

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE

**CORRELAÇÃO ENTRE DIFERENTES MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA
COMPOSIÇÃO CORPORAL E INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS EM
ESCOLARES**

THIAGO HENRIQUE DE OLIVEIRA

Belo Horizonte

2010

THIAGO HENRIQUE DE OLIVEIRA

**CORRELAÇÃO ENTRE DIFERENTES MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA
COMPOSIÇÃO CORPORAL E INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS EM
ESCOLARES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais - Faculdade Medicina, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências da Saúde pelo programa de pós-graduação em Saúde da Criança e do Adolescente.

Orientador: Prof. Joel Alves Lamounier.

Co-orientadora: Prof^a. Danusa Dias Soares.

Belo Horizonte

2010

FICHA CATALOGRÁFICA

PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE MESTRADO



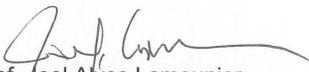
FACULDADE DE MEDICINA
CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO

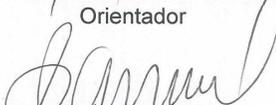
Av. Prof. Alfredo Balena 190 / sala 533
Belo Horizonte - MG - CEP 30.130-100
Fone: (031) 3409.9641 FAX: (31) 3409.9640
cpg@medicina.ufmg.br

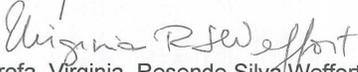


DECLARAÇÃO

A Comissão Examinadora abaixo assinada, composta pelos Professores Doutores: Joel Alves Lamounier, Valmin Ramos da Silva, Virginia Resende Silva Weffort, aprovou a defesa da dissertação intitulada **“CORRELAÇÃO ENTRE DIFERENTES MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS EM ESCOLARES”** apresentada pelo mestrando **THIAGO HENRIQUE DE OLIVEIRA** para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Área de Concentração em Saúde da Criança e do Adolescente da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, realizada em 05 de fevereiro de 2010.


Prof. Joel Alves Lamounier
Orientador


Prof. Valmin Ramos da Silva


Profa. Virginia Resende Silva Weffort

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO



FACULDADE DE MEDICINA
CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO

Av. Prof. Alfredo Balena 190 / sala 533
Belo Horizonte - MG - CEP 30.130-100
Fone: (031) 3409.9641 FAX: (31) 3409.9640
cpg@medicina.ufmg.br



UFMG

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de **THIAGO HENRIQUE DE OLIVEIRA**, nº de registro 2008652607. Às quatorze horas do dia cinco de fevereiro de dois mil e dez, reuniu-se na Faculdade de Medicina da UFMG, a Comissão Examinadora de dissertação indicada pelo Colegiado do Programa, para julgar, em exame final, o trabalho final intitulado: **“CORRELAÇÃO ENTRE DIFERENTES MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS EM ESCOLARES”**, requisito final para a obtenção do Grau de Mestre em Saúde da Criança e do Adolescente, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Área de Concentração em Saúde da Criança e do Adolescente. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Joel Alves Lamounier, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho final, passou a palavra ao candidato para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença do candidato e do público para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

Prof. Joel Alves Lamounier/Orientador	Instituição: UFMG	Instituição: <i>UFMG</i>	Indicação: <i>Aprovado</i>
Prof. Valmin Ramos da Silva	Instituição: EMESCAM	Instituição: <i>UFMG</i>	Indicação: <i>Aprovado</i>
Profa. Virgínia Resende Silva Weffort	Instituição: UFTM	Instituição: <i>UFMG</i>	Indicação: <i>Aprovado</i>

Pelas indicações o candidato foi considerado *Aprovado*.

O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 05 de Fevereiro de 2010.

Prof. Joel Alves Lamounier/Orientador *Joel Alves Lamounier*

Prof. Valmin Ramos da Silva *Valmin Ramos da Silva*

Profa. Virgínia Resende Silva Weffort *Virgínia Resende Silva Weffort*

Prof. Joel Alves Lamounier/Coordenador *Joel Alves Lamounier*

Obs.: Este documento não terá validade sem a assinatura e carimbo do Coordenador.

