equipamento para análise de composição corporal. As crianças permaneceram em posição supina sobre a mesa e os raios foram emitidos e medidos por um detector discriminante de energia. Além disso, os voluntários seguiram um protocolo estabelecido pelo laboratório para realização do mesmo, sendo necessário estar com roupa leve e sem adornos de metal.

### *Análises estatísticas*

As análises estatísticas foram realizadas no *software SPSS for Windows*, versão 20.0 (SPSS Inc. Chicago, USA), adotando-se nível de significância de 5% em todos os testes. O teste de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov* foi utilizado para determinar se as variáveis quantitativas apresentaram distribuição normal. Como todas as variáveis analisadas não apresentaram distribuição normal, foram utilizados testes não-paramétricos.

O teste de Qui-Quadrado de *Pearson* foi utilizado para avaliar a associação entre a gordura corporal total estimada pelos métodos e pelo DEXA. A concordância entre o excesso de gordura corporal total estimado pelos métodos teste (IAC, IACp, BIA bipolar e tetrapolar, equações preditivas de Slaughter e de Hoffman) e pelo DEXA foi avaliada pelo índice Kappa de Cohen. Os valores de Kappa obtidos para a concordância foram interpretados como fraca ( $\leq 0,20$ ), considerável (0,21-0,40), moderada (0,41-0,60) ou forte ( $\geq 0,61$ )<sup>26</sup>.

As curvas *Receiver Operating Characteristic (ROC)* determinaram a efetividade do IMC e das medidas de gordura total em predizer excesso de gordura corporal total segundo o DEXA.

A abordagem gráfica da análise de concordância de *Bland & Altman* foi utilizada para avaliar a magnitude da concordância dos valores de cada método testado em relação ao DEXA. O viés representa a média das diferenças entre os dois métodos; a partir do desvio-padrão da diferença média, foram calculados os limites de concordância de 95% (desvio-padrão multiplicado por 1,96). É recomendado que o viés seja estatisticamente igual a zero para ser considerado um método com boa concordância, sendo importante considerar os limites de concordância na sua interpretação<sup>27,28</sup>. Para

complementar a análise, foi realizada análise de correlação de *Pearson*, sendo os valores de coeficientes significantes considerados como viés proporcional.

## RESULTADOS

Mais de 40% das crianças apresentaram gordura corporal elevada pelo DEXA (42,5%). Observou-se maior prevalência de elevada gordura corporal nos meninos, segundo o IAC, IACp e BIA tetrapolar ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1). Crianças com excesso de peso apresentaram maiores prevalências de gordura corporal elevada em todos os métodos avaliados ( $p < 0,001$ ). A prevalência de crianças eutróficas com excesso de gordura corporal total foi baixa para DEXA (16,1%), IACp (0,4%), BIA bipolar (6,8%) e equações preditivas de dobras cutâneas de Slaughter (3,6%) e Hoffman (3,6%). Entretanto, foram observados altas prevalências de crianças eutróficas com elevado percentual de gordura corporal para IAC (67,5%) e BIA tetrapolar (33,7%) (Tabela 2).

Pela análise na curva ROC, todos os métodos foram capazes de prever excesso de gordura corporal avaliado pelo DEXA. O IAC foi o método que apresentou menor destaque em comparação aos outros métodos (Tabela 3).

A análise de concordância pelo índice Kappa demonstrou que todos os métodos apresentaram forte concordância com o DEXA em ambos os sexos, com exceção para o IAC e IACp. Entre os meninos, a BIA tetrapolar apresentou concordância moderada com o DEXA (Tabela 4).

Por meio da análise de concordância de *Bland & Altman*, foi possível observar que o IAC e IACp foram os métodos que mais superestimaram e subestimaram o percentual de gordura corporal em relação ao DEXA, respectivamente. Os métodos que apresentaram maior concordância na estimativa da gordura corporal em relação ao DEXA foram as equações preditivas de pregas cutâneas, bioimpedâncias bipolar e tetrapolar, com menores valores de viés e de limites de concordância (Figura 1). Esses valores de vieses foram estatisticamente diferentes de 0 ( $p < 0,001$ ). Todos os métodos apresentaram viés proporcional, exceto as equações preditivas de Slaughter para meninos ( $r = 0,140$ ;  $p > 0,05$ ).

## DISCUSSÃO

O presente estudo evidenciou que quase metade das crianças apresentou elevado percentual de gordura corporal pelo DEXA, sendo maior entre aquelas que apresentaram excesso de peso. Na amostra total, as equações preditivas de dobras cutâneas, bioimpedância bipolar e tetrapolar foram os métodos que apresentaram maior concordância na estimativa da gordura corporal em relação ao DEXA. A BIA tetrapolar não apresentou uma boa concordância com o DEXA para meninos. O IAC e o IACp foram os métodos que mais superestimaram e subestimaram o percentual de gordura corporal, respectivamente.

O IAC e a BIA tetrapolar superestimam o percentual de gordura corporal em relação ao DEXA. Por esse motivo, foi observada uma maior prevalência de excesso de gordura corporal em crianças eutróficas quando avaliadas por esses métodos. No entanto, nos demais métodos, a prevalência de excesso de gordura corporal foi baixa, inclusive pelo DEXA. Alguns estudos mostraram que indivíduos eutróficos possuem composição corporal alterada, sendo denominados como “falsos magros”<sup>29,30</sup>, não sendo observado o mesmo resultado neste estudo.

A prevalência de sobrepeso e obesidade triplicou em crianças e adolescentes brasileiros nas últimas duas décadas<sup>31</sup>. A obesidade é considerada uma enfermidade inflamatória, crônica, multicausal e resultante de influências ambientais e predisposição genética. O tecido adiposo é um órgão endócrino responsável pela síntese de diversas proteínas e adipocinas envolvidas na regulação da pressão arterial, da homeostase vascular, do metabolismo lipídico e glicídico, da angiogênese e da resistência à insulina<sup>32</sup>. Assim, a avaliação da acurácia de métodos simples e de baixo custo que estimam a gordura corporal é de extrema importância para prevenção e tratamento das co-morbidades associadas à composição corporal alterada, tanto na infância quanto na vida adulta.

Os resultados deste estudo confirmam que medidas simples e de menor custo, tais como as dobras cutâneas e a bioimpedância, apresentaram boa acurácia para estimativa da gordura corporal em crianças, o que facilita a aplicação destes métodos nas rotinas clínicas e em estudos epidemiológicos, sendo estes dados confirmados por outros autores<sup>6,33</sup>.

Resultados semelhantes foram encontrados por outros estudos ao avaliar dobras cutâneas, BIA bipolar e tetrapolar em crianças, comparados ao DEXA<sup>34-38</sup>. No entanto,

um estudo com crianças na Malásia demonstrou que a BIA tetrapolar é um bom método para estimar gordura corporal total, mas concluíram que são necessárias novas equações preditivas de dobras cutâneas, considerando diferentes tipos de etnias<sup>39</sup>. Este resultado pode ser confirmado neste estudo uma vez que as equações preditivas avaliadas segundo a etnia (Slaughter et al.<sup>20</sup>) apresentaram melhor concordância, com menores valores de viés e de dispersão pela análise de *Bland & Altman*, em relação à equações que não consideram a etnia (Hoffman et al.<sup>21</sup>). Apesar da variedade de equações preditivas de dobras cutâneas para a população pediátrica, são necessários estudos de validação para diferentes grupos étnicos antes da utilização na prática clínica.

Em todas as análises realizadas, o IAC e o IACp foram inferiores aos demais métodos avaliados para a estimativa da gordura corporal em relação ao DEXA. Como é conhecido, o IAC foi desenvolvido para a população adulta, sendo confirmada sua fraca associação com gordura corporal total em crianças e adolescentes no presente estudo e em outros trabalhos<sup>11-13</sup>. O mesmo resultado foi encontrado para o IACp, corroborando com os resultados encontrados por Thivel et al.<sup>13</sup> para crianças e adolescentes obesos. Um estudo mostrou que o IACp foi superior ao IAC para prever excesso de gordura corporal em crianças obesas japonesas<sup>40</sup>. Ressalta-se que o IACp foi desenvolvido a partir da BIA bipolar, o qual apresenta uma boa concordância com o DEXA, porém não é considerado um método-referência para estudos de validação.

A curva ROC apontou a boa capacidade preditiva do IMC para prever excesso de gordura corporal pelo DEXA em crianças de ambos os sexos. O IMC é amplamente utilizado pelos profissionais de saúde, e mesmo não sendo uma medida que estima diretamente gordura corporal, sua utilização em triagens é recomendada por apresentar pontos de corte definidos para população pediátrica e pela sua fácil aplicabilidade.

A análise de concordância de *Bland & Altman* demonstrou a presença de viés proporcional na maioria dos métodos avaliados, exceto na equação preditiva de Slaughter para meninos. Crianças com maiores valores de percentuais de gordura obtidos pelo método teste e método referência (método teste + DEXA/2) podem apresentar maiores diferenças dos valores entre o método teste e referência (método teste - DEXA), isto é, o uso dessas técnicas em crianças com percentuais de gordura extremos pode levar a dados supertimados ou subestimados.

Algumas limitações deste estudo devem ser consideradas. O ponto de corte para estimativa do excesso de gordura corporal foi determinado por referências internacionais sem considerar a influência da etnia na composição corporal. Devido à

grande miscigenação no Brasil, é importante o estabelecimento de pontos de corte para gordura corporal em estudos representativos nacionais envolvendo diferentes etnias. Crianças de variados países apresentam hábitos, culturas e influências genéticas específicos de cada localidade, o que pode influenciar o potencial de crescimento, desenvolvimento, estado nutricional e composição corporal<sup>2</sup>.

Por outro lado, ressaltamos alguns pontos positivos deste estudo. A amostra foi homogênea em relação à maturação sexual, sendo constituída por crianças pré-púberes, o que contribui para a redução de suas possíveis influências na composição corporal. Este é um dos poucos estudos realizados em países em desenvolvimento que investigou a concordância da estimativa da gordura corporal entre vários métodos e o DEXA em crianças pré-púberes, sendo o primeiro estudo brasileiro de base-populacional. Vale ressaltar que toda a avaliação antropométrica foi realizada por um único pesquisador, o que contribui para a redução de vieses na aferição das medidas e, conseqüentemente, para a garantia da validade interna do estudo.

Este estudo permite concluir que o IAC e o IACp apresentaram baixa concordância com a gordura corporal obtida pelo DEXA, o que pode contraindicar o seu uso para este grupo etário. Os métodos que apresentaram maior concordância na estimativa da gordura corporal foram equações preditivas de dobras cutâneas, bioimpedâncias bipolar e tetrapolar. No entanto, a existência de viés proporcional (exceto para as equações de Slaughter para meninos) indica que o uso desses métodos em crianças com valores extremos de gordura corporal pode levar a erros (subestimação e superestimação). É importante ressaltar que quase metade das crianças deste estudo apresentou excesso de gordura corporal pelo DEXA, o que comprova a necessidade da avaliação da acurácia de métodos simples e de baixo custo que estimam a gordura corporal, principalmente na infância. Devido à grande miscigenação da população brasileira, o estabelecimento de pontos de corte para avaliação da gordura corporal em amostras representativas nacionais é de suma importância considerando as diferentes etnias e condições socioeconômicas dos indivíduos.

## REFERÊNCIAS

1. de Onis M, Blössner M, Borghi E. Global prevalence and trends of overweight and obesity among preschool children. *Am J Clin Nutr.* 2010; 92(5): 1257-1264.

2. Wang Y, Lobstein T. Worldwide trends in childhood overweight and obesity. *Int J Pediatr Obes*. 2006; 1(1): 11-25.
3. Wicklow BA, Becker A, Chateau D, Palmer K, Kozyrskij A, Sellers EA. Comparison of anthropometric measurements in children to predict Metabolic syndrome in adolescence: analysis of prospective cohort data. *Int J Obes*. 2015; 39(7): 1070-1078.
4. Carroll MD, Navaneelan T, Bryan S, Ogden C. Prevalence of obesity among children and adolescents in the United States and Canada. *NCHS Data Brief*. 2015; 1(211): 1-8.
5. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008–2009. Antropometria e Estado Nutricional de Crianças, Adolescentes e Adultos no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
6. Rezende F, Rosado L, Franceschini S, Rosado G, Ribeiro R, Marins JCB. Revisão crítica dos métodos disponíveis para avaliar a composição corporal em grandes estudos populacionais e clínicos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 2007; 57(4): 327-334.
7. Weber DR, Leonard MB, Zemel BS. Body composition analysis in the pediatric population. *Pediatr Endocrinol Rev*. 2012; 10(1): 130-139.
8. Michels N, Huybrechts I, Bammann K, Lissner L, Moreno L, Peeters M, et al. Caucasian children's fat mass: routine anthropometry v. air-displacement plethysmography. *Br J Nutr*. 2013; 109(8): 1528-1537.
9. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG et al. A better index of body adiposity. *Obesity*. 2011; 19(5): 1083–1089.
10. El Aarbaoui T, Samouda H, Zitouni D, di Pompeo C, de Beaufort C, Trincaretto F, et al. Does the body adiposity index (BAI) apply to paediatric populations? *Ann Hum Biol*. 2013; 40(5): 451–458.
11. Zhao D, Zhang Y. Body mass index (BMI) predicts percent body fat better than body adiposity index (BAI) in school children. *Anthropol Anz*. 2015; 72(3): 257-262.
12. Yu Y, Wang L, Liu H, Zhang S, Walker SO, Bartell T, et al. Body mass index and waist circumference rather than body adiposity index are better surrogates for body adiposity in a chinese population. *Nutr Clin Pract*. 2015; 30(2): 274-282.
13. Thivel D, O'Malley G, Pereira B, Duché P, Aucouturier J. Comparison of total body and abdominal adiposity indexes to dual X-ray absorptiometry scan in obese adolescents. *Am J Hum Biol*. 2015; 27(3): 334-338.
14. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 16 agosto 2014.
15. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Matrícula no Ensino Fundamental da cidade de Viçosa-MG (2014). Disponível em:

<http://portal.inep.gov.br/basica-censo-escolar-matricula>. Acesso em: 20 de março de 2015.

16. Novaes JF, Priore SE, Franceschini SCC, Lamounier JA. Does the body mass index reflect cardiovascular risk factors in Brazilian children? *J Trop Pediatr*. 2013; 59(1): 43-48.
17. Jelliffe DB. Evaluación del estado de nutrición de la comunidad. Organización Mundial de Salud, Ginebra, 1968. (OMS – Série monografias -53).
18. World Health Organization. Growth reference data for 5-19 years. Geneva: WHO, 2007.
19. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, IL: Human Kinetics Books, 1988.
20. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*. 1988; 60(5): 709-723.
21. Hoffman DJ, Toro-Ramos T, Sawaya AL, Roberts SB, Rondo P. Estimating total body fat using a skinfold prediction equation in Brazilian children. *Ann Hum Biol*. 2012; 39(2): 156-160.
22. McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA, Prentice AM. Body fat reference curves for children. *Int J Obes*. 2006; 30(4): 598-602.
23. Carvalho ABR, Neto CSP. Composição corporal através dos métodos da pesagem hidrostática e impedância bioelétrica em estudantes universitários. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 1999; 1(1): 18-23.
24. Ellis KJ, Bell SJ, Chertow GM, Chumlea WC, Knox TA, Kotler DP, et al. Bioelectrical impedance methods in clinical research: a follow-up to the NIH Technology Assessment Conference. *Nutrition*. 1999; 15(11-12): 874-880.
25. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clin Nutr*. 2004; 23(5): 1226-1243.
26. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977; 33(1): 159-174.
27. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986; 1(8476): 307-310.
28. Monaghan K, Delahunt E, Caulfield B. Increasing the number of gait trial recordings maximises intra-rater reliability of the CODA motion analysis system. *Gait Posture*. 2007; 25(2): 303-315.

29. Freedman DS, Wang J, Thornton JC, Mei Z, Sopher AB, Pierson Jr RN, et al. Classification of body fatness by body mass index-for-age categories among children. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2009; 163(9): 805-811.
30. Gómez-Ambrosi J, Silva C, Galofré JC, Escalada J, Santos S, Millán D, et al. Body mass index classification misses subjects with increased cardiometabolic risk factors related to elevated adiposity. *Int J Obes.* 2012; 36(2): 286–294.
31. Wang Y, Monteiro C, Popkin BM. Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. *Am J Clin Nutr.* 2002; 75(6): 971-977.
32. Wajchenberg BL. Tecido adiposo como glândula endócrina. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* 2000; 44(1): 13-20.
33. Lohman TG, Going SB. Body composition assessment for development of an international growth standard for preadolescent and adolescent children. *Food Nutr Bull.* 2006; 27 (4 Suppl Growth Standard): S314-325.
34. Gutin B, Litaker M, Islam S, Manos T, Smith C, Treiber F. Body-composition measurement in 9–11 year-old children by dual-energy X-ray absorptiometry, skinfold-thickness measurements, and bioimpedance analysis. *Am J Clin Nutr.* 1996; 63(3): 287-292.
35. Sardinha LB, Going SB, Teixeira PJ, Lohman TG. Receiver operating characteristic analysis of body mass index, triceps skinfold thickness, and arm girth for obesity screening in children and adolescents. *Am J Clin Nutr.* 1999; 70(6): 1090-1095.
36. Tyrrell VJ, Richards G, Hofman P, Gillies GF, Robinson E, Cutfield WS. Foot-to-foot bioelectrical impedance analysis: a valuable tool for the measurement of body composition in children. *Int J Obesity Related Metab Disord.* 2001; 25(2): 273-278.
37. Boeke CE, Oken E, Kleinman KP, Rifas-Shiman SL, Taveras EM, Gillman MW. Correlations among adiposity measures in school-aged children. *BMC Pediatr.* 2013; 13(2): 99.
38. Tompuri TT, Lakka TA, Hakulinen M, Lindi V, Laaksonen DE, Kilpeläinen TO, et al. Assessment of body composition by dual-energy X-ray absorptiometry, bioimpedance analysis and anthropometrics in children: the Physical Activity and Nutrition in Children study. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2015; 35(1): 21-33.
39. Noradilah MJ, Ang YN, Kamaruddin NA, Deurenberg P, Ismail MN, Poh BK. Assessing body fat of children by skinfold thickness, bioelectrical impedance analysis, and dual-energy X-ray absorptiometry: A validation study among Malay children aged 7 to 11 years. *Asia Pac J Public Health.* 2016; 31(6): 534-541.
40. Dobashi K, Takahashi K, Nagahara K, Tanaka D, Itabashi K. Evaluation of hip/heightP ratio as an index for adiposity and metabolic complications in obese children: comparison with waist-related indices. *J Atheroscler Thromb.* 2016, 23(Jun): 1-8.

## TABELAS E FIGURAS

**Tabela 1.** Distribuição do estado nutricional e da gordura corporal (%GC) estimada por diferentes métodos em crianças, de acordo com o sexo. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.