PROF. JOEL ALVES LAMOUNIER
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde
Área de Concentração em Saúde da Criança e do Adolescente
Faculdade de Medicina/UFMG

CONFERE COM O ORIGINAL
Centro de Pós-Graduação

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Reitor:

Prof. Ronaldo Tadêu Pena

Vice-Reitora:

Prof^a Heloisa Maria Murgel Starling

Pró-reitora de Pós-graduação:

Prof^a Elizabeth Ribeiro da Silva

FACULDADE DE MEDICINA

Diretor: Prof. Francisco José Penna

Vice-diretor: Prof. Tarcizo Afonso Nunes

Coordenador do Centro de Pós-Graduação: Prof. Carlos Faria Santos

Subcoordenador do Centro de Pós-Graduação: Prof. João Lúcio dos Santos Jr.

Chefe do Departamento de Pediatria: Prof^a Maria Aparecida Martins

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE – ÁREA DE
CONCENTRAÇÃO SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE**

Coordenador: Prof. Joel Alves Lamounier

Subcoordenadora: Prof^a. Ana Cristina Simões e Silva

Colegiado:

Prof^a Ivani Novato Silva

Prof. Jorge Andrade Pinto

Prof^a. Lucia Maria Horta Figueiredo Goulart

Prof^a. Maria Cândida Ferrarez Bouzada Viana

Prof. Marco Antônio Duarte

Prof^a Regina Lunardi Rocha

Vivian Mara Gonçalves de Oliveira Azevedo (Representante Discente)

Dedicatória

A Deus,

pela saúde e proteção durante todo o percurso.

À minha querida família e namorada Alessandra,

pelo amor e apoio incondicional.

Obrigado por vocês existirem e por exercerem papéis fundamentais em nesta importante conquista da minha vida!

Agradecimentos

Inicialmente, gostaria de agradecer a Deus pela oportunidade de ter uma família e pessoas maravilhosas ao meu lado que nos momentos difíceis foram meus grandes pilares de sustentação.

Aos meus orientadores, professores Joel Alves Lamounier e Danusa Dias Soares. Obrigado pelo apoio, confiança, ensinamentos e paciência. Vocês são um exemplo de dedicação para mim.

Aos meus pais, José e Beatriz, pelo apoio incondicional, compreensão e amor oferecido durante minha caminhada. Amo muito vocês!

Ao meu irmão Daniel que nos momentos difíceis foi um grande companheiro, amigo. Obrigado pela paciência!

A todos os meus familiares pelo apoio e momentos inesquecíveis vividos.

Ao grande amigo e professor André Everton de Freitas, que na área da pesquisa me ensinou a escrever desde as frases mais simples aos mais elaborados textos. Sempre será um grande mestre para mim! Muito Obrigado tudo!

A Joyce que em todos os momentos durante a realização do trabalho e diante das dificuldades foi um grande exemplo de superação e dedicação. Muito Obrigado!

Aos colegas e amigos Anderson, Débora, Uiara, Alisson, Juliano, Lucas, Flávia e Vinícius pela grande contribuição durante este trabalho.

Aos pais e crianças que participaram da realização do trabalho. Muito Obrigado!

A todos os diretores e funcionários das escolas municipais de Ouro Preto- Minas Gerais, sem vocês este trabalho não poderia ser concretizado.

A todos os amigos da UFOP, Prof. Camilo, Prof. José Armando, Cássio (LAPAC). Obrigado pelos ensinamentos!

Aos grandes colegas da pós-graduação da Faculdade de Medicina da UFMG.

A todos que contribuíram de alguma forma para crescimento pessoal e profissional.