Variáveis	Total n(%)	Meninas n (%)	Meninos n (%)	p-valor
Estado nutricional				
<i>Excesso de peso</i>	123 (33,1%)	68 (35,1%)	55 (30,9%)	0,40
<i>Sem excesso de peso</i>	249 (66,9%)	126 (64,9%)	123 (69,1%)	
%GC (DEXA)				
<i>Alta</i>	158 (42,5%)	87 (44,8%)	71 (39,9%)	0,33
<i>Normal</i>	214 (57,5%)	107 (55,2%)	107 (60,1%)	
%GC (IAC)				
<i>Alta</i>	290 (78,0%)	123 (63,4%)	167 (93,8%)	<0,001*
<i>Normal</i>	82 (22,0%)	71 (36,6%)	11 (6,2%)	
%GC (IACp)				
<i>Alta</i>	55 (14,8%)	15 (7,7%)	40 (22,5%)	<0,001*
<i>Normal</i>	317 (85,2%)	179 (92,3%)	138 (77,5%)	
%GC (BIA Bipolar)				
<i>Alta</i>	122 (32,8%)	60 (30,9%)	62 (34,8%)	0,42
<i>Normal</i>	250 (67,2%)	134 (69,1%)	116 (65,2%)	
%GC (BIA Tetrapolar)				
<i>Alta</i>	197 (53,0%)	91 (46,9%)	106 (59,6%)	0,02*
<i>Normal</i>	175 (47,0%)	103 (53,1%)	72 (40,4%)	
%GC (EP Slaughter)				
<i>Alta</i>	112 (30,1%)	52 (26,8%)	60 (33,7%)	0,15
<i>Normal</i>	260 (69,9%)	142 (73,2%)	118 (66,3%)	
%GC (EP Hoffman)				
<i>Alta</i>	125 (33,6%)	63 (32,5%)	62 (34,8%)	0,63
<i>Normal</i>	247 (66,4%)	131 (67,5%)	116 (65,2%)	

DEXA: Absorciometria de Raio-X de Dupla Energia; IAC: Índice de Adiposidade Corporal; IACp: Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico; BIA: Bioimpedância Elétrica; EP: Equações Preditivas

Teste de Qui-quadrado de *Pearson*. \*p<0,05.

**Tabela 2.** Distribuição de gordura corporal (%GC) estimada por diferentes métodos em crianças, de acordo com a presença de excesso de peso. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.

Variáveis	Excesso de peso		p-valor
	Sim	Não	
	n (%)	n (%)	
%GC (DEXA)			
<i>Alta</i>	118 (95,9%)	40 (16,1%)	<0,001*
<i>Normal</i>	5 (4,1%)	209 (83,9%)	
%GC (IAC)			
<i>Alta</i>	122 (99,2%)	168 (67,5%)	<0,001*
<i>Normal</i>	1 (0,8%)	81 (32,5%)	
%GC (IACp)			
<i>Alta</i>	54 (43,9%)	1 (0,4%)	<0,001*
<i>Normal</i>	69 (56,1%)	248 (99,6%)	
%GC (BIA Bipolar)			
<i>Alta</i>	105 (85,4%)	17 (6,8%)	<0,001*
<i>Normal</i>	18 (14,6%)	232 (93,2%)	
%GC (BIA Tetrapolar)			
<i>Alta</i>	113 (91,9%)	84 (33,7%)	<0,001*
<i>Normal</i>	10 (8,1%)	165 (66,3%)	
%GC (EP Slaughter)			
<i>Alta</i>	103 (83,7%)	9 (3,6%)	<0,001*
<i>Normal</i>	20 (16,3%)	240 (96,4%)	
%GC (EP Hoffman)			
<i>Alta</i>	116 (94,3%)	9 (3,6%)	<0,001*
<i>Normal</i>	7 (5,7%)	240 (96,4%)	

DEXA: Absorciometria de Raio-X de Dupla Energia; IAC: Índice de Adiposidade Corporal; IACp: Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico; BIA: Bioimpedância Elétrica; EP: Equações Preditivas  
 Teste de Qui-quadrado de *Pearson*. \*p<0,05.

**Tabela 3.** Áreas sob a curva *Receiver Operating Characteristic* (ROC) do Índice de Massa Corporal (IMC) e dos parâmetros de gordura corporal total como preditores de excesso de gordura corporal. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.

Variáveis	Total	Meninas	Meninos
	AUC (IC95%)*	AUC (IC95%)*	AUC (IC95%)*
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	0,959 (0,941-0,977)	0,966 (0,943-0,988)	0,948 (0,916-0,979)
IAC (%)	0,896 (0,865-0,928)	0,920 (0,883-0,958)	0,870 (0,818-0,923)
IACp (%)	0,954 (0,935-0,973)	0,966 (0,945-0,988)	0,941 (0,910-0,972)
BIA Bipolar	0,965 (0,949-0,982)	0,976 (0,959-0,993)	0,968 (0,945-0,991)
BIA Tetrapolar	0,948 (0,927-0,970)	0,960 (0,937-0,983)	0,942 (0,908-0,977)
EP Slaughter	0,979 (0,967-0,990)	0,980 (0,964-0,996)	0,983 (0,969-0,996)
EP Hoffman	0,969 (0,955-0,983)	0,977 (0,960-0,994)	0,978 (0,962-0,994)

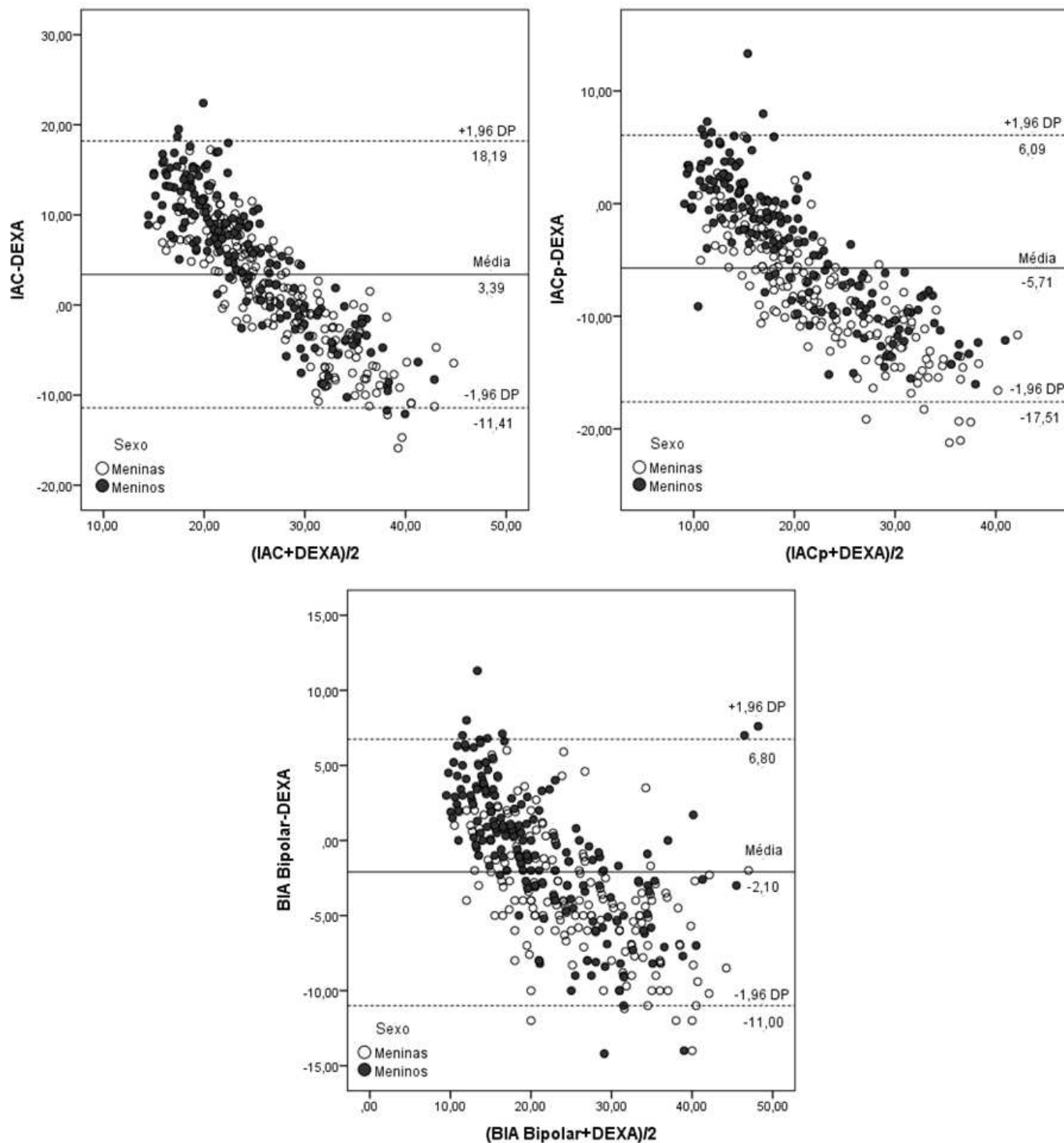
IMC: Índice de Massa Corporal; IAC: Índice de Adiposidade Corporal; IACp: Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico; BIA: Bioimpedância Elétrica; EP: Equações Preditivas; IC95%: intervalo de confiança de 95%.

\*p<0,05

**Tabela 4.** Concordância entre o excesso de gordura corporal total estimado por diferentes métodos e o DEXA em crianças de acordo com o sexo. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.

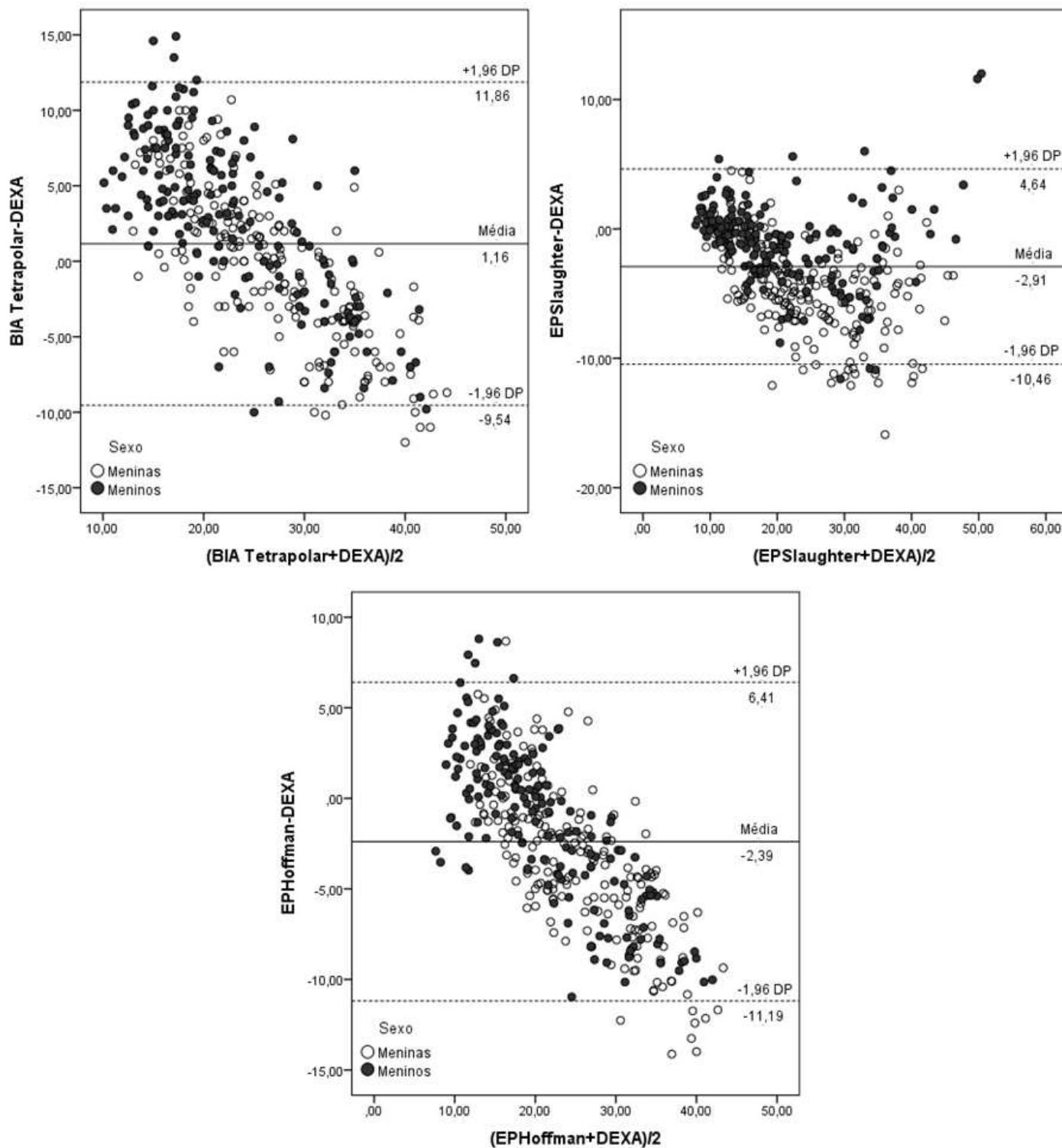
Variáveis	DEXA					
	Total		Meninas		Meninos	
	Kappa	IC95%	Kappa	IC95%	Kappa	IC95%
↑IAC	0,291	0,222-0,360	0,527	0,417-0,637	0,084	0,035-0,133
↑IACp	0,369	0,289-0,449	0,187	0,101-0,273	0,583	0,465-0,701
↑BIA Bipolar	0,751	0,682-0,820	0,689	0,589-0,789	0,820	0,734-0,906
↑BIA Tetrapolar	0,643	0,567-0,719	0,751	0,657-0,845	0,535	0,423-0,647
↑EP Slaughter	0,714	0,643-0,785	0,621	0,515-0,727	0,820	0,734-0,906
↑EP Hoffman	0,745	0,676-0,814	0,701	0,601-0,801	0,797	0,705-0,889

DEXA: Absorciometria de Raio-X de Dupla Energia; IAC: Índice de Adiposidade Corporal; IACp: Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico; BIA: Bioimpedância Elétrica; EP: Equações Preditivas; IC95%: intervalo de confiança de 95%.



**Figura 1.** Análise de concordância de *Bland & Altman* entre valores de gordura corporal total estimado por diferentes métodos e o DEXA em crianças. PASE-Brasil, 2015.

DEXA: Absorciometria de Raio-X de Dupla Energia; IAC: Índice de Adiposidade Corporal; IACp: Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico; BIA: Bioimpedância Elétrica; DP: desvio padrão



**Figura 1 (continuação).** Análise de concordância de *Bland & Altman* entre valores de gordura corporal total estimado por diferentes métodos e o DEXA em crianças. PASE-Brasil, 2015.

DEXA: Absorciometria de Raio-X de Dupla Energia; BIA: Bioimpedância Elétrica; EP: Equações Preditivas; DP: desvio padrão

## 5.2. Artigo 2: O perímetro da cintura e a relação cintura-estatura são bons preditores de gordura andróide e troncal em crianças: um estudo de base populacional do PASE-Brasil

### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar a capacidade de medidas de gordura central em prever excesso de gordura nas regiões andróide e troncal. **Métodos:** Estudo transversal com 372 crianças de 8 e 9 anos matriculadas em todas as escolas públicas e privadas do município de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Foram avaliadas as capacidades preditivas de parâmetros de gordura central (perímetro da cintura e do pescoço, relação cintura-estatura, relação cintura-quadril, índice de conicidade) para excesso de gorduras andróide e troncal obtidas pela absorciometria de raio-X de dupla energia (DEXA) por meio de análises na curva *Receiver Operating Characteristic* (ROC). Foram utilizados como pontos de corte de gorduras andróide e troncal os percentis 90 da amostra, de acordo com a idade e o sexo. **Resultados:** As prevalências de crianças com excesso de gorduras andróide e troncal foram de 12,1% (n=45) e de 9,4% (n=35), respectivamente. Crianças eutróficas apresentaram baixas prevalências de excesso de gordura central avaliado por todos os parâmetros. Todos os parâmetros de gordura central foram capazes de prever excesso de gorduras andróide e troncal nas crianças, com destaque para o perímetro da cintura e a relação cintura-estatura. A partir da curva ROC, foram sugeridos pontos de corte para as medidas de gordura central. **Conclusão:** Os parâmetros avaliados foram capazes de prever excesso de gorduras andróide e troncal, destacando-se o perímetro da cintura e a relação cintura-estatura. Por serem métodos de fácil obtenção e baixo custo, é possível o uso desses parâmetros na prática clínica e em pesquisas populacionais para avaliar obesidade central.

**Palavras-chave:** Antropometria; Distribuição de Gordura Corporal; Obesidade Abdominal; Adiposidade; Curva ROC

## **Waist circumference and waist-height ratio are good predictors of android and trunk fat in children: a population-based study of PASE-Brazil**

### **ABSTRACT**

**Objective:** To evaluate the ability of central fat measures in predicting excess fat in the android and trunk regions. **Methods:** Cross-sectional study with 372 children aged 8 and 9 years enrolled in all public and private schools in the city of Viçosa, Minas Gerais, Brazil. The predictive capabilities of central fat parameters were evaluated (waist and neck circumference, waist-height and waist-hip ratio, conicity index) for excess android and trunk fat obtained by dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) through analysis on the curve Receiver Operating Characteristic (ROC). We used as cut-off points android trunk fats and 90th percentiles of the sample, according to age and sex. **Results:** The prevalence of children with excess android and trunk fat were 12.1% (n = 45) and 9.4% (n = 35), respectively. Normal children showed low central fat excess prevalence rated by all parameters. All central fat parameters were able to predict excess android and trunk fat in children, especially waist circumference and waist-height ratio. From the ROC curve, we suggested cutoffs for central fat measures. **Conclusion:** The parameters evaluated were able to predict excess android and trunk fat, especially waist circumference and waist-height ratio. Being methods readily available and low cost, the use of these parameters in clinical practice and in population surveys to assess central obesity is possible.

**Keywords:** Antropometry; Body Fat Distribution; Abdominal Obesity; Adiposity; ROC Curve

## INTRODUÇÃO

O aumento da prevalência de obesidade na infância pode ser considerado um problema de saúde pública global, por estar associada a diferentes comorbidades<sup>1-3</sup>. Além disso, a distribuição de gordura corporal exerce um importante papel no desenvolvimento de alterações cardiometabólicas<sup>4,5</sup>.

Sabe-se que uma criança com obesidade central não necessariamente apresenta um elevado percentual de gordura corporal<sup>6</sup>. É importante ressaltar que uma maior quantidade de gordura visceral está correlacionada a um pior perfil lipídico<sup>7-10</sup>, pressão arterial elevada<sup>7</sup> e resistência à insulina<sup>8</sup> em crianças e adolescentes. Por isso, torna-se importante avaliar a presença de obesidade central por meio de medidas corporais de boa acurácia na infância.

A tomografia computadorizada e a ressonância magnética são métodos referência para avaliar obesidade central por estimarem a quantidade de gordura intra-abdominal e subcutânea. Entretanto, o alto custo e a dose de radiação para o uso em crianças dificultam a aplicação dessas técnicas em larga escala<sup>11</sup>. A absorciometria de raio-X de dupla energia (DEXA) é uma técnica relativamente simples para avaliar gordura central em crianças de todas as idades, pois estima a quantidade de gordura na região andróide e troncal<sup>12-14</sup>. No entanto, o alto custo e a execução complexa dificultam o seu uso em estudos epidemiológicos e na prática clínica, sendo necessários métodos de baixo custo e de simples execução.

O perímetro da cintura (PC), perímetro do pescoço (PP) e relação cintura-estatura (RCE) são métodos simples para avaliar obesidade central e se correlacionam com alterações cardiometabólicas em crianças<sup>15-18</sup>. Outros índices que avaliam a gordura central, tais como a relação cintura-quadril (RCQ) e o índice de conicidade (IC), mostraram-se associados às alterações cardiometabólicas em adultos<sup>19,20</sup>.

Diante de uma ampla variedade de medidas propostas para crianças que predizem a obesidade central, é importante avaliar a efetividade das mesmas na estimativa da gordura central em comparação a métodos de referência. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de diferentes medidas corporais em prever a gordura andróide e troncal avaliadas pelo DEXA em crianças pré-púberes brasileiras.

## MÉTODOS

### *População e delineamento do estudo*

Trata-se de um estudo transversal de base populacional que foi realizado com crianças de 8 e 9 anos de idade, matriculadas em escolas públicas e privadas da zona urbana do município de Viçosa-MG. O município de Viçosa-MG está localizado na Zona da Mata Mineira, a 227 km da capital Belo Horizonte. De acordo com o Censo 2010, Viçosa apresenta uma extensão territorial de 299 km<sup>2</sup> e 72.244 habitantes, sendo que 67,3% residem em zona urbana. O Produto Interno Bruto (PIB) per capita é de R\$ 7.704,50<sup>21</sup>. A cidade de Viçosa possui uma população de, aproximadamente, 1.600 crianças na faixa etária de 8 e 9 anos, matriculadas em escolas da zona urbana<sup>22</sup>.

Os participantes deste estudo foram provenientes da Pesquisa de Avaliação da Saúde do Escolar (PASE), investigação transversal de base populacional com crianças matriculadas em escolas urbanas, com o objetivo de avaliar a saúde cardiovascular deste público infantil no município de Viçosa, MG, Brasil. Em 2015, o município contava com 17 escolas públicas e sete particulares na zona urbana que atendiam crianças de 8 e 9 anos, totalizando 1464 crianças matriculadas.

O cálculo do tamanho amostral foi realizado com auxílio do *software OpenEpi* (Versão 3.01), levando-se em consideração a prevalência de 10,7% de obesidade<sup>23</sup>, erro tolerado de 3%, nível de confiança de 95% e acréscimo de 14% para cobertura de perdas, totalizando 372 crianças a serem estudadas. Em seguida, considerando a proporção numérica de cada escola, o número de crianças foi calculado em cada escola. A seleção dos alunos por escola foi realizada por meio de sorteio aleatório, até completar o número de alunos necessários para cada escola.

Foi realizado um estudo piloto com 10% da amostra, incluindo as crianças de 8 e 9 anos matriculadas em uma escola, selecionada de forma aleatória, e que não participaram da pesquisa. Por meio do estudo piloto, foi possível testar a aplicação dos questionários e medidas antropométricas.

Não foram incluídas as crianças que utilizavam medicamentos, bem como as crianças da Associação de Pais e Amigos dos Alunos Excepcionais (APAE). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (parecer nº 663.171) e financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

### ***Avaliação antropométrica***

A coleta de dados foi realizada em ambiente apropriado por um membro da equipe treinado, com os voluntários sem calçados e usando roupas leves. O peso foi aferido em balança digital eletrônica, com capacidade de 150 kg e precisão de 0,1 kg (*Tanita*® Modelo Ironman BC 553, Tanita Corporation of America Inc., Arlington Heights, USA) e a estatura foi determinada utilizando um estadiômetro, dividido em centímetros e subdividido em milímetros (*Altuxata*®, Belo Horizonte, Brasil) de acordo com Jelliffe<sup>24</sup>.

Com os dados obtidos de peso e estatura, foi calculado o Índice de Massa Corporal (IMC), e para a classificação do estado nutricional das crianças foram utilizados os pontos de corte de IMC por idade (IMC/I) em escore-z, estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde<sup>25</sup>.

### ***Gordura central***

Para mensurar o perímetro da cintura (PC) foi utilizada fita métrica inextensível, com precisão de 0,1 cm (*TBW*®, São Paulo, Brasil), no ponto médio da distância entre a crista ilíaca ântero-superior e a última costela. As crianças permaneceram em posição ereta, com o abdômen relaxado, braços lateralmente ao corpo, pés unidos e seu peso igualmente sustentado pelas duas pernas<sup>26</sup>.

O perímetro do pescoço (PP) foi avaliado com a criança em pé, ereta com a cabeça, no plano horizontal de Frankfurt, utilizando uma fita métrica inextensível (*TBW*®, São Paulo, Brasil), exatamente abaixo da proeminência laríngea no pescoço, perpendicularmente ao maior eixo do pescoço. Foi exercida pressão mínima, de forma que permita o contato completo da fita com a pele<sup>26</sup>.

O cálculo da RCE foi realizado a partir da medida do perímetro da cintura (cm) dividido pela estatura (cm)<sup>27</sup>.

A RCQ foi obtida pela medida do perímetro da cintura (cm) dividido pelo quadril (cm). Para aferição do perímetro do quadril foi utilizado uma fita métrica inextensível, com precisão de 0,1 cm (*TBW*®, São Paulo, Brasil), posicionada horizontalmente ao redor do quadril na parte mais saliente dos glúteos. Os voluntários permaneceram em posição ortostática, pés unidos e seu peso igualmente sustentado pelas duas pernas<sup>26</sup>.

O índice de conicidade (IC) foi calculado a partir das medidas de perímetro da cintura (m), peso (kg) e estatura (m), de acordo com fórmula proposta por Valdez<sup>28</sup>.

$$IC = \frac{\text{perímetro da cintura (m)}}{0,109 \sqrt{\frac{\text{peso (kg)}}{\text{estatura (m)}}}}$$

Para classificação de todas as medidas, foram utilizados os pontos de corte com melhores valores de sensibilidade e especificidade para gordura andróide.

### ***Gordura andróide e troncal***

A gordura nas regiões andróide e troncal foram determinadas pela absorciometria de raios-X de dupla energia (DEXA) (Lunar Prodigy Advance; GE Medical Systems Lunar, Milwaukee, WI, USA), utilizando-se o software do próprio equipamento para análise de composição corporal. As crianças permaneceram em posição supina sobre a mesa e os raios foram emitidos e medidos por um detector discriminante de energia. Além disso, os voluntários seguiram um protocolo estabelecido pelo laboratório para realização do mesmo, sendo necessário estar com roupa leve, sem brinco, pulseira ou qualquer adorno de metal.

A gordura andróide compreende a região entre as costelas e a pelve, sendo que a demarcação superior foi feita a 20% da distância da crista ilíaca e do pescoço, e a demarcação inferior feita acima da pelve. A medida da região troncal contém as áreas do pescoço, tórax, abdominal e pélvica, sendo o seu limite superior marcado na borda inferior do queixo e o limite inferior no intercepto da cabeça femoral, sem tocar a borda da pelve<sup>14</sup>. Não foi encontrado na literatura pontos de corte para o diagnóstico gordura andróide e troncal elevados em crianças. Por isso, considerou-se como valores aumentados o percentil 90 da amostra de acordo com a idade e sexo (gordura andróide: meninas 8 anos – 34,60%; 9 anos – 43,49%; meninos 8 anos – 33,71%; 9 anos – 33,96%; gordura troncal: meninas 8 anos – 37,10%; 9 anos – 40,06%; meninos – 8 anos – 33,90%; 9 anos – 34,12%).

### ***Análises estatísticas***

As análises estatísticas foram realizadas no *software SPSS for Windows*, versão 20.0 (SPSS Inc. Chicago, USA). O teste de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov* foi utilizado para determinar se as variáveis quantitativas apresentavam distribuição normal.

Foram realizadas análises descritiva dos dados, por meio de frequências, medianas e intervalo interquartil. As comparações de medianas foram realizadas pelo teste de *Mann-Whitney*. O teste de Qui-Quadrado de *Pearson* foi utilizado para comparar as frequências de excesso de peso e excesso de gordura central segundo sexo; o coeficiente de correlação de *Spearman* para estimar a correlação entre as medidas de gordura central e o percentual de gordura andróide e troncal.

As curvas *Receiver Operating Characteristic (ROC)* determinaram a efetividade das medidas de gordura central em predizer excesso de gordura andróide e troncal segundo o DEXA. Além disso, foram estimados os pontos de corte de gordura central com melhores valores de sensibilidade (S) e especificidade (E), valores preditivos positivo (VPP) e negativo (VPN) para as diferentes medidas corporais. O nível de significância adotado para todos os testes de hipóteses foi de 5%.

## **RESULTADOS**

De acordo com as medidas de gordura central, foram observadas maiores medianas de PP e RCQ entre os meninos ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1). Observou-se uma prevalência de excesso de gorduras andróide e troncal em 12,1% ( $n=45$ ) e 9,4% ( $n=35$ ) das crianças, respectivamente (Tabela 2).

A prevalência de excesso de gordura central em crianças eutróficas foi baixa para PC ( $n=3$ ; 1,2%), PP ( $n=7$ ; 2,8%), RCE ( $n=5$ ; 2,0%), RCQ ( $n=7$ ; 2,8%) e gordura andróide ( $n=1$ ; 0,4%). Nenhuma criança eutrófica apresentou excesso de gordura troncal.

Todos os parâmetros antropométricos de gordura central estiveram correlacionados com a gordura andróide e troncal, entretanto o PC e a RCE apresentaram correlações mais fortes quando comparados aos demais parâmetros para ambos os sexos. Em meninos, o PP também apresentou boa correlação com a gordura andróide e troncal (Tabela 3).

A curva ROC mostrou que o PC e a RCE se destacaram para predizer excesso de gordura andróide/troncal em relação às outras medidas (Tabela 4). Por meio dos valores de S, E, VPP e VPN, foi possível sugerir pontos de corte para as medidas de gordura central preditoras de gorduras andróide e troncal, de acordo com o sexo (Tabela 5).

## DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou que o PC e a RCE se destacaram como bons preditores de obesidade central em crianças pré-púberes segundo o DEXA. Também merece destaque o uso do PP em meninos.

A prevalência de obesidade central estimada por todos os parâmetros antropométricos foi muito baixa nas crianças eutróficas. Esse resultado é diferente do obtido por um estudo com crianças e adolescentes espanhóis, que demonstrou uma alta prevalência de PC e RCE aumentados, mesmo entre aqueles classificados como eutróficos ou com sobrepeso, ressaltando a importância do uso desses parâmetros como rotina na prática clínica<sup>29</sup>. Resultados como esses demonstraram que o IMC/I, PC e RCE não são substituíveis, e sim complementares, uma vez que o IMC não avalia o acúmulo de gordura central.

O PC é uma medida de fácil execução, baixo custo e de boa acurácia para a população pediátrica<sup>30</sup>. Em crianças pré-púberes, o PC apresenta baixa capacidade de distinguir tecido adiposo intra-abdominal e subcutâneo<sup>31</sup>. No entanto, Taylor et al.<sup>11</sup> indicaram que o PC é um bom preditor de gordura troncal, assim como no presente estudo. Por isso, é recomendada a sua utilização em triagens para avaliar a obesidade central em crianças.

Assim como o PC, a RCE foi uma boa preditora de obesidade central em crianças brasileiras pré-púberes. Por ser um parâmetro independente do sexo e da idade, a RCE se destacou recentemente como um bom preditor de obesidade central em diferentes faixas etárias<sup>32,33</sup>. A partir de estudos que avaliaram a associação entre RCE e riscos cardiometabólicos em adultos, foi proposto o ponto de corte de 0,50. Sua aplicação na população pediátrica é plausível pelo fato de apresentar fraca associação com a idade<sup>27</sup>.

É importante ressaltar que o PC e a RCE, além de serem bons preditores de obesidade central, podem auxiliar na triagem de riscos cardiometabólicos. O *Bogalusa*

*Heart Study* indicou que a gordura acumulada na região abdominal está associada ao aumento das concentrações de triglicerídeos, LDL-colesterol, insulina e baixas concentrações de HDL-colesterol em crianças e adolescentes<sup>8</sup>.

Em meninos deste estudo, o PP foi um bom preditor de gordura central. Por ser uma medida fácil, prática, de boa reprodutibilidade e possuir uma menor variação durante o dia em comparação ao PC, pode ser utilizada em pré-púberes<sup>17,34</sup>. Em crianças americanas, o PP foi inferior ao IMC para predizer excesso de peso<sup>35</sup>. No entanto, por possuir pontos de corte específicos para crianças, é possível sua utilização de forma complementar a outros parâmetros, como por exemplo ao IMC, PC e RCE.

Neste estudo, a RCQ foi inferior aos outros parâmetros para predizer obesidade central em crianças, quando comparada ao DEXA. Resultados semelhantes foram encontrados por outros estudos onde a RCQ foi inferior para refletir gordura troncal obtida pelo DEXA<sup>11</sup> e intra-abdominal avaliada por tomografia computadorizada<sup>6</sup> e ressonância magnética<sup>36</sup> em crianças e adolescentes. A RCQ é uma medida utilizada para avaliar a distribuição de gordura corporal em adultos, no entanto os seus pontos de corte ainda não estão bem estabelecidos em todas as faixas etárias<sup>37</sup>. Estudo com adultos apontou que a RCQ não reflete adequadamente a mudança na gordura visceral, por isso não deveria ser indicado para avaliar obesidade central<sup>38</sup>.

Semelhante aos nossos resultados, estudo com crianças e adolescentes venezuelanos mostrou que o IC foi superior à RCQ, sendo um parâmetro importante na avaliação da distribuição de gordura corporal<sup>39</sup>. O IC avalia o PC em relação ao peso e a estatura, e parte do pressuposto de que o corpo humano modifica-se de uma forma cilíndrica para uma forma em cone-duplo, com acúmulo de gordura na região abdominal<sup>28</sup>. Assim como a RCQ, o IC não apresenta ponto de corte específico para crianças, o que pode dificultar o seu uso rotineiro.

A análise na curva ROC permitiu estimar pontos de corte de medidas preditoras de excesso de gordura andróide e troncal, de acordo com o sexo. Esta análise não foi estratificada pela idade em função do tamanho amostral e da semelhança fisiológica entre as crianças de 8 e 9 anos.

O DEXA é um método incapaz de distinguir gordura intra-abdominal e subcutânea. No entanto, as gorduras andróide e troncal obtidas pelo DEXA estão fortemente correlacionadas à gordura intra-abdominal em crianças<sup>31</sup>.

Alguns pontos positivos deste estudo devem ser destacados. A amostra foi homogênea em relação à maturação sexual, sendo constituída por crianças pré-púberes,

o que contribui para a redução de suas possíveis influências na composição corporal. Além disso, a avaliação antropométrica foi realizada por um único pesquisador, o que contribuiu para a redução de vieses na aferição das medidas. Este estudo permite contribuir para o estabelecimento de pontos de corte de gordura central para diversas medidas corporais em crianças pré-púberes brasileiras, uma vez que não há um consenso nacional para pontos de corte de percentuais de gorduras andróide e troncal específicos para crianças.

Com o avanço tecnológico, diferentes métodos foram desenvolvidos para avaliar a quantidade e distribuição de gordura corporal, como a tomografia computadorizada, a ressonância magnética e o DEXA. Entretanto, a facilidade do uso e o menor custo das medidas antropométricas, evidenciam a necessidade de avaliar a eficácia destas na estimativa da gordura central segundo métodos referência. Este estudo permite concluir que o PC e a RCE são bons preditores para a estimativa da obesidade central em relação ao DEXA em crianças brasileiras pré-púberes, sendo útil a inclusão destas medidas na prática clínica e em estudos populacionais.

## REFERÊNCIAS

1. Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SS, Berenson GS. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: The Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*. 1999; 103(6): 1175-1182.
2. Juonala M, Magnussen CG, Berenson GS, Venn A, Burns TL, Sabin MA, et al. Childhood adiposity, adult adiposity, and cardiovascular risk factors. *N Engl J Med*. 2011; 365(20): 1876-1885.
3. Savva SC, Tornaritis M, Savva ME, Kourides Y, Panagi A, Silikiotou N, et al. Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000; 24(11): 1453– 1458.
4. Chiarelli F, Marcovecchio ML. Insulin resistance and obesity in childhood. *Eur J Endocrinol*. 2008; 159(Supl.1): S67–S74.
5. Sjöström CD, Håkangård AC, Lissner L, Sjöström L. Body compartment and subcutaneous adipose tissue distribution-risk factor patterns in obese subjects. *Obes Res*. 1995; 3(1): 9–22.
6. Goran MI, Gower BA, Treuth M, Nagy TR. Prediction of intra-abdominal and subcutaneous abdominal adipose tissue in healthy prepubertal children. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1998; 22(6): 549–558.

7. Daniels SR, Morrison JA, Sprecher DL, Khoury P, Kimball TR. Association of body fat distribution and cardiovascular risk factors in children and adolescents. *Circulation*. 1999; 99(4): 541–545.
8. Freedman DS, Serdula MK, Srinivasan SR, Berenson GS. Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in children and adolescents: the Bogalusa Heart study. *Am J Clin Nutr*. 1999; 69(2): 308-317.
9. Gillum RF. Distribution of waist-to-hip ratio, other indices of body fat distribution and obesity and associations with HDL cholesterol in children and young adults ages 4–19 years: the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1999; 23(6): 556–563.
10. Gower BA, Nagy TR, Goran MI. Visceral fat, insulin sensitivity and lipids in prepubertal children. *Diabetes*. 1999; 48(8): 1515–1521.
11. Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3-19 y. *Am J Clin Nutr*. 2000; 72(2): 490-495.
12. Goulding A, Taylor RW, Gold E, Lewis-Barned NJ. Regional body fat distribution in relation to pubertal stage: a dual-energy x-ray absorptiometry study of New Zealand girls and young women. *Am J Clin Nutr*. 1996; 64(4): 546–551.
13. Lohman TG. *Advances in body composition assessment*. Champaign: Human Kinetics, 1992.
14. Mazess RB, Barden HS, Hanson J. Dual-energy x-ray absorptiometry for total body and regional bone-mineral and soft-tissue composition. *Am J Clin Nutr*. 1990; 51(6): 1106-1112.
15. Blüher S, Molz E, Wiegand S, Otto KP, Sergejev E, et al. Adiposity Patients Registry Initiative and German Competence Net Obesity. Body mass index, waist circumference, and waist-to-height ratio as predictors of cardiometabolic risk in childhood obesity depending on pubertal development. *J Clin Endocrinol Metab*. 2013; 98(8): 3384–3393.
16. Gröber-Grätz D, Widhalm K, de Zwaan M, Reinehr T, Blüher S, Schwab KO, et al. Body mass index or waist circumference: which is the better predictor for hypertension and dyslipidemia in overweight/obese children and adolescents? Association of cardiovascular risk related to body mass index or waist circumference. *Horm Res Paediatr*. 2013; 80(3): 170–178.
17. Hatipoglu N, Mazicioglu MM, Kurtoglu S, Kendirci M. Neck circumference: an additional tool of screening overweight and obesity in childhood. *Eur J Pediatr*. 2010; 169(6): 733–739.
18. Nafiu OO, Burke C, Lee J, Voepel-Lewis T, Malviya S, Tremper KK. Neck circumference as a screening measure for identifying children with high body mass index. *Pediatrics*. 2010; 126(2): e306–310.

19. Taylor RW, Keil D, Gold EJ, Williams SM, Goulding A. Body mass index, waist girth, and waist-to-hip ratio as indexes of total and regional adiposity in women: evaluation using receiver operating characteristic curves. *Am J Clin Nutr.* 1998; 67(1): 44–49.
20. Valdez R, Seidell JC, Ahn YI, Weiss KM. A new index of abdominal adiposity as an indicator of risk for cardiovascular disease. A cross population study. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1993; 17(3): 77–82.
21. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acessado em: 16 agosto 2014.
22. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Matrícula no Ensino Fundamental da cidade de Viçosa-MG (2014). Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/basica-censo-escolar-matricula>. Acesso em: 20 de março de 2015.
23. Novaes JF, Priore SE, Franceschini SCC, Lamounier JA. Does the body mass index reflect cardiovascular risk factors in Brazilian children? *J Trop Pediatr.* 2013; 59(1): 43-48.
24. Jelliffe DB. Evaluación del estado de nutrición de la comunidad. Organización Mundial de Salud, Ginebra, 1968. (OMS – Série monografias -53).
25. World Health Organization. Growth reference data for 5-19 years. Geneva: WHO, 2007.
26. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, IL: Human Kinetics Books, 1988.
27. Ashwell M, Hsieh SD. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. *Int J Food Sci Nutr.* 2005; 56(5): 303–307.
28. Valdez R. A simple model-based index of abdominal adiposity. *J Clin Epidemiol.* 1991; 44(9): 955-956.
29. Schroder H, Ribas L, Koebnick C, Funtikova A, Gomez SF, Fito M, et al. Prevalence of abdominal obesity in Spanish children and adolescents. Do we need waist circumference measurements in pediatric practice? *PLoS One.* 2014; 9(1): e87549.
30. Mueller WH, Kaplowitz HJ. The precision of anthropometric assessment of body fat distribution in children. *Ann Hum Biol.* 1994; 21(3): 267-274.
31. Goran MI, Gower BA. Relation between visceral fat and disease risk in children and adolescents. *Am J Clin Nutr.* 1999; 70(1): 149S-156S.