RESUMO

O presente estudo objetivou caracterizar o estado nutricional e correlacionar diferentes métodos de avaliação da composição corporal e indicadores antropométricos em uma amostra de escolares, tendo como método de referencia a bioimpedância tetrapolar. Realizou-se estudo de delineamento transversal, com uma amostra de conveniência composta por 89 escolares de 7 a 11 anos pertencentes à zona urbana de Ouro Preto- Minas Gerais. A coleta de dados se deu mediante a avaliação de parâmetros antropométricos e de composição corporal, cujas medidas foram feitas por avaliadores previamente treinados. Um único avaliador mensurou as medidas de peso (kgf), % GC por Tanita (bioimpedância bipedal), altura (cm), o segundo examinador foi responsável pelas medidas de pregas cutâneas e circunferência do quadril e cintura. O terceiro examinador foi responsável pela coleta de dados pela bioimpedância elétrica tetrapolar. Após as medidas de peso e altura, todas as crianças foram classificadas de acordo com os valores de percentil do IMC, sendo agrupados por sexo e idade. Foi obtido o percentual de gordura corporal (%GC) por bioimpedância tetrapolar, Tanita (bioimpedância bipedal) e pregas cutâneas. Foram avaliados os indicadores antropométricos: índice de massa corporal (IMC), índice de conicidade (IC), relação cintura/estatura (RCE) e relação cintura/quadril (RCQ). Os resultados descritivos foram obtidos utilizando frequências e porcentagens, além disso, utilizou-se teste de *Kolmogorov-Smirnov*, *Mann-Whitney*, *t de Student*, *Ryan-Joiner* e coeficientes de correlação de *Person* e *Spearman*. Na análise multivariada utilizou-se dois métodos de seleção automática *Best Subsets* e *Stepwise Backward*. No presente estudo houve um equilíbrio em relação à quantidade de crianças do sexo masculino (n=44) e feminino (n=45). Das 89 crianças avaliadas 15,7% (eutróficas), 54% (sobrepesas) e 30,3% (obesas). A média de idade do grupo estudado foi de 8,5 anos para sexo feminino e 8,7 anos para o masculino. Houve diferenças estatisticamente significantes entre os sexos para as variáveis: %GC bioimpedância tetrapolar, %GC por Tanita (bioimpedância bipedal), %GC por pregas cutâneas, RCQ. Ao nível 6% a RCE foi estatisticamente significativa. No presente estudo parece que maiores médias IC, RCE foram para crianças do sexo feminino e não observou-se uma diminuição IC com o avançar da idade. Os coeficientes de correlação entre o %GC por bioimpedância tetrapolar, %GC por Tanita, %GC por pregas cutâneas foram ($r=0,694$ e $r=0,588$). Não houve correlação estatisticamente significativa entre o %GC por bioimpedância tetrapolar, idade e RCQ e fracas correlações foram encontradas entre %GC por bioimpedância tetrapolar e o peso ($r=0,297$; $p \leq 0,05$). No que se

refere às correlações entre %GC por bioimpedância tetrapolar, RCE, IC, IMC no presente estudo foram encontradas moderadas correlações ($r= 0,715$, $r= 0,673$, $r= 0,529$). Conclui-se neste estudo que as maiores correlações encontradas com o %GC por bioimpedância tetrapolar foram com as variáveis: RCE, %GC por Tanita (bioimpedância bipedal), IC, %GC pregas cutâneas e IMC, com valores de correlação ($r= 0, 715$, $r= 0, 694$, $r= 0, 673$, $r= 0, 588$, $r= 0, 529$) respectivamente.

Palavras-chave: criança, composição corporal, avaliação nutricional, antropometria, obesidade, impedância elétrica.

ABSTRACT

This study aimed to describe the nutritional status and to correlate different methods of assessing body composition and anthropometric indicators in a sub-sample of school children, with the reference method a tetrapolar bioimpedance. A cross-sectional study was developed with a convenience sample of the 89 children with aged 7 to 11 years in urban area of Ouro Preto city, Minas Gerais. Data collection was taken with the assessment of anthropometric parameters and body composition whose measurements were made by previously trained evaluators. A single evaluator measured weight (kgf), % Body fat by Tanita (bipedal bioimpedance) and a height (cm); the second examiner was responsible for the measures of skinfold thicknesses and hip circumference and waist circumference. The third examiner was responsible for data collection by tetrapolar bioelectrical impedance analysis. After the measurements of weight and height, all children were classified according to the percentile values of body mass index (BMI) by sex and age. We obtained the percentage of body fat (% BF) by bioimpedance tetrapolar, Tanita (bipedal bioimpedance) and skinfold thicknesses. We assessed anthropometric indicators: body mass index (BMI), conicity index (IC), waist/ height ratio (WHR) and waist-hip ratio. The descriptive results were obtained using frequencies and percentages, besides that, we used the *Kolmogorov-Smirnov*, *Mann-Whitney*, *Student t*, and *Ryan-Joiner* tests and correlation coefficients of *Person* and *Spearman*. For the multivariate analysis we used two methods for automatic selection *Best Subsets* and *Stepwise Backward*. In this study there was a balance in relation to the number of male (n = 44) and female (n = 45). Of the 89 children evaluated 15.7% were (eutrophic), 54% (overweight) and 30.3 % (obese). The average age of the study group was 8.5 years for females and 8.7 years for males. We found statistically significant differences between the sexes for the variables: % BF by tetrapolar bioelectrical impedance, % BF by Tanita (bipedal bioimpedance), % BF by skinfold thickness and waist-hip ratio. At 6% the WHR was statistically significant. In this study, it seems that higher averages the IC, WHR were for girls and we aren't noticed a decrease IC with advancing age. The correlation coefficients between % BF tetrapolar bioelectrical impedance, % BF by Tanita (bipedal bioimpedance) and % BF by skinfold thickness were (r = 0, 694 and r = 0, 588). There wasn't statistically significant correlation between % BF by tetrapolar bioelectrical impedance, age, waist-hip ratio and poor correlations were found between % BF by tetrapolar bioelectrical impedance and weight (r= 0,297; p≤ 0,05). As regards the correlations between % BF by tetrapolar bioimpedance,