32. Li C, Ford ES, Mokdad AH, Cook S. Recent trends in waist circumference and waist-height ratio among US children and adolescents. *Pediatrics*. 2006; 118(5): e1390-e1398.
33. McCarthy HD, Ashwell M. A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message - 'keep your waist circumference to less than half your height'. *Int J Obes (Lond)*. 2006; 30(6): 988–992.
34. LaBerge RC, Vaccani JP, Gow RM, Gaboury I, Hoey L, Katz SL. Inter- and intra-rater reliability of neck circumference measurements in children. *Pediatr Pulmonol*. 2009; 44(1): 64–69.
35. Kim Y, Lee JM, Laurson K, Bai Y, Gaesser GA, Welk GJ. Accuracy of neck circumference in classifying overweight and obese US children young. *ISRN Obes*. 2014; 2014(1): 781841.
36. Fox K, Peters D, Armstrong N, Sharpe P, Bell M.. Abdominal fat deposition in 11-year-old children. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1993; 17(1): 11–16.
37. Molarius A, Seidell JC. Selection of anthropometric indicators for classification of abdominal fatness - a critical review. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1998; 22(8): 719-727.
38. Van der Kooy K, Leenen R, Seidell JC, Deurenberg P, Droop A, Bakker CJ. Waist-hip ratio is a poor predictor of changes in visceral fat. *Am J Clin Nutr*. 1993; 57(3): 327–333.
39. Pérez B, Landaeta-Jimenez M, Vasquez M. Fat distribution in Venezuelan children and adolescents estimated by the conicity index and waist/hip ratio. *Am J Hum Biol*. 2002; 14(1): 15-20.

## TABELAS E FIGURAS

**Tabela 1.** Distribuição dos parâmetros antropométricos e de gordura central em crianças. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.

Parâmetros	Total	Meninas	Meninos	p-valor
	Mediana (IQT)	Mediana (IQT)	Mediana (IQT)	
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	16,52 (15,09-19,36)	16,65 (14,90-19,83)	16,49 (15,25-18,70)	0,972
PC (cm)	57,85 (53,73-65,88)	57,25 (53,00-66,85)	58,00 (54,98-64,63)	0,245
PP (cm)	27,00 (26,00-28,25)	26,70 (25,50-28,00)	27,40 (26,28-28,50)	0,001*
RCE	0,43 (0,41-0,47)	0,43 (0,40-0,48)	0,43 (0,41-0,47)	0,708
RCQ	0,83 (0,80-0,86)	0,82 (0,79-0,86)	0,84 (0,82-0,86)	0,002*
IC	1,12 (1,10-1,17)	1,12 (1,09-1,17)	1,13 (1,11-1,17)	0,074
Gordura andróide (%)	14,90 (7,10-26,33)	17,60 (8,93-28,23)	9,65 (6,00-22,35)	<0,001*
Gordura troncal (%)	18,15 (11,20-29,00)	20,95 (13,80-31,53)	14,10 (8,65-25,78)	<0,001*

IQT: intervalo interquartil; IMC: Índice de Massa Corporal; PC: perímetro da cintura; PP: perímetro do pescoço; RCE: relação cintura-estatura; RCQ: relação cintura-quadril; IC: índice de conicidade.

Teste de Mann-Whitney. \*p<0,05

**Tabela 2.** Prevalências de excesso de peso e de obesidade central avaliado por diferentes parâmetros antropométricos e de gordura central em crianças de acordo com o sexo. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.

Parâmetros	Total n(%)	Meninas n(%)	Meninos n(%)	p-valor
Escore-Z IMC/I				
Excesso de peso	123 (33,1%)	68 (35,1%)	55 (30,9%)	0,395
Sem excesso de peso	249 (66,9%)	126 (64,9%)	123 (69,1%)	
PC				
Aumentado	88 (23,7%)	44 (22,7%)	44 (24,7%)	0,644
Normal	284 (76,3%)	150 (77,3%)	134 (75,3%)	
PP				
Aumentado	83 (22,3%)	42 (21,6%)	41 (23,0%)	0,749
Normal	289 (77,7%)	152 (78,4%)	137 (77,0%)	
RCE				
Aumentada	91 (24,5%)	56 (28,9%)	35 (19,7%)	0,039*
Normal	281 (75,5%)	138 (71,1%)	143 (80,3%)	
RCQ				
Aumentada	96 (25,8%)	56 (28,9%)	40 (22,5%)	0,159
Normal	276 (74,2%)	138 (71,1%)	138 (77,5%)	
IC				
Aumentado	122 (32,8%)	70 (36,1%)	52 (29,2%)	0,159
Normal	250 (67,2%)	124 (63,9%)	126 (70,8%)	
Gordura andróide (%)				
Aumentada	45 (12,1%)	28 (14,4%)	17 (9,6%)	0,149
Normal	327 (87,9%)	166 (85,6%)	161 (90,4%)	
Gordura troncal (%)				
Aumentada	35 (9,4%)	18 (9,3%)	17 (9,6%)	0,928
Normal	337 (90,6%)	176 (90,7%)	161 (90,4%)	

IMC/I: Índice de Massa Corporal por Idade; PC: perímetro da cintura; PP: perímetro do pescoço; RCE: relação cintura-estatura; RCQ: relação cintura-quadril; IC: índice de conicidade. Excesso de peso: sobrepeso e obesidade pelo IMC/I.

\*Teste de Qui-Quadrado de Pearson, p<0,05

**Tabela 3.** Correlações entre parâmetros antropométricos/gordura central e gorduras andróide/troncal em crianças, de acordo com o sexo. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.

% Gordura Andróide	Total		Meninas		Meninos	
	r (IC95%)	p-valor	r (IC95%)	p-valor	r (IC95%)	p-valor
PC (cm)	0,798 (0,756-0,841)	<0,001	0,839 (0,782-0,877)	<0,001	0,840 (0,774-0,878)	<0,001
PP (cm)	0,627 (0,552-0,686)	<0,001	0,683 (0,577-0,752)	<0,001	0,710 (0,630-0,769)	<0,001
RCE	0,781 (0,729-0,826)	<0,001	0,824 (0,762-0,864)	<0,001	0,787 (0,702-0,845)	<0,001
RCQ	0,334 (0,240-0,425)	<0,001	0,518 (0,391-0,618)	<0,001	0,225 (0,068-0,386)	0,003
IC	0,550 (0,467-0,630)	<0,001	0,653 (0,555-0,734)	<0,001	0,504 (0,379-0,630)	<0,001
% Gordura Troncal	Total		Meninas		Meninos	
	r (IC95%)	p-valor	r (IC95%)	p-valor	r (IC95%)	p-valor
PC (cm)	0,826 (0,786-0,864)	<0,001	0,871 (0,819-0,902)	<0,001	0,883 (0,825-0,917)	<0,001
PP (cm)	0,643 (0,565-0,701)	<0,001	0,687 (0,577-0,753)	<0,001	0,757 (0,674-0,812)	<0,001
RCE	0,797 (0,746-0,842)	<0,001	0,848 (0,793-0,899)	<0,001	0,805 (0,724-0,862)	<0,001
RCQ	0,307 (0,210-0,401)	<0,001	0,488 (0,377-0,604)	<0,001	0,212 (0,068-0,374)	0,005
IC	0,550 (0,472-0,633)	<0,001	0,646 (0,534-0,729)	<0,001	0,529 (0,405-0,647)	<0,001

PC: perímetro da cintura; PP: perímetro do pescoço; RCE: relação cintura-estatura; RCQ: relação cintura-quadril; IC: índice de conicidade; IC95%: intervalo de confiança de 95%.

Coefficiente de Correlação de Spearman.

**Tabela 4.** Áreas sob a curva *Receiver Operating Characteristic* (ROC) da capacidade de parâmetros antropométricos em estimar excesso de gorduras andróide e troncal de acordo com o sexo. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.

<b>↑% Gordura Andróide</b>	<b>Total</b>		<b>Meninas</b>		<b>Meninos</b>	
	<b>AUC (IC95%)</b>	<b>p-valor</b>	<b>AUC (IC95%)</b>	<b>p-valor</b>	<b>AUC (IC95%)</b>	<b>p-valor</b>
PC (cm)	0,950 (0,928-0,972)	<0,001	0,952 (0,923-0,981)	<0,001	0,951 (0,916-0,985)	<0,001
PP (cm)	0,884 (0,837-0,931)	<0,001	0,885 (0,826-0,944)	<0,001	0,919 (0,863-0,976)	<0,001
RCE	0,952 (0,931-0,973)	<0,001	0,945 (0,914-0,976)	<0,001	0,960 (0,930-0,990)	<0,001
RCQ	0,799 (0,724-0,874)	<0,001	0,830 (0,745-0,915)	<0,001	0,780 (0,645-0,914)	<0,001
IC	0,876 (0,814-0,938)	<0,001	0,892 (0,821-0,964)	<0,001	0,856 (0,756-0,966)	<0,001
<b>↑% Gordura Troncal</b>	<b>Total</b>		<b>Meninas</b>		<b>Meninos</b>	
	<b>AUC (IC95%)</b>	<b>p-valor</b>	<b>AUC (IC95%)</b>	<b>p-valor</b>	<b>AUC (IC95%)</b>	<b>p-valor</b>
PC (cm)	0,958 (0,936-0,979)	<0,001	0,943 (0,908-0,977)	<0,001	0,971 (0,945-0,997)	<0,001
PP (cm)	0,891 (0,836-0,946)	<0,001	0,850 (0,768-0,931)	<0,001	0,914 (0,914-0,993)	<0,001
RCE	0,967 (0,949-0,985)	<0,001	0,953 (0,921-0,985)	<0,001	0,981 (0,963-1,000)	<0,001
RCQ	0,833 (0,753-0,913)	<0,001	0,833 (0,724-0,941)	<0,001	0,838 (0,724-0,952)	<0,001
IC	0,894 (0,833-0,955)	<0,001	0,890 (0,807-0,972)	<0,001	0,899 (0,809-0,989)	<0,001

PC: perímetro da cintura; PP: perímetro do pescoço; RCE: relação cintura-estatura; RCQ: relação cintura-quadril; IC: índice de conicidade; AUC: área sob a curva; IC95%: intervalo de confiança de 95%.

**Tabela 5.** Valores de medidas de gordura central com melhores sensibilidades e especificidades para predizer excesso de gorduras andróide e troncal em crianças, de acordo com o sexo. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.

Parâmetros	↑%Gordura Andróide				↑%Gordura Troncal			
	Ponto de corte	S (IC95%)	E (IC95%)	VPP/VPN	Ponto de corte	S (IC95%)	E (IC95%)	VPP/VPN
<b>Meninas</b>								
PC (cm)	67,00	92,86 (76,50-98,90)	88,55 (82,70-93,00)	57,8/98,7	67,00	100,00 (81,30-100,00)	84,66 (78,50-89,60)	40,0/100,0
PP (cm)	28,40	78,57 (59,00-91,70)	86,14 (79,90-91,00)	48,9/96,0	28,40	77,78 (52,40-93,50)	82,39 (75,90-87,70)	31,1/97,3
RCE	0,47	96,43 (81,60-99,40)	83,73 (77,20-89,00)	50,0/99,3	0,49	94,44 (72,60-99,10)	86,93 (81,00-91,50)	42,5/99,4
RCQ	0,85	71,43 (51,30-86,70)	81,93 (75,20-87,50)	40,0/94,4	0,87	72,22 (46,50-90,20)	86,36 (80,40-91,10)	35,1/96,8
IC	1,14	92,86 (76,50-98,90)	74,70 (67,40-81,10)	38,2/98,4	1,19	77,78 (52,40-93,50)	88,07 (82,30-92,50)	40,0/97,5
<b>Meninos</b>								
PC (cm)	64,50	100,00 (80,30-100,00)	83,23 (76,50-88,60)	38,6/100,0	64,50	100,00 (80,30-100,00)	83,23 (76,50-88,60)	38,6/100,0
PP (cm)	28,60	88,24 (63,50-98,20)	83,85 (77,20-89,20)	36,6/98,5	28,60	94,12 (71,20-99,00)	84,47 (77,90-89,70)	39,0/99,3
RCE	0,48	94,12 (71,20-99,00)	90,06 (84,40-94,20)	50,0/99,3	0,48	100,00 (80,30-100,00)	90,68 (85,10-94,70)	53,1/100,0
RCQ	0,87	70,59 (44,10-89,60)	81,37 (74,50-87,10)	28,6/96,3	0,89	70,59 (44,10-89,60)	90,68 (85,10-94,70)	44,4/96,7
IC	1,16	82,35 (56,60-96,00)	79,50 (72,40-85,40)	29,8/97,7	1,16	88,24 (63,50-98,20)	80,12 (73,10-86,00)	31,9/98,5

PC: perímetro da cintura; PP: perímetro do pescoço; RCE: relação cintura-estatura; RCQ: relação cintura-quadril; IC: índice de conicidade; S: sensibilidade; E: especificidade; IC95%: intervalo de confiança de 95%, VPP: valor preditivo positivo; VPN: valor preditivo negativo.

### 5.3. Artigo 3: Parâmetros de gordura corporal total e central são bons preditores de resistência à insulina em crianças: um estudo de base-populacional do PASE-Brasil

#### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar a capacidade preditiva de parâmetros de gordura corporal total e central para resistência à insulina. **Métodos:** Estudo transversal com 372 crianças de 8 e 9 anos matriculadas em todas as escolas públicas e privadas do município de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Foram avaliadas as capacidades preditivas de parâmetros de gordura corporal total (Índice de Adiposidade Corporal – IAC, Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico – IACp, equações preditivas de dobras cutâneas, Absorciometria de Raio-X de Dupla Energia - DEXA) e central (perímetro da cintura e do pescoço, relação cintura-estatura, relação cintura-quadril, índice de conicidade, razão gordura andróide-ginóide e gorduras andróide e troncal obtidas pelo DEXA) para a resistência à insulina por meio de análises na curva *Receiver Operating Characteristic* (ROC) e na regressão logística. **Resultados:** Quase 10% das crianças apresentaram resistência à insulina. De acordo com as áreas sob a curva ROC e a análise de regressão logística, todos os parâmetros de gordura corporal foram significantes para predizer resistência à insulina. Alguns parâmetros de gordura total (IACp, equações preditivas de dobras cutâneas e DEXA) e central (perímetro da cintura, relação cintura-estatura, gordura andróide e troncal) apresentaram maior destaque para esta predição. **Conclusão:** Todos os parâmetros avaliados foram capazes de predizer resistência à insulina, sendo que alguns métodos de fácil obtenção e baixo custo, como o IACp, as equações de dobras cutâneas, o perímetro da cintura e a relação cintura-estatura, apresentaram maior destaque. Estes resultados visam contribuir com parâmetros capazes de predizer a resistência à insulina, em condição da ausência de marcadores bioquímicos.

**Palavras-chave:** Antropometria; Distribuição de Gordura Corporal; Obesidade Abdominal; Adiposidade; Razão de Chances

**Total and central fat parameters are good predictors of insulin resistance in children: a population-based study of the PASE-Brazil**

**ABSTRACT**

**Objective:** To evaluate the predictive ability of the total and central body fat parameters for insulin resistance. **Methods:** Cross-sectional study with 372 children aged 8 and 9 years enrolled in all public and private schools in the city of Viçosa, Minas Gerais, Brazil. The predictive capacity of total body fat parameters were evaluated (Body Adiposity Index - BAI, Pediatric Body Adiposity Index- BAIP, bipolar and tetrapolar impedances (BIA) and skinfold predictive equations of Slaughter et al., Dual Energy X-ray Absorptiometry- DEXA) and central (waist and neck circumference, waist-height and waist-hip ratio, conicity index, android-gynoid fat ratio, android and trunk fats obtained by DEXA) to insulin resistance through analysis on the curve Receiver Operating characteristic (ROC) and logistic regression. **Results:** Almost 10% of children had insulin resistance. According to the areas under the ROC curve and logistic regression analysis, all body fat parameters were significant for predicting insulin resistance. Some total fat parameters (BAIP, skinfold predictive equations and DEXA) and central (waist circumference, waist-height ratio, android and trunk fats) showed greater emphasis on this prediction. **Conclusion:** All parameters were able to predict insulin resistance, and some methods readily available and low cost, as the BAIP, the skinfold predictive equations, waist circumference and waist-height ratio, showed greater prominence. These results aim to contribute new parameters to evaluate the prediction of insulin resistance, not replace diagnosis by biochemical markers.

**Keywords:** Antropometry; Body Fat Distribution; Abdominal Obesity; Adiposity; Odds Ratio

## INTRODUÇÃO

A prevalência de obesidade infantil é crescente em todo o mundo, estando associada a diferentes comorbidades<sup>1,2</sup>. Dados do *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES 2009-2012) mostraram que 19,2% das crianças e adolescentes de 7 a 12 anos são obesos<sup>3</sup>, enquanto que 21,8% de crianças e adolescentes de 6 a 11 anos apresentaram obesidade abdominal (NHANES 2011-2012)<sup>4</sup>.

Muitos estudos mostraram que o excesso de gordura na região central, comparado a gordura periférica, está associado ao desenvolvimento de resistência à insulina<sup>5,6</sup>, a qual é caracterizada pela reduzida captação celular de glicose em relação à concentração de insulina<sup>7</sup>. Alguns autores demonstraram que o acúmulo de gordura intramuscular inibe a translocação do GLUT-4 para a membrana plasmática, que é um transportador de glicose muscular importante na sua captação<sup>8,9</sup>.

Existem diferentes métodos para avaliar a resistência à insulina, sendo o *clamp* euglicêmico-hiperinsulinêmico considerado como padrão-ouro, no entanto é uma técnica de custo elevado e de difícil acesso na prática clínica e em pesquisas populacionais<sup>10,11</sup>. Neste contexto, o Modelo de Avaliação da Homeotase da Resistência à Insulina (HOMA-IR) foi validado para o diagnóstico de resistência à insulina em crianças, sendo necessários os valores de insulina e glicemia de jejum<sup>12</sup>. Ainda assim, por demandar coleta de sangue, o cálculo deste índice pode ser dificultado principalmente em estudos epidemiológicos.

Alguns estudos com crianças foram realizados para avaliar a capacidade preditiva de parâmetros antropométricos de gordura corporal total e central com a resistência à insulina, na perspectiva de desenvolver técnicas que auxiliem na triagem dessa alteração metabólica. Estes estudos mostraram que o perímetro da cintura (PC), relação cintura-estatura (RCE), índice de conicidade (IC), relação cintura-quadril (RCQ) e razão gordura andróide-ginóide (RAG) estão associados à resistência à insulina<sup>13-18</sup>. Estudos com adultos mostraram o uso de outros parâmetros que podem estar associados com a resistência à insulina, como o Índice de Adiposidade Corporal (IAC)<sup>19</sup>. O Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico (IACp) foi desenvolvido para estimar o percentual de gordura corporal total<sup>20</sup>, entretanto não foram encontrados estudos que avaliaram sua capacidade preditiva para resistência à insulina em crianças.

Considerando que a obesidade está relacionada à resistência à insulina em crianças e que as medidas antropométricas são métodos de fácil execução e de baixo

custo, este estudo objetivou avaliar a capacidade preditiva de diferentes parâmetros de gordura corporal total e central para resistência à insulina em crianças brasileiras pré-púberes.

## MÉTODOS

### *População e delineamento do estudo*

Este estudo possui um delineamento transversal, de base populacional, realizado com crianças de 8 e 9 anos de idade, matriculadas em todas as escolas públicas (n=17) e privadas (n=7) da zona urbana do município de Viçosa-MG. O município de Viçosa-MG está situado na Zona da Mata Mineira, a 227 km da capital Belo Horizonte. De acordo com o Censo 2010, Viçosa possui uma extensão territorial de 299 km<sup>2</sup> e 72.244 habitantes, sendo que 67,3% residem em zona urbana. O Produto Interno Bruto (PIB) per capita é de R\$ 7.704,50<sup>21</sup>. A população de crianças na faixa etária de 8 e 9 anos matriculadas em escolas da zona urbana de Viçosa é em torno de 1600 crianças<sup>22</sup>.

Os participantes deste estudo fizeram parte da Pesquisa de Avaliação da Saúde do Escolar (PASE), que teve como objetivo avaliar a saúde cardiovascular deste público infantil no município de Viçosa, MG, Brasil. Em 2015, o município contava com 17 escolas públicas e 7 particulares na zona urbana que atendiam crianças de 8 e 9 anos, totalizando 1464 crianças matriculadas nessas escolas.

A amostra foi calculada no programa estatístico *OpenEpi* (Versão 3.01), considerando a prevalência de 10,7% de obesidade<sup>23</sup>, precisão de 3%, nível de significância de 5% e 14% de perdas, totalizando 372 crianças. Em seguida, considerando a proporção numérica de cada escola, o número de crianças foi proporcional ao total de alunos existentes em cada uma. Os alunos foram selecionados de forma aleatória, até completar o número de alunos necessários para cada escola.

Foi realizado um estudo piloto com 10% da amostra, incluindo as crianças de 8 e 9 anos matriculadas em uma escola, selecionada de forma aleatória, e que não participaram da pesquisa. Por meio do estudo piloto, foi possível testar a aplicação dos questionários e medidas antropométricas.

Não foram incluídas as crianças que utilizavam medicamentos, bem como as crianças da Associação de Pais e Amigos dos Alunos Excepcionais (APAE). Este

estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (parecer nº 663.171) e financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

### ***Avaliação antropométrica***

A coleta de dados foi realizada em ambiente apropriado por um membro da equipe treinado, com os voluntários sem calçados e usando roupas leves. O peso foi aferido em balança digital eletrônica, com capacidade de 150 kg e precisão de 0,1 kg (*Tanita*® Modelo Ironman BC 553, Tanita Corporation of America Inc., Arlington Heights, USA) e a estatura foi determinada utilizando um estadiômetro, dividido em centímetros e subdividido em milímetros (*Altuxata*®, Belo Horizonte, Brasil) de acordo com as normas de Jelliffe<sup>24</sup>.

O Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado a partir das medidas de peso (kg) e estatura (m), sendo classificado o estado nutricional das crianças de acordo com os pontos de corte de IMC por idade (IMC/I) em escore-z, preconizados pela Organização Mundial da Saúde<sup>25</sup>.

### ***Parâmetros de gordura corporal total***

O Índice de Adiposidade Corporal (IAC) foi calculado a partir das medidas do perímetro do quadril (cm) e de estatura (m), de acordo com a fórmula desenvolvida por Bergman et al.<sup>26</sup>.

$$IAC = \frac{\text{perímetro do quadril (cm)}}{\text{estatura (m)}^{1,5}} - 18$$

O Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico (IACp), foi obtido a partir da seguinte fórmula<sup>20</sup>:

$$IACp = \frac{\text{perímetro do quadril (cm)}}{\text{estatura (m)}^{0,8}} - 38$$

O perímetro do quadril foi aferido com uma fita métrica inextensível, com precisão de 0,1 cm (*TBW*®, São Paulo, Brasil), colocada horizontalmente ao redor do quadril na parte mais saliente dos glúteos. Os voluntários permaneceram em posição ereta, pés unidos e seu peso igualmente sustentado pelas duas pernas<sup>27</sup>.

As dobras cutâneas tricípital (DCT) e subescapular (DCSE) foram aferidas por meio do adipômetro *Lange Skinfold Caliper*® (Cambridge Scientific Instruments, Cambridge, MA, USA). As crianças permaneceram em posição ortostática e em repouso. A DCT foi mensurada no ponto médio entre o acrômio e o olécrano, na parte posterior do braço. A DCSE foi medida no ponto marcado em diagonal a 45°, 2 cm abaixo do ângulo inferior da escápula. Foram realizadas três medidas não consecutivas de cada local, sendo utilizada a média aritmética.

As equações propostas por Slaughter et al.<sup>28</sup> foram utilizadas para estimar gordura corporal total, onde são necessárias as medidas de DCT e DCSE, derivadas de um modelo multicomponente e ajustadas pelo sexo, grau de maturação e etnia.

Em todas as técnicas utilizadas, o excesso de gordura corporal foi classificado pelo percentil 85 de acordo com idade e sexo<sup>29</sup>.

### ***Parâmetros de gordura central***

O perímetro da cintura (PC) foi aferido com fita métrica inextensível, com precisão de 0,1 cm (*TBW*®, São Paulo, Brasil), no ponto médio da distância entre a crista ilíaca ântero-superior e a última costela. As crianças permaneceram em posição ereta, com o abdômen relaxado, braços lateralmente ao corpo, pés unidos e seu peso igualmente sustentado pelas duas pernas<sup>27</sup>.

O perímetro do pescoço (PP) foi medido com a criança em pé, ereta com a cabeça, no plano horizontal de Frankfurt, utilizando uma fita métrica inextensível (*TBW*®, São Paulo, Brasil), exatamente abaixo da proeminência laríngea no pescoço, perpendicularmente ao maior eixo do pescoço. Foi exercida pressão mínima, de forma que permita o contato completo da fita com a pele<sup>27</sup>.

A relação cintura-estatura (RCE) foi calculada a partir da medida do perímetro da cintura (cm) dividido pela estatura (cm)<sup>30</sup>.

A relação cintura-quadril (RCQ) foi obtida pela medida do perímetro da cintura (cm) dividido pelo quadril (cm).

O índice de conicidade (IC) foi calculado a partir das medidas de perímetro da cintura (m), peso (kg) e estatura (m)<sup>31</sup>.

$$IC = \frac{\text{perímetro da cintura (m)}}{0,109 \sqrt{\frac{\text{peso (kg)}}{\text{estatura (m)}}}}$$

Para classificação das medidas de gordura central, foram utilizados os pontos de corte propostos por Filgueiras<sup>32</sup>.

### ***Gordura corporal total, andróide e troncal obtidas pelo DEXA***

A gordura corporal total, andróide, ginóide e troncal foram obtidas pela absorciometria de raios-X de dupla energia (DEXA) (Lunar Prodigy Advance; GE Medical Systems Lunar, Milwaukee, WI, USA), utilizando o software do próprio equipamento para análise de composição corporal.

As crianças permaneceram em posição supina sobre a mesa e os raios foram emitidos e medidos por um detector discriminante de energia. Além disso, os voluntários seguiram um protocolo estabelecido pelo laboratório para realização do mesmo, sendo necessário estar com roupa leve, sem brinco, pulseira ou qualquer adorno de metal.

A gordura andróide compreende a região entre as costelas e a pelve, sendo que a demarcação superior foi feita a 20% da distância da crista ilíaca e do pescoço, e a demarcação inferior feita acima da pelve. A medida da região ginóide incluiu o quadril, as coxas e as sobreposições das regiões das pernas e do tronco, sendo a demarcação superior feita abaixo da crista ilíaca em uma distância de 1,5 vezes da altura andróide. Já a região troncal conteve as áreas do pescoço, tórax, abdominal e pélvica, sendo o seu limite superior marcado na borda inferior do queixo e o limite inferior no intercepto da cabeça femoral, sem tocar a borda da pelve<sup>33</sup>.

A razão gordura andróide-ginóide (RAG) foi calculada pelo percentual de gordura andróide dividido pelo percentual de gordura ginóide. Devido à ausência de ponto de corte para sua classificação, adotamos o percentil 90 da amostra de acordo com a idade e o sexo.

### ***Análises bioquímicas***

As amostras foram coletadas por punção venosa com as crianças em jejum de 12 horas no Laboratório de Análises Clínicas da Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa, sendo avaliadas as concentrações séricas de glicemia e insulina de jejum pelo método enzimático-colorimétrico e por quimioluminescência, respectivamente.

O HOMA-IR foi obtido pela seguinte fórmula:  $\{[\text{insulina de jejum } (\mu\text{U/mL}) \times \text{glicemia de jejum (mg/dL)}] / 405\}^{34}$ . A resistência à insulina foi classificada pelos valores de HOMA-IR  $\geq$  percentil 90 da amostra.

### ***Análises estatísticas***

As análises estatísticas foram realizadas no *software SPSS for Windows*, versão 20.0 (SPSS Inc. Chicago, USA), adotando o nível de significância de 5% em todos os testes. O teste de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov* foi utilizado para determinar se as variáveis quantitativas apresentaram distribuição normal.

Foram realizadas análises descritivas dos dados, por meio de frequências, medianas, intervalo interquartil e intervalo de confiança de 95%. As comparações de medianas foram realizadas pelo teste de *Mann-Whitney*. O teste de Qui-Quadrado de *Pearson* foi utilizado para associar frequências do aumento dos parâmetros de gordura total e central de acordo com a presença de resistência à insulina. Curvas *Receiver Operating Characteristic* (ROC) determinaram a eficiência das medidas de gordura corporal total e central para predizer resistência à insulina.

Foram avaliadas a sensibilidade e a especificidade, bem como seus intervalos de confiança de 95%, dos pontos de cortes de medidas de gordura central propostos por Filgueiras<sup>32</sup>, a fim de se avaliar a capacidade destes critérios em predizer resistência à insulina em crianças da amostra.

Modelos de regressão logística foram usados para avaliar a associação do aumento dos parâmetros de gordura corporal total e central (variáveis independentes) com a presença de resistência à insulina (variável dependente). A análise foi ajustada por sexo, etnia, ingestão energética (média obtida por três recordatórios 24 horas) e presença de diabetes *mellitus* materno (autorreferida por meio de questionário semi-

estruturado). O ajuste dos modelos de regressão logística foram avaliados pelo Teste de *Hosmer & Lemeshow (Goodness of fit test)*

## RESULTADOS

A amostra deste estudo foi constituída por 372 crianças, sendo que 9,9% (n=37) apresentaram resistência à insulina. As crianças com resistência à insulina apresentaram maiores valores para todas as medidas de gordura corporal total e central ( $p<0,05$ ) (Tabela 1).

De acordo com as AUC e a análise de regressão logística, todos os parâmetros de gordura corporal foram significantes para predizer resistência à insulina. Alguns parâmetros de gordura total (IACp, equações preditivas de dobras cutâneas e DEXA), central (PC, RCE, gordura andróide e troncal) e o IMC apresentaram maior destaque para esta predição (Tabelas 2 e 4).

Na Tabela 3 observa-se que os pontos de corte propostos para gordura andróide/troncal apresentaram boa sensibilidade em meninos, exceto para o PP. Em meninas, todos os pontos de corte apresentaram baixa sensibilidade para predizer resistência à insulina.

## DISCUSSÃO

Todos os parâmetros de gordura corporal total e central foram capazes de predizer a resistência à insulina, destacando-se o IMC, IACp, equações preditivas, PC e RCE.

A obesidade central está relacionada ao desenvolvimento da resistência à insulina na população pediátrica<sup>35</sup>. No presente estudo, as gorduras andróide e troncal foram as medidas que se destacaram para predizer a resistência à insulina. Em outros estudos com crianças e adolescentes, o aumento das gorduras andróide e troncal esteve associado a diversas alterações cardiometabólicas, incluindo a resistência à insulina<sup>36-38</sup>.

A RAG foi considerada uma boa preditora de resistência à insulina, sendo um índice que permite avaliar se a quantidade de gordura central (andróide) é maior que a periférica (ginóide). Este estudo é um dos poucos que avaliaram sua capacidade preditiva para resistência à insulina em crianças, sendo que outras pesquisas apresentaram resultados similares<sup>18,39</sup>. Foram observados maiores valores de HOMA-IR

em crianças e adolescentes obesos nos maiores tercís da RAG ( $p < 0,001$ )<sup>40</sup>. Pelo fato das gorduras andróide e ginóide serem obtidas pelo DEXA, este não é um índice de fácil execução na prática clínica e estudos epidemiológicos.

Apesar da importância da gordura central no desenvolvimento da resistência à insulina, alguns estudos mostraram que tanto a gordura total quanto a central estão associadas a essa alteração em crianças<sup>41-43</sup>. Semelhante aos nossos resultados, um estudo com adolescentes americanos mostrou que o IMC, equações preditivas de dobras cutâneas e o DEXA são bons preditores de resistência à insulina<sup>44</sup>.

O IMC, PC e a RCE foram parâmetros que se destacaram na predição da resistência à insulina. Resultados semelhantes foram encontrados por outros estudos onde o IMC, o PC e a RCE apresentaram capacidade similar para identificar crianças com hiperinsulinemia e resistência à insulina<sup>16,45,46</sup>. O uso do IMC pode auxiliar em triagens para avaliação de crianças com resistência à insulina, principalmente por apresentar critérios de classificação estabelecidos para essa população. A ausência de ponto de corte definido para classificação de crianças com obesidade central é uma limitação do uso do PC em relação ao a RCE. Ao contrário do PC, a RCE possui um ponto de corte independente da idade e do sexo, sendo aplicável o valor de 0,50 para classificar crianças com excesso de gordura central<sup>30</sup>. Salientamos que o uso desses parâmetros de forma conjunta pode auxiliar na identificação de riscos para desenvolver resistência à insulina.

Este foi o primeiro estudo que avaliou a capacidade preditiva do IACp para resistência à insulina em crianças, sendo recomendada a sua utilização em triagens. Por outro lado, um estudo com crianças japonesas apontou que o IACp não foi capaz de prever hiperinsulinemia e dislipidemias<sup>47</sup>. Tendo em vista a escassez de pesquisas avaliando o uso do IACp na predição de alterações cardiometabólicas, são necessários ainda mais estudos.

Os estudos de Reaven demonstraram que a resistência à insulina é o fator comum a diferentes anormalidades metabólicas. Junto à obesidade central, a resistência à insulina está diretamente relacionada ao desenvolvimento da síndrome metabólica<sup>48</sup>. Em indivíduos obesos foram observadas alterações na sinalização da insulina, devido à função secretora do tecido adiposo, o qual libera citocinas pró-inflamatórias, tais como interleucina-6 (IL-6) e fator de necrose tumoral- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ), que reduzem a sinalização do receptor de insulina, aumentando a resistência<sup>49,50</sup>. Ressalta-se a importância do uso dos parâmetros de gordura total e central para a predição precoce da resistência à

insulina, pois uma vez detectada, é possível prevenir o surgimento de outras complicações metabólicas.

Para classificar a resistência à insulina, utilizamos o percentil 90 da amostra total devido à ausência de um consenso a respeito de pontos de corte para população pediátrica. Keskin et al.<sup>51</sup> propuseram o valor de 3,16 de HOMA-IR como ponto de corte, entretanto este estudo foi realizado com adolescentes. Tendo em vista essas limitações, salientamos a importância de estudos que possam estabelecer um ponto de corte para essa população específica.

O uso dos pontos de corte propostos por Filgueiras<sup>32</sup> deve ser avaliado antes de extrapolar para outras populações, visto que foram estabelecidos para prever gordura central em crianças de 8 e 9 anos de Viçosa-MG e apresentaram baixa sensibilidade para prever resistência à insulina em meninas.

Algumas limitações deste estudo devem ser consideradas. O ponto de corte para estimativa do excesso de gordura corporal foi determinado por referências internacionais sem considerar a influência da etnia na composição corporal. Devido à grande miscigenação no Brasil, é importante o estabelecimento de pontos de corte para gordura corporal em estudos representativos nacionais envolvendo diferentes etnias. Crianças de variados países apresentam hábitos, culturas e influências genéticas específicos de cada localidade, o que pode influenciar o potencial de crescimento, desenvolvimento, estado nutricional e composição corporal<sup>52</sup>.

Por outro lado, ressaltamos alguns pontos positivos deste estudo. A amostra foi homogênea em relação à maturação sexual, sendo constituída por crianças pré-púberes, o que contribui para a redução de suas possíveis influências na composição corporal. Este é um dos poucos estudos realizados em países em desenvolvimento que investigou a capacidade preditiva dos parâmetros de gordura corporal total/central para a resistência à insulina em crianças, sendo o primeiro estudo brasileiro de base populacional. Como a resistência à insulina é uma das principais alterações metabólicas associadas ao excesso de gordura corporal, torna-se importante detectar sua prevalência desde a infância. A avaliação da predição de métodos simples e de baixo custo para resistência à insulina se torna de extrema importância na prática clínica e em estudos epidemiológicos, principalmente em situações onde não é possível a dosagem sérica da insulina. Vale ressaltar que toda a avaliação antropométrica foi realizada por um único pesquisador, o que contribuiu para a redução de vieses na aferição das medidas e, consequentemente, para a garantia da validade interna do estudo.

Conclui-se que os parâmetros de gordura corporal total e central foram capazes de prever resistência à insulina em crianças. Alguns métodos de fácil obtenção e baixo custo, como o IACp, as equações de dobras cutâneas, o PC e a RCE, apresentaram maior destaque para predição desta alteração metabólica. A identificação da população em risco é essencial, pois é o primeiro passo para prevenir o aumento de diabetes *mellitus* e o desenvolvimento de outros agravos de saúde na fase adulta<sup>5</sup>. Estes resultados visam contribuir com novos parâmetros (por exemplo, o IACp) para a predição de resistência à insulina, e não substituir o diagnóstico por meio de marcadores bioquímicos. No entanto, por serem simples, seguros e não-invasivos, essas medidas são úteis para a triagem de crianças com resistência à insulina por profissionais de saúde, tanto na prática clínica quanto em estudos epidemiológicos.

## REFERÊNCIAS

1. Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SS, Berenson GS. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: The Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*. 1999; 103(6): 1175-1182.
2. Savva SC, Tornaritis M, Savva ME, Kourides Y, Panagi A, Silikiotou N, et al. Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000; 24(11): 1453– 1458.
3. Carroll MD, Navaneelan T, Bryan S, Ogden C. Prevalence of obesity among children and adolescents in the United States and Canada. *NCHS Data Brief*. 2015; 1(211): 1-8.
4. Xi B, Mi J, Zhao M, Zhang T, Jia C, Li J, et al. Trends in Abdominal Obesity Among US Children and Adolescents. *Pediatrics*. 2014; 134(2): e334-e339.
5. Després JP. Is visceral obesity the cause of the metabolic syndrome? *Ann Med*. 2006; 38(1): 52–63.
6. Kissebah AH, Krakower GR. Regional adiposity and morbidity. *Physiol Rev*. 1994; 74(4), 761–811.
7. Sinaiko AR, Jacobs DR, Steinberger J, Moran A, Luepker R, Rocchini, AP, et al. Insulin resistance syndrome in childhood: associations of the euglycemic insulin clamp and fasting insulin with fatness and other risk factors. *J Pediatr*. 2001; 139(5), 700-707.
8. Bruce CR, Hawley JA. Improvements in insulin resistance with aerobic exercise training: a lipocentric approach. *Med Sci Sports Exerc*. 2004; 36(7): 1196–1201.

9. Berggren JR, Hulver MW, Dohm GL, Houmard JA. Weight loss and exercise: implications for muscle lipid metabolism and insulin action. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36(7): 1191–1195.
10. Moran A, Jacobs DR Jr, Steinberger J, Hong CP, Prineas R, Luepker R, Sinaiko AR: Insulin resistance during puberty: results from clamp studies in 357 children. *Diabetes.* 1999; 48(10): 2039–2044.
11. DeFronzo RA, Tobin JD, Andres R. Glucose clamp technique: a method for quantifying insulin secretion and resistance. *Am J Physiol.* 1979; 237(3): E214–223.
12. Huang TT, Johnson MS, Goran MI. Development of a prediction equation for insulin sensitivity from anthropometry and fasting insulin in prepubertal and early pubertal children. *Diabetes Care.* 2002; 25(7): 1203–1210.
13. Moreira SR, Ferreira AP, Lima RM, Arsa G, Campbell CS, Simoes HG, et al. Predicting insulin resistance in children: anthropometric and metabolic indicators. *J Pediatr (Rio de J).* 2008; 84(1): 47–52.
14. Kuba VM, Leone C, Damiani D. Is waist-to-height ratio a useful indicator of cardio-metabolic risk in 6-10-year-old children? *BMC Pediatr.* 2013; 13(1): 91.
15. Mueller NT, Pereira MA, Buitrago-Lopez A, Rodríguez DC, Duran AE, Ruiz AJ, et al. Adiposity indices in the prediction of insulin resistance in prepubertal Colombian children. *Public Health Nutr.* 2013; 16(2): 248–255.
16. Sijtsma A, Bocca G, L'abée C, Liem ET, Sauer PJ, Corpeleijn E. Waist-to-height ratio, waist circumference and BMI as indicators of percentage fat mass and cardiometabolic risk factors in children aged 3–7 years. *Clin Nutr.* 2014; 33(2): 311–315.
17. Gomez-Arbelaez D, Camacho PA, Cohen DD, Saavedra-Cortes S, Lopez-Lopez C, Jaramillo P. Neck circumference as a predictor of metabolic syndrome, insulin resistance and low-grade systemic inflammation in children: the ACFIES study. *BMC Pediatr.* 2016; 16(1): 31.
18. Samsell L, Regier M, Walton C, Cottrell L. Importance of android/gynoid fat ratio in predicting metabolic and cardiovascular disease risk in normal weight as well as overweight and obese children. *J Obes.* 2014; 2014(1): 1-7.
19. Stepien M, Stepien A, Wlazel RN, Paradowski M, Rizzo M, Banach M, et al. Predictors of insulin resistance in patients with obesity: a pilot study. *Angiology.* 2014, 65(1): 22-30.
20. El Aarbaoui T, Samouda H, Zitouni D, di Pompeo C, de Beaufort C, Trincaretto F, et al. Does the body adiposity index (BAI) apply to paediatric populations? *Ann Hum Biol.* 2013; 40(5): 451–458.
21. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acessado em: 16 agosto 2014.

22. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). Matrícula no Ensino Fundamental da cidade de Viçosa-MG (2014). Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/basica-censo-escolar-matricula>. Acesso em: 20 de março de 2015.
23. Novaes JF, Priore SE, Franceschini SCC, Lamounier JA. Does the body mass index reflect cardiovascular risk factors in Brazilian children? *J Trop Pediatr*. 2013; 59(1): 43-48.
24. Jelliffe DB. Evaluación del estado de nutrición de la comunidad. Organización Mundial de Salud, Ginebra, 1968. (OMS – Série monografias -53).
25. World Health Organization. Growth reference data for 5-19 years. Geneva: WHO, 2007.
26. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG et al. A better index of body adiposity. *Obesity*. 2011; 19(5): 1083–1089.
27. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign, IL: Human Kinetics Books, 1988.
28. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*. 1988; 60(5): 709-723.
29. McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA, Prentice AM. Body fat reference curves for children. *Int J Obes*. 2006; 30(4): 598-602.
30. Ashwell M, Hsieh SD. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. *Int J Food Sci Nutr*. 2005; 56(5): 303–307.
31. Valdez R. A simple model-based index of abdominal adiposity. *J Clin Epidemiol*. 1991; 44(9): 955-956.
32. Filgueiras MS. Avaliação de medidas corporais na estimativa do excesso de gordura total/central e na predição de resistência à insulina: um estudo de base populacional com crianças em Viçosa-MG. [Dissertação de mestrado]. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa; 2016.
33. Mazess RB, Barden HS, Hanson J. Dual-energy x-ray absorptiometry for total body and regional bone-mineral and soft-tissue composition. *Am J Clin Nutr*. 1990; 51(6): 1106-1112.
34. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia*. 1985; 28(7): 412–419.

35. McMorrow AM, Connaughton RM, Lithander FE, Roche HM. Adipose tissue dysregulation and metabolic consequences in childhood and adolescent obesity: potential impact of dietary fat quality. *Proc Nutr Soc.* 2014; 74(1): 67–82.
36. Jahagirdar R, Hemchand KP, Chiplonkar SA, Khadilkar VV, Khadilkar AV. Relationship between body mass index, fat distribution and cardiometabolic risk factors in Indian children and adolescents. *Pediatr Obes.* 2012; 7(4): E37-41.
37. Staiano AE, Gupta AK, Katzmarzyk PT. Cardiometabolic risk factors and fat distribution in children and adolescents. *J Pediatr.* 2014; 164(3): 560–565.
38. Liu R, Brickman WJ, Christoffel KK, Liu X, Wang G, Arguelles L, et al. Association of adiposity trajectories with insulin sensitivity and glycemic deterioration: a longitudinal study. *Diabetes Care.* 2012; 35(7): 1506-1512.
39. Gishti O, Gaillard R, Durmus B, Abrahamse M, van der Beek EM, Hofman A, et al. BMI, total and abdominal fat distribution, and cardiovascular risk factors in school-age children. *Pediatr Res.* 2015; 77(5): 710–718.
40. Aucouturier J, Meyer M, Thivel D, Taillardat M, Duche P. Effect of android to gynoid fat ratio on insulin resistance in obese youth. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2009; 163(9): 826–831.
41. Ruiz JR, Rizzo NS, Ortega FB, Loit HM, Veidebaum T, Sjostrom M. Markers of insulin resistance are associated with fatness and fitness in school-aged children: the European Youth Heart Study. *Diabetologia.* 2007; 50(7): 1401–1408.
42. Krekoulia M, Nassis GP, Psarra G, Skenderi K, Chrousos GP, Sidossis LS. Elevated total and central adiposity and low physical activity are associated with insulin resistance in children. *Metab Clin Exp.* 2007; 56(2), 206–213.
43. Gower BA, Nagy TR, Trowbridge CA, Dezenberg C, Goran MI. Fat distribution and insulin response in prepubertal African American and white children. *Am J Clin Nutr.* 1998; 67(5): 821–827.
44. Steinberger J, Jacobs DR, Raatz S, Moran A, Hong CP, Sinaiko AR. Comparison of body fatness measurements by BMI and skinfolds vs dual energy X-ray absorptiometry and their relation to cardiovascular risk factors in adolescents. *Int J Obes.* 2005; 29(11): 1346-1352.
45. Freedman DS, Kahn HS, Mei Z, Grummer-Strawn LM, Dietz WH, Srinivasan SR, et al. Relation of body mass index and waist-to-height ratio to cardiovascular disease risk factors in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr.* 2007; 86(1): 33-40.
46. Manios Y, Kourlaba G, Kafatos A, Cook TL, Spyridaki A, Fragiadakis GA. Associations of several anthropometric indices with insulin resistance in children: The Children Study. *Acta Paediatr.* 2008; 97(4): 494–499.

47. Dobashi K, Takahashi K, Nagahara K, Tanaka D, Itabashi K. Evaluation of hip/heightP ratio as an index for adiposity and metabolic complications in obese children: comparison with waist-related indices. *J Atheroscler Thromb*. 2016, 23(Jun): 1-8.
48. Reaven GM. Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*. 1988; 37(12): 1595–1607.
49. Kahn BB, Flier JS. Obesity and insulin resistance. *J Clin Invest*. 2000; 106(4): 473–481.
50. Marette A. Mediators of cytokine-induced insulin resistance in obesity and other inflammatory settings. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2002; 5(4): 377–383.
51. Keskin M, Kurtoglu S, Kendirci M, Atabek ME, Yazuci C. Homeostasis model assessment is more reliable than fasting glucose/insulin ratio and quantitative insulin sensitivity check index for assessing insulin resistance among obese children and adolescents. *Pediatrics*. 2005; 115(4): e500-e503.
52. Wang Y, Lobstein T. Worldwide trends in childhood overweight and obesity. *Int J Pediatr Obes*. 2006; 1(1): 11-25.

## TABELAS E FIGURAS

**Tabela 1.** Características gerais da amostra de acordo com a resistência à insulina em crianças. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.

Variáveis	Total	Resistência à insulina		p-valor
		Sim	Não	
	Mediana (IQT)/n(%)	Mediana (IQT)/n(%)	Mediana (IQT)/n(%)	
<i>Sociodemográficos</i>				
Idade (anos)	9,00 (8,00-9,00)	9,00 (8,00-9,00)	9,00 (8,00-9,00)	0,555
Sexo				
Meninas	194 (52,2%)	26 (70,3%)	168 (50,1%)	0,02*
Meninos	178 (47,8%)	11 (29,7%)	167 (49,9%)	
Renda ( <i>per capita</i> )	500,00 (312,00-834,00)	402,50 (231,33-628,50)	500,00 (320,00-900,00)	0,094
<i>Antropométricos</i>				
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	16,52 (15,09-19,36)	21,56 (19,29-23,83)	16,24 (14,95-18,50)	<0,001*
Excesso de peso	123 (33,1%)	29 (78,4%)	94 (28,1%)	<0,001*
<i>Gordura total</i>				
IAC (%)	27,23 (25,29-29,95)	31,31 (27,62-33,62)	27,09 (25,16-29,56)	<0,001*
IACp (%)	17,49 (14,93-22,21)	24,44 (21,34-28,57)	16,92 (14,48-21,13)	<0,001*
EPDC Slaughter (%)	19,10 (14,83-27,18)	32,60 (24,55-39,05)	18,30 (14,20-25,30)	<0,001*
DEXA (%)	22,85 (16,10-32,18)	36,70 (31,75-42,85)	21,40 (15,20-30,00)	<0,001*
Excesso de gordura corporal (DEXA)	158 (42,5%)	32 (86,5%)	126 (37,6%)	<0,001*
<i>Gordura central</i>				
PC (cm)	57,85 (53,73-65,88)	71,50 (64,65-82,00)	57,00 (53,20-64,00)	<0,001*
PP (cm)	27,00 (26,00-28,25)	29,10 (27,90-31,00)	27,00 (26,00-28,00)	<0,001*
RCE	0,43 (0,41-0,47)	0,51 (0,46-0,56)	0,43 (0,40-0,46)	<0,001*
RCQ	0,83 (0,80-0,86)	0,87 (0,82-0,93)	0,83 (0,80-0,86)	<0,001*
IC	1,12 (1,10-1,17)	1,20 (1,13-1,27)	1,12 (1,10-1,16)	<0,001*
RAG	0,20 (0,15-0,27)	0,35 (0,21-0,42)	0,20 (0,15-0,26)	<0,001*
Gordura andróide (%)	14,90 (7,10-26,33)	35,40 (21,10-43,85)	13,00 (6,60-23,70)	<0,001*
Gordura troncal (%)	18,15 (11,20-29,00)	36,00 (25,65-43,30)	17,00 (10,70-26,00)	<0,001*
↑gordura andróide	45 (12,1%)	20 (54,1%)	25 (7,5%)	<0,001*
↑gordura troncal	35 (9,4%)	15 (40,5%)	20 (6,0%)	<0,001*
<i>Marcadores de resistência à insulina</i>				
Glicose (mg/dL)	85,00 (80,00-90,00)	88,00 (84,50-93,50)	84,00 (80,00-90,00)	0,001*
Insulina (μU/mL)	4,60 (3,00-6,90)	12,10 (10,45-15,10)	4,20 (3,00-6,00)	<0,001*

IQT: intervalo interquartil; IMC: Índice de Massa Corporal; IAC: Índice de Adiposidade Corporal; IACp: Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico; EPDC: equações preditivas de dobras cutâneas; DEXA: Absorciometria de Raio-X de Dupla Energia; RCE: relação cintura-estatura; PC: perímetro da cintura; PP: perímetro do pescoço; IC: índice de conicidade; RCQ: relação cintura-quadril; RAG: razão andróide-ginóide

Teste de Mann-Whitney e Teste de Qui-quadrado de Pearson. \*p<0,05.

**Tabela 2.** Áreas sob a curva *Receiver Operating Characteristic* (ROC) do Índice de Massa Corporal (IMC) e dos parâmetros de gordura corporal total e central como preditores de resistência à insulina em crianças. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.

Variáveis	Total		Meninas		Meninos	
	AUC (IC95%)	p-valor	AUC (IC95%)	p-valor	AUC (IC95%)	p-valor
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	0,879 (0,807-0,952)	<0,001	0,843 (0,743-0,944)	0,002	0,955 (0,917-0,992)	0,027
<b><i>Gordura total</i></b>						
IAC (%)	0,760 (0,683-0,838)	<0,001	0,703 (0,603-0,803)	0,001	0,847 (0,725-0,969)	<0,001
IACp (%)	0,831 (0,771-0,892)	<0,001	0,794 (0,714-0,875)	<0,001	0,889 (0,801-0,978)	<0,001
EPDC Slaughter (%)	0,848 (0,784-0,911)	<0,001	0,803 (0,710-0,895)	<0,001	0,922 (0,864-0,980)	<0,001
DEXA (%)	0,846 (0,785-0,907)	<0,001	0,767 (0,672-0,862)	<0,001	0,947 (0,896-0,999)	<0,001
<b><i>Gordura central</i></b>						
PC (cm)	0,851 (0,791-0,910)	<0,001	0,814 (0,740-0,889)	<0,001	0,942 (0,890-0,994)	<0,001
PP (cm)	0,779 (0,694-0,864)	<0,001	0,793 (0,700-0,886)	<0,001	0,823 (0,666-0,980)	<0,001
RCE	0,827 (0,761-0,892)	<0,001	0,776 (0,694-0,859)	<0,001	0,932 (0,865-0,999)	<0,001
RCQ	0,699 (0,598-0,800)	0,003	0,646 (0,527-0,765)	0,016	0,904 (0,836-0,972)	<0,001
IC	0,762 (0,670-0,853)	0,001	0,709 (0,598-0,820)	0,001	0,940 (0,892-0,987)	<0,001
RAG	0,793 (0,710-0,877)	0,001	0,758 (0,658-0,858)	<0,001	0,885 (0,756-1,000)	<0,001
Gordura andróide (%)	0,830 (0,763-0,898)	<0,001	0,757 (0,658-0,856)	<0,001	0,928 (0,847-1,000)	<0,001
Gordura troncal (%)	0,841 (0,775-0,907)	<0,001	0,768 (0,670-0,866)	<0,001	0,937 (0,868-1,000)	<0,001

IMC: Índice de Massa Corporal; IAC: Índice de Adiposidade Corporal; IACp: Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico; EPDC: equações preditivas de dobras cutâneas; DEXA: Absorciometria de Raio-X de Dupla Energia; PC: perímetro da cintura; PP: perímetro do pescoço; RCE: relação cintura-estatura; RCQ: relação cintura-quadril; IC: índice de conicidade; RAG: razão andróide-ginóide; AUC: área sob a curva; IC95%: intervalo de confiança de 95%.

**Tabela 3.** Valores de sensibilidade e especificidade dos pontos de corte de medidas de gordura central na predição de resistência à insulina. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.

Parâmetros	↑%Gordura Andróide				↑%Gordura Troncal			
	Ponto de corte	S (IC95%)	E (IC95%)	VPP/VPN	Ponto de corte	S (IC95%)	E (IC95%)	VPP/VPN
<b>Meninas</b>								
PC (cm)	67,00	53,85 (33,40-83,40)	81,55 (74,80-87,10)	31,1/91,9	67,00	53,85 (33,40-83,40)	81,55 (74,80-87,10)	31,1/91,9
PP (cm)	28,40	65,38 (44,30-82,8)	83,33 (76,80-88,60)	37,8/94,0	28,40	65,38 (44,30-82,8)	83,33 (76,80-88,60)	37,8/94,0
RCE	0,47	53,85 (33,40-73,40)	76,19 (69,00-82,40)	25,9/91,4	0,49	53,85 (33,40-73,40)	84,52 (78,20-89,60)	35,0/92,2
RCQ	0,85	50,00 (29,90-70,10)	74,40 (67,10-80,80)	23,2/90,6	0,87	42,31 (23,40-63,10)	85,71 (79,50-90,60)	31,4/90,62
IC	1,14	53,85 (33,40-73,40)	67,86 (60,20-74,80)	20,6/90,5	1,19	46,15 (26,60-66,60)	86,31 (80,20-91,10)	34,3/91,2
<b>Meninos</b>								
PC (cm)	64,50	90,91 (58,70-98,50)	79,64 (72,70-85,50)	22,7/99,3	64,50	90,91 (58,70-98,50)	79,64 (72,70-85,50)	22,7/99,3
PP (cm)	28,60	63,64 (30,60-88,80)	79,64 (72,70-85,50)	17,1/97,1	28,60	63,64 (30,60-88,80)	79,64 (72,70-85,50)	17,1/97,1
RCE	0,48	81,82 (48,20-97,20)	86,23 (80,10-91,10)	28,1/98,6	0,48	81,82 (48,20-97,20)	86,23 (80,10-91,10)	28,1/98,6
RCQ	0,87	81,82 (48,20-97,20)	81,44 (74,70-87,0)	22,5/98,6	0,89	72,73 (39,10-93,70)	88,62 (82,90-93,00)	29,6/98,0
IC	1,16	100,00 (71,30-100,00)	78,44 (71,40-84,40)	23,4/100,0	1,16	88,24 (63,50-98,20)	80,12 (73,10-86,00)	23,4/100,0

PC: perímetro da cintura; PP: perímetro do pescoço; RCE: relação cintura-estatura; RCQ: relação cintura-quadril; IC: índice de conicidade; S: sensibilidade; E: especificidade; VPP: valor preditivo positivo; VPN: valor preditivo negativo; IC95%: intervalo de confiança de 95%.

**Tabela 4.** Análises de regressão da associação entre o excesso de peso/gordura corporal total/central e resistência à insulina em crianças. PASE-Brasil, Viçosa, 2015.

Variáveis	Análise bruta			Análise ajustada*		
	OR (IC95%)	p-valor	R <sup>2</sup>	OR (IC95%)	p-valor	R <sup>2</sup>
Excesso de peso	9,29 (4,10-21,06)	<0,001	0,15	10,21 (4,25-24,56)	<0,001	0,21
<b>Gordura total</b>						
↑% IAC	2,50 (0,86-7,29)	0,092	0,01	3,35 (1,10-10,19)	0,034	0,09
↑% IACp	6,64 (3,20-13,78)	<0,001	0,10	13,47 (1,98-13,25)	<0,001	0,20
↑% EPDC Slaughter	9,30 (4,22-20,50)	<0,001	0,15	11,80 (4,99-27,88)	<0,001	0,23
↑% DEXA	10,62 (4,03-27,95)	<0,001	0,14	10,26 (3,81-27,65)	<0,001	0,19
<b>Gordura central</b>						
↑RAG	12,00 (5,44-26,49)	<0,001	0,14	15,71 (6,46-38,18)	<0,001	0,22
↑ % Gordura andróide	14,59 (6,79-31,33)	<0,001	0,19	15,49 (6,86-35,00)	<0,001	0,25
↑ % Gordura troncal	10,74 (4,84-23,82)	<0,001	0,13	13,74 (5,66-33,40)	<0,001	0,20
↑PC <sup>1</sup>	7,81 (3,78-16,19)	<0,001	0,13	8,95 (4,10-19,53)	<0,001	0,20
↑PP <sup>1</sup>	7,53 (3,66-15,48)	<0,001	0,13	8,55 (3,96-18,43)	<0,001	0,20
↑RCE <sup>1</sup>	7,38 (3,57-15,26)	<0,001	0,13	7,10 (3,31-15,22)	<0,001	0,18
↑RCQ <sup>1</sup>	5,17 (2,56-10,47)	<0,001	0,09	4,47 (2,16-9,31)	<0,001	0,13
↑IC <sup>1</sup>	5,11 (2,47-10,58)	<0,001	0,09	4,64 (2,18-9,87)	<0,001	0,13
↑PC <sup>2</sup>	7,81 (3,78-16,19)	<0,001	0,13	8,95 (4,10-19,53)	<0,001	0,20
↑PP <sup>2</sup>	7,53 (3,66-15,48)	<0,001	0,13	8,55 (3,96-18,43)	<0,001	0,20
↑RCE <sup>2</sup>	8,94 (4,32-18,50)	<0,001	0,15	9,55 (4,40-20,72)	<0,001	0,21
↑RCQ <sup>2</sup>	6,98 (3,40-14,32)	<0,001	0,11	7,00 (3,30-14,82)	<0,001	0,17
↑IC <sup>2</sup>	6,22 (3,04-12,71)	<0,001	0,11	7,57 (3,50-16,38)	<0,001	0,18

IAC: Índice de Adiposidade Corporal; IACp: Índice de Adiposidade Corporal Pediátrico; EPDC: equações preditivas de dobras cutâneas; DEXA: Absorciometria de Raio-X de Dupla Energia; PC: perímetro da cintura; PP: perímetro do pescoço; RCE: relação cintura-estatura; RCQ: relação cintura-quadril; IC: índice de conicidade; RAG: razão andróide-ginóide; OR: *odds ratio*; IC95%: intervalo de confiança de 95%.

1: Classificados por pontos de corte preditores de gordura andróide.

2: Classificados por pontos de corte preditores de gordura troncal.

\*Ajuste por sexo, etnia, ingestão energética e presença de diabetes *mellitus* materna.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante ressaltar que quase metade das crianças deste estudo apresentou excesso de gordura corporal pelo DEXA, o que comprova o aumento da obesidade em indivíduos cada vez mais jovens e a necessidade da avaliação da acurácia de métodos simples e de baixo custo que estimam a gordura corporal, principalmente na infância. Devido à grande miscigenação da população brasileira, o estabelecimento de pontos de corte para avaliação da gordura corporal em amostras representativas nacionais é de suma importância considerando as diferentes etnias e condições socioeconômicas dos indivíduos.

Em relação à gordura corporal total, tanto o IAC quanto o IACp apresentaram baixa concordância com a estimativa obtida pelo DEXA, o que pode contraindicar o seu uso no público pediátrico. Os métodos que apresentaram maior concordância com o DEXA foram equações preditivas de dobras cutâneas, bioimpedâncias bipolar e tetrapolar. No entanto, a existência de viés proporcional indica que o uso desses métodos em crianças com valores extremos de gordura corporal pode levar a erros (subestimação ou superestimação).

Quanto à gordura localizada na região central, o PC e a RCE apresentaram boa concordância com a estimativa obtida pelo DEXA. Entretanto, a RCQ não apresentou boa acurácia na estimativa da gordura central em ambos os sexos.

Todos os parâmetros de gordura corporal total e central foram capazes de prever resistência à insulina nas crianças. Alguns métodos de fácil obtenção e baixo custo, como o IACp, as equações de dobras cutâneas, o PC e a RCE, apresentaram maior destaque para predição desta alteração metabólica em relação ao IAC e a RCQ. Estes resultados visam contribuir para a predição de resistência à insulina a partir de medidas corporais simples, seguras e não-invasivas, tanto na prática clínica quanto em estudos epidemiológicos, entretanto sem substituir o diagnóstico por exames bioquímicos.

No entanto, salienta-se a importância do uso do IMC e da RCE tanto na predição de excesso de gordura corporal total e central, respectivamente, e também de resistência à insulina, considerando a fácil aplicação e pontos de cortes definidos para a população pediátrica.

Vale destacar que as medidas corporais identificadas por este estudo devem ser utilizadas como triagem para o excesso de gordura corporal total/central e resistência à

insulina em crianças pré-púberes, sendo importante complementar com testes diagnósticos considerados referência sempre que possível.

## 7. ANEXO

### ANEXO 1 – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFV



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** VITAMINA D NA INFÂNCIA: INGESTÃO, NÍVEL SÉRICO E ASSOCIAÇÃO COM FATORES DE RISCO CARDIOVASCULARES

**Pesquisador:** Juliana Farias de Novaes

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 19532414.9.0000.5153

**Instituição Proponente:** Departamento de Nutrição e Saúde

**Patrocinador Principal:** MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 663.171

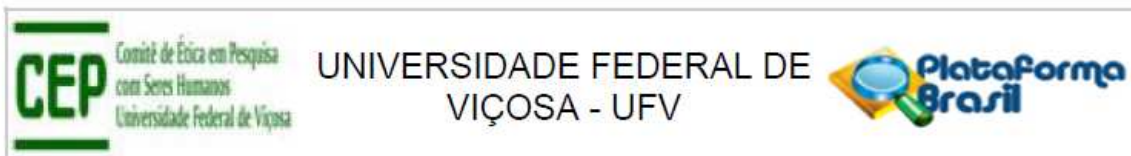
**Data da Relatoria:** 03/06/2014

##### Apresentação do Projeto:

O presente protocolo foi enquadrado como pertencente à(s) seguinte(s) Área(s) Temática(s): "Ciências da Saúde e Saúde Coletiva / Saúde Pública".

No documento intitulado "PB\_PROJETO\_DE\_PESQUISA\_195324%20(1).pdf", item introdução, lê-se: "A 1,25(OH)<sub>2</sub> D<sub>3</sub> (vitamina D) é um hormônio que regula o metabolismo do cálcio e do fósforo. Sua principal função é manter os níveis de cálcio e fósforo em um estado normal capaz de propiciar condições à maioria das funções metabólicas, entre elas a mineralização óssea (HOLICK,2006). A vitamina D é essencial durante a infância porque está envolvida no crescimento. Os níveis séricos normais de vitamina D determinam a absorção de 30% de cálcio da dieta e a sua deficiência pode causar atraso no crescimento, anormalidades ósseas e aumento do risco de fraturas (BUENO&CZEPIELEWSKI, 2008). A síntese cutânea da vitamina D, a partir da exposição solar, é a principal fonte para os indivíduos, além desta vitamina também ser obtida pela alimentação e uso de suplementos. Entretanto, a síntese cutânea pode variar de acordo com a época do ano, pigmentação da pele, idade e uso de filtros solares (HOLICK, 2007) Supõe-se que uma alimentação saudável seja suficiente para fornecer níveis adequados de vitamina D, entretanto, nem sempre isto ocorre. Existem alguns alimentos fontes de vitamina D tais como gema de ovo, fígado, manteiga e leite que podem ser menos consumidos em

**Endereço:** Universidade Federal de Viçosa, prédio Arthur Bernardes, piso inferior  
**Bairro:** campus Viçosa **CEP:** 36.570-000  
**UF:** MG **Município:** VICOSA  
**Telefone:** (31)3899-2492 **Fax:** (31)3899-2492 **E-mail:** cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 663.171

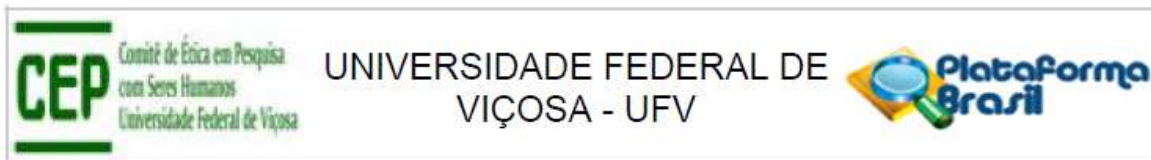
função do teor aumentado de colesterol. Óleos de peixe também são excelentes fontes de vitamina D apesar de, muitas vezes, não serem consumidos em quantidades necessárias por populações (CALVO & WHITING, 2006). A deficiência/insuficiência de vitamina D tem sido considerada um problema de saúde pública no mundo (BINKLEY et al., 2010). Apesar do Brasil ser um país de clima tropical, níveis subclínicos de vitamina

D tem sido encontrados na população (PETERS et al., 2009; FOSS, 2009). Em estudos brasileiros, realizados com adolescentes, foram encontradas prevalências de 60 e 70,6% de níveis séricos insuficientes de vitamina D nos municípios de São Paulo (SP) e Juiz de Fora (MG), respectivamente (PETERS et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2013). Um adequado nível de vitamina D é essencial em todos os estágios de vida e há um consenso de que a concentração sérica de calcidiol [25(OH)D] é o melhor indicador desta vitamina (BINKLEY et al., 2010). Baixos níveis de calcidiol afetam diretamente a absorção de cálcio e

a mineralização óssea. Além disso, estudos têm mostrado que a deficiência desta vitamina é um fator associado ao desenvolvimento de doenças metabólicas e endócrinas (FOSS, 2009; BORGES et al., 2011). A vitamina D pode estar envolvida em vários processos tais como diferenciação e proliferação celular, secreção hormonal (ex: insulina), sistema imune e diversas doenças crônicas não-transmissíveis tais como obesidade, intolerância à glicose, aumento da pressão arterial e dislipidemias (KELLY et al., 2011). Estudos epidemiológicos recentes têm demonstrado que altos níveis séricos de 25-hidroxivitamina D (25OHD) estão associados com menor pressão arterial média e com redução da prevalência de hipertensão (PARIKH et al.,

2005; SCRAGG et al., 2007). Por outro lado, a elevação na pressão arterial está associada com a gordura visceral, assim como níveis séricos de vitamina D também se apresentam reduzidos em indivíduos com maior quantidade de gordura corporal (SYME et al., 2008). A vitamina D pode afetar a resposta insulínica ao estímulo da glicose direta ou indiretamente (ZEITZ et al., 2003). O efeito direto parece ser mediado pela ligação da 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> ao receptor da vitamina D da célula. Além disso, a ativação da vitamina D pode ocorrer dentro das células pela enzima 1-hidroxilase, expressa nessas células (BLAND et al., 2004). O efeito indireto é mediado pelo fluxo de cálcio intra e extracelular nas células. O aumento na 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> e no PTH induz maior influxo de cálcio para o interior das células. Como a secreção de insulina é um processo cálcio-dependente mediado pela 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> e pelo PTH, o aumento nas concentrações destes, devido à insuficiência de 25(OH)D, pode reduzir a capacidade secretora dessas células (ZEITZ et al., 2003; ). Além disso, a deficiência de 25(OH)D parece dificultar a capacidade das células na conversão da pró-insulina à insulina (AYESHA et al., 2001). Em resumo, os efeitos da vitamina D no diabetes

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, prédio Arthur Bernardes, piso inferior  
 Bairro: campus Viçosa CEP: 36.570-000  
 UF: MG Município: VICOSA  
 Telefone: (31)3899-2492 Fax: (31)3899-2492 E-mail: cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 663.171

evidenciam que a deficiência de 25(OH)D altera asíntese e secreção de insulina, tanto em modelos animais como em humanos (SCHUCH et al.,2009).O marcante número de publicações que identificam uma inadequação na concentração sérica de vitamina D em todo o mundo tem despertado o interesse de pesquisadores de avaliar a relação desta vitamina com doenças metabólicas (PETERLICK & CROSS,2005). Entretanto, esses estudos foram realizados principalmente com adultos e idosos e, até o momento, não há pesquisas avaliando vitaminaD sérica em crianças no Brasil. Como estudos epidemiológicos têm constatado aumento da prevalência de obesidade e de comorbidades associadas na infância (WANG et al., 2002; CÂNDIDO et al., 2009),o objetivo deste estudo é avaliar a ingestão e nível sérico de vitamina D entre crianças, e suas associações com fatores de risco cardiovasculares.

**Objetivo da Pesquisa:**

De acordo com o documento intitulado "PB\_PROJETO\_DE\_PESQUISA\_195324%20(1).pdf", o objetivo do projeto é: "Avaliar a ingestão e nível sérico de vitamina D e suas associações com fatores de risco cardiovasculares na infância."

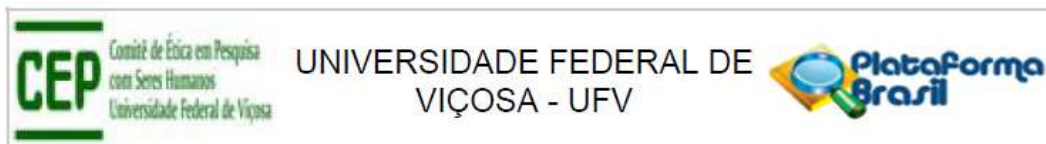
**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os pesquisadores indicam no documento intitulado "PB\_PROJETO\_DE\_PESQUISA\_195324%20(1).pdf", os seguintes Riscos: "A participação das crianças não envolve nenhum risco potencial à saúde. Entretanto poderá ocorrer desconforto ou incômodo na coleta de sangue e na aferição das medidas antropométricas durante avaliação nutricional. Como medida preventiva, a coleta de sangue será realizada por enfermeiros

devidamente treinados com materiais descartáveis, sem risco de contaminação. A avaliação nutricional será realizada em salas agradáveis e com privacidade para minimização de possíveis constrangimentos, sendo todas as medidas antropométricas indolores." e os seguintes benefícios: "Os resultados de ingestão e níveis séricos de vitamina D e suas associações com fatores de risco cardiovasculares na infância serão apresentados para a Prefeitura Municipal de Viçosa com o objetivo de subsidiar as políticas públicas de saúde, bem como os programas de atenção à saúde de crianças, de forma a aprimorar a prática dos profissionais envolvidos na área de saúde pública,especialmente aqueles do município de Viçosa e microrregião. O objetivo é estabelecer uma relação de diálogo entre pesquisadores e sociedade, fortalecendo a integração ensino-pesquisa

-serviço,fundamentados nas propostas do SUS através da qualificação dos profissionais e dos serviços prestados, com benefício direto à população e com alcance social local e regional.Este projeto proporcionará atendimentos nutricionais individuais com as crianças visando à reeducação alimentar e alteração do estilo de vida, quando necessário. Esta orientação nutricional será

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, prédio Arthur Bernardes, piso inferior  
 Bairro: campus Viçosa CEP: 36.570-000  
 UF: MG Município: VICOSA  
 Telefone: (31)3899-2492 Fax: (31)3899-2492 E-mail: cep@ufv.br



Continuação do Parecer: 663.171

importante para promoção da alimentação saudável e do estilo de vida ativo, prevenindo assim, os fatores de risco cardiovasculares na vida atual e futura.”. Os benefícios apresentados pelos pesquisadores sobrepõem os riscos informados, sendo estes considerados mínimos.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto apresentado atendeu às exigências referentes aos aspectos éticos que envolvem as pesquisas com seres humanos.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os termos de apresentação obrigatória foram apresentados.

**Recomendações:**

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Projeto aprovado.

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Ao término da pesquisa é necessária a apresentação do Relatório Final e após a aprovação desse, deve ser encaminhado o Comunicado de Término dos Estudos.  
Projeto analisado durante a 3ª reunião de 2014.

VICOSA, 27 de Maio de 2014

---

**Assinado por:**  
**Patrícia Aurélia Del Nero**  
**(Coordenador)**

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, prédio Arthur Bernardes, piso inferior  
Bairro: campus Viçosa CEP: 36.570-000  
UF: MG Município: VICOSA  
Telefone: (31)3899-2492 Fax: (31)3899-2492 E-mail: cep@ufv.br

**8. APÊNDICES**

**APÊNDICE A** – Lista das Escolas do Município de Viçosa-MG, Brasil (2015) que Participaram do Estudo.

<b>ESCOLAS</b>	<b>Nº de alunos de 8 e 9 anos</b>
<b>ESCOLAS MUNICIPAIS</b>	
Escola Profº Doutor Januário de Andrade	71
Fontes/Centro Educacional Nanete.	
Escola Municipal Ministro Edmundo Lins	48
Escola Municipal Anita Chequer	55
Escola Municipal Professor Pedro Gomide Filho	56
Escola Municipal Nossa Senhora de Fátima	61
Escola Municipal João Francisco da Silva	40
Escola Padre Francisco José da Silva	69
Escola Municipal Coronel Antônio da Silva Bernardes (CASB)	48
Escola Municipal Dr. Arthur Bernardes	32
Escola Municipal Dr. Juscelino Kubitschek	15
<b>ESCOLAS ESTADUAIS</b>	
Escola Estadual Effie Rolfs	88
Escola Estadual Alice Loureiro	67
Escola Estadual Santa Rita de Cássia	63
Escola Padre Álvaro Corrêa Borges	72
Escola Estadual Raul de Leoni	35
Escola Estadual Madre Santa Face	137
Escola Estadual José Lourenço de Freitas	57
<b>ESCOLAS PRIVADAS</b>	
Colégio Equipe de Viçosa	80
Centro Educacional Gênese	34
Colégio Anglo	71
Colégio Nossa Senhora do Carmo	116
Centro Educacional Passo a Passo	16
Colégio Coeducar	71
Colégio Ágora	62
<b>TOTAL: 1464 CRIANÇAS</b>	

**APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Seu filho(a) está sendo convidado(a) a participar dos projetos “Vitamina D na infância: ingestão, níveis séricos e associação com fatores cardiovasculares e Avaliação do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) como política de segurança alimentar e nutricional em Viçosa-MG” cujo os objetivos são avaliar a ingestão e níveis séricos de vitamina D e suas associações com fatores de risco cardiovasculares na infância e avaliar se o Programa Nacional de Alimentação Escolar é efetivo na promoção da segurança alimentar e nutricional de crianças matriculadas em escolas urbanas de Viçosa-MG. A avaliação nutricional das crianças será realizada por meio das medidas de peso, altura, pregas cutâneas e circunferências da cintura e do quadril, bem como análise da composição corporal e da pressão arterial. Será realizada coleta de sangue para análise dos níveis de colesterol total e frações, triglicerídeos, glicose, insulina, vitamina D, paratormônio e marcadores inflamatórios. Todos os dados serão utilizados com a finalidade de pesquisa e, se necessário, para projetos a ela vinculados, mantendo total sigilo sobre a identidade do seu filho (a). Seus dados serão mantidos em lugar seguro e só os pesquisadores terão acesso.

Como benefício da pesquisa, todos os participantes terão direito a orientações nutricionais individuais para melhoria dos hábitos alimentares e do estado nutricional. A participação das crianças não envolve nenhum risco potencial à saúde. Entretanto poderá ocorrer desconforto ou incômodo na coleta de sangue e na aferição das medidas antropométricas durante avaliação nutricional na escola. Como medida preventiva, a coleta de sangue será realizada por enfermeiros devidamente treinados com materiais descartáveis, sem risco de contaminação. A avaliação nutricional será realizada em salas agradáveis e com privacidade para minimização de possíveis constrangimentos, sendo todas as medidas antropométricas indolores.

Se você não concordar com a participação do seu filho(a), não haverá nenhum problema e não afetará a realização do estudo. Todos os procedimentos serão gratuitos e realizados segundo a Resolução CNS 466/2012. Se você tiver alguma dúvida ou consideração a fazer quanto aos aspectos éticos da pesquisa, procure a pesquisadora responsável: Prof<sup>ª</sup>. Juliana Farias de Novaes. Departamento de Nutrição e Saúde (DNS)/UFV. Tel: 3899-3735. Email: jnovaes@ufv.br

Profª. Juliana Farias de Novaes	Ana Paula Pereira Castro	Luana Cupertino Milagres
Coordenadora do projeto – DNS/UFV	Doutoranda	Mestranda
Fernanda M. de Albuquerque	Mariana De Santis Filgueiras	Naruna Pereira Rocha
Mestranda	Mestranda	Mestranda

**Para conhecimento:** Endereço e contato do **Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa – CEP/UFV:** Prédio Arthur Bernardes, piso inferior, campus UFV. Telefone: (31)3899-2492. email: cep@ufv.br site: www.cep.ufv.br

Eu, \_\_\_\_\_ declaro que fui informado (a) dos objetivos do estudo acima descrito, de maneira clara e detalhada e esclareci as minhas dúvidas. Declaro também que autorizo de livre e espontânea vontade, a participação do meu filho(a) \_\_\_\_\_ e que recebi uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.  
Viçosa, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015  
Assinatura: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE C – Questionário semiestruturado

<b>Pesquisador:</b>	<b>NQUES</b>		
<b>Nome da Escola:</b>	<b>ESCOLA</b>		
<b>Nome do Responsável:</b>	<b>ANO</b>	<b>TUR</b>	
<b>Nome Criança:</b>	<b>TURN</b>		
<b>Ano que a criança se encontra: _____ (Ano) Turma: _____ Turno: (1) M (2) T</b>	<b>DATNAS</b>		
<b>Data de Nascimento: ____/____/____ Idade da criança: __ (anos)</b>	<b>IDADE</b>		
<b>Sexo (1) M (2) F</b>	<b>SEXCRI</b>		
<b>Data entrevista: ____/____/____</b>	<b>DATENT</b>		
<b>Telefone: _____ Cel: _____</b>	<b>TEL:</b>		
<b>Endereço do responsável:</b>	<b>CEL:</b>		
<b>ESTAÇÃO DO ANO</b>			
01. Estação do ano na data da entrevista: (1) Inverno (2) Primavera (3) Verão (4) Outono	<b>EST</b>		
<b>DADOS EDUCAÇÃO FÍSICA NA ESCOLA (DIRETORA)</b>			
02. A escola oferece Educação Física regularmente aos alunos? (0) Sim (1) Não	<b>EFI</b>		
03. Duração da atividade física TOTAL na escola/SEMANA: _____ minutos (8888) NSA	<b>DUREFI</b>		
04. O local que o _____ ANO faz educação física na escola é coberto? (0) Sim (1) Não	<b>COBEFI</b>		
<b>DADOS DA CRIANÇA</b>			
05. Como você vem para a escola? (1) Caminhando (2) Transporte/carro (3) Bicicleta/moto	<b>TRANS</b>		
06. Você faz educação física na escola? (0) Sim (1) Não	<b>EDFI</b>		
07. Com que frequência você consome por semana a alimentação da escola? (0) Nenhuma vez (1) 1 vez (2) 2 vezes (3) 3 vezes (4) 4 vezes (5) Diariamente	<b>FRECO</b>		
<b>Caso a resposta da questão 07 seja o código ZERO (0) colocar o código 8888 (NSA) nas questões 08 a 11.</b>			
08. Você tem o hábito de repetir o prato? (0) Sim (1) Não (77) NI (8888) NSA	<b>REPR</b>		
09. A alimentação que é servida na escola é? (0) Muito Boa (1) Boa (2) Regular (3) Ruim (77) NI (8888) NSA	<b>ALISER</b>		
10. A quantidade de comida servida na escola deixa você satisfeito/a: (0) Sim (1) Não (77) NI (8888) NSA	<b>QUAN</b>		
11. A alimentação servida é variada? (0) Sim, sempre tem comidas diferentes (1) Não, quase todo dia é a mesma preparação (8888) NSA	<b>VARI</b>		
12. Existe algum alimento servido na escola que você não gosta? (0) Sim* (1) Não (77) NI *Quais: _____	<b>ALNA</b>		
13. Tem dias que a merenda escolar não é servida? (0) Sim (1) Não (77) NI	<b>FALT</b>		
14. A merenda escolar é importante para você? (0) Sim (1) Não (JUSTIFICAR A RESPOSTA SIM OU NÃO) Porque? _____	<b>IMPO</b>		
15. Você costuma trazer/comprar lanche para comer na escola? (0) Nunca (1) Às vezes (2) Sempre	<b>LANC</b>		
16. Em qual local você realiza as refeições em casa? (0) Na mesa (1) Em frente a TV/computador (4) Outros: _____	<b>REFEI</b>		
<b>DADOS COM OS PAIS DA CRIANÇA</b>			
<b>CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÔMICAS, DEMOGRÁFICAS E SANITÁRIAS</b>			
17. Qual a cor da criança? (1) Branca (2) Parda/mulata/morena (3) Negra (4) Amarela/oriental (japonesa, chinesa, coreana) (5) Indígena (77) NI	<b>COR</b>		
18. Qual o seu grau de parentesco com a criança: (1) Mãe (2) Pai (3) Irmão/ã (4) Avó/ô (5) Outro: _____	<b>GPAREN</b>		
19. A criança mora: (1) Com a mãe e o pai (2) Só com a mãe (3) Só com o pai (4) Nenhum dos	<b>CMORA</b>		

dois		
20. Quantos irmãos a criança tem e convive junto? (0) Nenhum (1) Um (2) Dois (3) Três (4) Quatro (5) Mais de quatro	<b>NIRM</b>	
21. Quantos anos a mãe/responsável pela criança estudou com aprovação: _____ (anos) (0) Analfabeto (1) Ensino Fundamental completo (2) Ensino Fundamental incompleto (3) Ensino Médio completo (4) Ensino Médio incompleto (5) Ensino Técnico completo (6) Ensino superior completo (77) NI (8888)NSA	<b>ANOSM</b> <b>ESCM</b>	
22. Quantos anos o pai/responsável pela criança estudou com aprovação: _____ (anos) (0) Analfabeto (1) Ensino Fundamental completo (2) Ensino Fundamental incompleto (3) Ensino Médio completo (4) Ensino Médio incompleto (5) Ensino Técnico completo (6) Ensino superior completo (77) NI (8888)NSA	<b>ANOSP</b> <b>ESCP</b>	
23. Qual a região que o/a senhor(a) reside? (1) Urbana (2) Rural	<b>REGI</b>	
24. A mãe/responsável trabalha fora? (1) Sim, com carteira assinada (2) Sim, sem carteira assinada (3) Não (4) Aposentada/Pensionista (77) NI	<b>TRABM</b>	
25. O pai/responsável trabalha fora? (1) Sim, com carteira assinada (2) Sim, sem carteira assinada (3) Não (4) Aposentado/Pensionista (77) NI	<b>TRABP</b>	
26. Algum morador está <b>CADASTRADO</b> e <b>RECEBE</b> benefício de algum programa do governo? (1) Sim (1) Não ( <b>*Caso a resposta seja NÃO, colocar o código (8888) NSA nas questões 27 a 34</b> )	<b>PROG</b>	
27. Bolsa Família: (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	<b>PROGA</b> <b>VALORA</b>	
28. Cesta de Alimentos: (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	<b>PROGB</b> <b>VALORB</b>	
29. Programa de Erradicação do Trabalho Infantil (PETI): (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	<b>PROGC</b> <b>VALORC</b>	
30. Assistência a Pessoas Idosas e Deficientes (BPC): (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	<b>PROGD</b> <b>VALORD</b>	
31. Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF): (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	<b>PROGE</b> <b>VALORE</b>	
32. Auxílio Desemprego: (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	<b>PROGF</b> <b>VALORF</b>	
33. Auxílio Maternidade: (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	<b>PROGG</b> <b>VALORG</b>	
34. Outro: _____ (0) Sim (1) Não (8888) NSA Valor: _____	<b>PROGH</b> <b>VALORH</b>	
35. Qual a renda <b>TOTAL</b> da família que contribui com as despesas domésticas (Incluindo o valor do benefício recebido)? R\$: _____ (77) NI	<b>REN</b>	
36. Quantas pessoas moram no domicílio que dependem da renda TOTAL? _____	<b>NPESS</b>	
37. Renda per capita: R\$ _____	<b>RENP</b>	
38. Condição de moradia: (1) Própria (2) Alugada (3) Emprestada (4) Outras: _____	<b>MORA</b>	
39. Sua casa possui energia elétrica? (0) Sim (1) Não	<b>ENER</b>	
40. Sua casa possui banheiro com vaso sanitário? (0) Sim (1) Não	<b>BANH</b>	
41. Qual o tipo de esgoto sanitário da sua casa? (1) Rede pública (2) Fossa séptica (3) Fossa rudimentar (4) Vala/ Céu aberto	<b>ESGOT</b>	
42. De onde vem a água que a família utiliza? (1) Rede pública (2) Poço/Barreiro (3) Cisterna ou água da chuva (4) Outro: _____	<b>AGBEB</b>	
43. Qual o tratamento da água de beber? (1) Filtrada (2) Fervida (3) Clorada (4) Coada ou sem tratamento (5) Mineral (6) outro: _____	<b>TRAT</b>	

44. Sua casa possui coleta de lixo? (0) Sim (1) Não* * Se não, o que a família faz com o lixo? _____	LI XO													
<b>HISTÓRIA FAMILIAR E DE SAÚDE</b>														
45. O pai/responsável da criança tem ou teve alguma destas doenças?	INFP													
<table border="1"> <tr> <td><b>Infarto</b></td> <td>(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA</td> </tr> <tr> <td><b>Diabetes</b></td> <td>(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA</td> </tr> <tr> <td><b>HAS</b></td> <td>(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA</td> </tr> <tr> <td><b>Câncer</b></td> <td>(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA</td> </tr> <tr> <td><b>Derrame/AVC</b></td> <td>(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA</td> </tr> <tr> <td><b>Dislipidemia</b></td> <td>(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA</td> </tr> </table>	<b>Infarto</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	<b>Diabetes</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	<b>HAS</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	<b>Câncer</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	<b>Derrame/AVC</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	<b>Dislipidemia</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	DIAP	
<b>Infarto</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA													
<b>Diabetes</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA													
<b>HAS</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA													
<b>Câncer</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA													
<b>Derrame/AVC</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA													
<b>Dislipidemia</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA													
	HASP													
	CAP													
	AVCP													
	DISP													
46. A mãe/responsável da criança tem ou teve alguma destas doenças?	INFM													
<table border="1"> <tr> <td><b>Infarto</b></td> <td>(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA</td> </tr> <tr> <td><b>Diabetes</b></td> <td>(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA</td> </tr> <tr> <td><b>HAS</b></td> <td>(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA</td> </tr> <tr> <td><b>Câncer</b></td> <td>(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA</td> </tr> <tr> <td><b>Derrame/AVC</b></td> <td>(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA</td> </tr> <tr> <td><b>Dislipidemia</b></td> <td>(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA</td> </tr> </table>	<b>Infarto</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	<b>Diabetes</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	<b>HAS</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	<b>Câncer</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	<b>Derrame/AVC</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	<b>Dislipidemia</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA	DIAM	
<b>Infarto</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA													
<b>Diabetes</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA													
<b>HAS</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA													
<b>Câncer</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA													
<b>Derrame/AVC</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA													
<b>Dislipidemia</b>	(0) Não (1) Sim (77) NI/NSA													
	HASM													
	CAM													
	AVCM													
	DISM													
47. A mãe/responsável fuma? (0) Não (1) Sim (77) NI Quantidade (nº cigarros/dia): _____ <b>CASO A RESPOSTA SEJA NÃO → COLOCAR O CÓDIGO (8888) NSA NA BARRA QUACM</b>	MFUMA													
	QUACM													
48. O pai/responsável fuma? (0) Não (1) Sim (77) NI Quantidade (nº cigarros/dia): _____ <b>CASO A RESPOSTA SEJA NÃO → COLOCAR O CÓDIGO (8888) NSA NA BARRA QUACP</b>	PFUMA													
	QUACP													
49. A mãe consome bebida alcoólica? (0) Não (1) Sim (77) NI Quantidade/sema (L): _____ <b>CASO A RESPOSTA SEJA NÃO → COLOCAR O CÓDIGO (8888) NSA NA BARRA QBEM</b>	MBEBE													
	QBEM													
50. O pai consome bebida alcoólica? (0) Não (1) Sim (77) NI Quantidade/sema (L): _____ <b>CASO A RESPOSTA SEJA NÃO → COLOCAR O CÓDIGO (8888) NSA NA BARRA QBEP</b>	PBEBE													
	QBEP													
51. A criança possui algum problema crônico de saúde (ASMA, DM, DISLIPIDEMIA, HAS, CÂNCER)? (0) Não (1) Sim (77) NI Qual? _____	PRSAU													
52. A criança possui algum tipo de restrição alimentar (alergia/intolerância alimentar)? (0) Não (1) Sim (77) NI Qual restrição? _____	RESAL													
53. A criança usa alguma medicação? (0) Não (1) Sim (77) NI Qual? _____	MED													
54. A criança foi amamentada? (0) Sim (1) Não (77) NI	AMAM													
55. Qual foi a duração do aleitamento materno exclusivo? _____ ( ) dias ( ) meses (77) NI	AME (DIAS)													
56. Qual foi a duração do aleitamento materno TOTAL? _____ ( ) dias ( ) meses (77) NI	AMC (DIAS)													
57. A criança utilizou fórmula infantil/leite em pó/leite de vaca antes de completar 6 meses de nascimento? (0) Não (1) Sim (77) NI	FORM													
58. Qual o peso da criança ao nascer? _____ g (77) NI	PN													
<b>PERCEPÇÃO ATIVIDADE FÍSICA SEGUNDO OS PAIS</b>														
59. Quanto tempo diariamente a criança passa em frente à TV, <i>video game</i> , computador? (0) Zero (1) 30 minutos (2) 1 hora (3) 2 horas (4) 3 horas (5) 4 horas (6) Mais de 4 horas	TEM DI													
60. A criança pratica alguma atividade física fora da escola? (0) Sim (1) Não <b>*CASO A RESPOSTA SEJA (1) NÃO, COLOCAR O CÓDIGO (8888) NSA EM DURAÇÃO.</b> Qual: _____ Duração: _____ Hora/semana	ESPOR													
	DURA													

61. Quanto tempo a criança passa sentada brincando (boneca, casinha, carrinho) e se dedicando às atividades escolares? (0) Zero (1) 30 minutos (2) 1 hora (3) 2 horas (4) 3 horas (5) 4 horas (6) Mais de 4 horas	<b>CRISEN</b>	
62. Quanto tempo a criança realiza atividades mais intensas (bola, bicicleta, brincando na rua)? (0) Zero (1) 30 minutos (2) 1 hora (3) 2 horas (4) 3 horas (5) 4 horas (6) Mais de 4 horas	<b>CRIBRI</b>	
63. Quanto tempo ao longo do dia a criança se expõe ao sol (ir a pé para a escola, brincar rua/quintal)? (0) Zero (1) 30 minutos (2) 1 hora (3) 2 horas (4) 3 horas (5) 4 horas (6) Mais de 4 horas	<b>EXPSO</b>	
64. Você tem o hábito de passar filtro solar na criança? (1) Todos os dias (2) As vezes (3) Nunca	<b>HFS</b>	
<b>PERCEPÇÃO DA ALIMENTAÇÃO DA CRIANÇA PELOS PAIS</b>		
65. Você tem o conhecimento da alimentação que é servida na escola do para a criança? (0) Sim (1) Não (77) NI <b>(*Caso a resposta seja NÃO, colocar o código (8888) NSA nas questões 66 e 67)</b>	<b>CONH</b>	
66. Você gosta da merenda que é servida para a criança na escola? (0) Sim (1) Não (77) NI (8888)NSA	<b>GOALI</b>	
67. Em sua opinião, a quantidade servida é satisfatória? (0) Sim (1) Não (77) NI (8888)NSA	<b>QUAS</b>	
68. Caso a escola não forneça mais a merenda, você teria condições financeiras de mandar lanche todos os dias para a criança? (0) Sim (1) Não (77) NI	<b>COND</b>	
69. Você costuma mandar algum lanche para a criança na escola quando ele/a está na escola? (0) Sim (1) Não Qual? _____ <b>POR QUÊ MANDA LANCHE?</b> _____	<b>LANC</b>	
70. A merenda escolar é servida regularmente na escola do seu filho? (0) Sim (1) Não (77) NI	<b>FMER</b>	
71. Você tem conhecimento de atrasos do repasse dos recursos e/ou entrega dos alimentos na escola? (1) Sim (2) Não (77) NI	<b>ATRA</b>	
72. As aulas já foram suspensas devido a falta da merenda escolar? (0) Sim (1) Não (77) NI	<b>SUSP</b>	
73. Você já ouviu falar do Conselho de Alimentação Escolar? (0) Sim (1) Não <b>(*Caso a resposta seja NÃO, colocar o código (8888) NSA na questão 74.</b>	<b>CAE</b>	
74. Você participa do CAE? (0) Sim (1) Não (3) Pertence ao CAE, mas não desenvolve atividades.	<b>PARTI</b>	

**APÊNDICE D** – Recordatório 24 horas

RECORDATÓRIO 24 HORAS			NQUES		
PESQUISADOR:			Dat. Entre:		
NOME DA CRIANÇA:			Dia semana:		
NOME DA ESCOLA:			Ano:		
REFEIÇÃO	ALIMENTOS	MEDIDA CASEIRA	GRAMA/ML		
REFEIÇÃO:					
HORA:					
LOCAL:					
REFEIÇÃO:					
HORA:					
LOCAL:					
REFEIÇÃO:					
HORA:					
LOCAL:					
REFEIÇÃO:					
HORA:					
LOCAL:					
REFEIÇÃO:					
HORA:					
LOCAL:					

**A criança consumiu:** ( ) Bala/chiclete ( ) Doce ( ) Chocolate ( ) Refrigerante ( )  
Salgadinho ( ) Ketchup/Mostarda

**Consumo de água:** \_\_\_\_\_ ml

**OBSERVAÇÕES:**

## APÊNDICE E – Ficha de antropometria e exames bioquímicos

ANTROPOMETRIA		
PESQUISADOR(A):	NQUES:	
NOME DA ESCOLA:	ESCOLA:	
NOME CRIANÇA:	ANO:	
ANO:		
NOME DA MÃE/ RESPONSÁVEL:		
Altura 1: _____ cm	ALTU	
Peso 1: _____ Kg	PES	
IMC: _____ Kg/m <sup>2</sup>	IMC	
Perímetro da Cintura Ponto Médio: _____ cm	PCPM	
Perímetro do Quadril: _____ cm	PQ	
Perímetro do Pescoço: _____ cm	PESC	
Relação cintura-estatura: _____	RCE	
Relação cintura-quadril: _____	RCQ	
Índice de conicidade: _____	IC	
DCT: 1ª _____ mm 2ª _____ mm 3ª _____ mm	DCT	
Média: _____		
DCSE: 1ª _____ mm 2ª _____ mm 3ª _____ mm	DCSE	
Média: _____		
% gordura corporal (SLAUGHTER): _____ %	GCSLAU	
% gordura corporal (HOFFMAN): _____ %	GCHOFF	
% gordura corporal (TANITA): _____ %	GCTAN	
BIOIMPEDÂNCIA TETRAPOLAR CRIANÇA		
Percentual de gordura: _____ %	PGBT	
DEXA		
Percentual de gordura: _____ %	GCDEXA	
Percentual de gordura androide: _____ %	ANDRO	
Percentual de gordura ginóide: _____ %	GINOI	
Percentual de gordura troncal: _____ %	TRONC	
Razão gordura andróide-ginóide: _____	RAG	
EXAMES BIOQUÍMICOS		
DATA COLETA:	DATA	
Glicemia (mg/dl):	GLIC	
Insulina (µUI/ml):	INSU	
HOMA-IR:	HOMA	