WHR, IC, BMI in this study found moderate correlations ($r = 0.715$, $r = 0.673$, $r = 0.529$). In conclusion, this study that the highest correlations with a % BF by tetrapolar bioelectrical impedance were found with a variables: WHR, % BF by Tanita (bipedal bioimpedance), IC, BF % skinfold thickness and BMI with values correlation ($r = 0, 715$, $r = 0, 694$, $r = 0, 673$, $r = 0, 588$, $r = 0, 529$) respectively.

Key-words: children, body composition, nutritional assessment, anthropometry, obesity, electric impedance.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Percentual de gordura corporal pela bioimpedância, Tanita e pregas cutâneas de acordo com o sexo.....	156
--	-----

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Estudos de prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes no Brasil.....	37
QUADRO 2: -Equação para estimativa do % de GC em crianças, por SLAUGHTER <i>et al.</i> (1988), utilizando-se as pregas cutâneas.....	86
QUADRO 3: Recomendações para realização da bioimpedância elétrica de acordo com o fabricante equipamento marca <i>Bodystat, modelo Quadscan 4000</i>	89
QUADRO 4: Referências de percentual de gordura corporal para população “normal” de acordo com o fabricante <i>Bodystat, modelo Quadscan 4000</i>	90

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Pontos de corte, sensibilidade e especificidade do índice de conicidade, por idade e sexo, no município de Viçosa/MG.....	45
TABELA 2: Pontos de corte, sensibilidade e especificidade da relação cintura/estatura, por idade e sexo, no município de Viçosa/MG.....	47
TABELA 3: Descrição das variáveis quantitativas em estudo.....	153
TABELA 4: Análise estratificada das variáveis do estudo de acordo com sexo e comparação entre os grupos.....	154
TABELA 5: Valores médios e a mediana das variáveis índice de conicidade, relação cintura/estatura de acordo com a idade.....	155
TABELA 5a: Valores médios e a mediana das variável relação cintura/quadril de acordo com a idade.....	155
TABELA 6: Análise de Regressão Linear Univariada para crianças do estudo.....	158
TABELA 7: Valores das medidas estatísticas (Mallows Cp, S, R ² ajustado) segundo os métodos de seleção <i>Best Subsets</i> e <i>Stepwise Backward</i>	161
TABELA 8: Distribuições de frequências para as crianças com risco cardiometabólico através do índice de conicidade e relação cintura/estatura, de acordo com os pontos de corte propostos SANT'ANA (2008).....	162
TABELA 9: Distribuições de frequências para as crianças com risco cardiometabólico através da relação cintura/estatura, de acordo com os pontos de corte recomendados por ASHWELL (2009).....	163
TABELA 10: Comparações dos valores de índice de conicidade e relação cintura/estatura propostos por SANT'ANA (2008) de acordo classificação do estado nutricional.....	164
TABELA 11: Comparações dos valores encontrados de relação cintura/estatura segundo classificação do estado nutricional no presente estudo	

e os valores recomendado por ASHWELL (2009).....

165

LISTA DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFIA 1: Pesagem de um voluntário com uso da balança Tanita e fotografia do equipamento utilizado.....	83
FOTOGRAFIA 2: Medida da altura um voluntário com uso estadiometro portátil e fotografia do equipamento utilizado.....	84
FOTOGRAFIA 3: Medida de prega cutânea tricipital e fotografia do equipamento utilizado.....	85
FOTOGRAFIA 4: Medida de prega cutânea da panturrilha.....	85
FOTOGRAFIA 5: Medida de circunferência da cintura.....	86
FOTOGRAFIA 6: Medida de circunferência do quadril.....	87
FOTOGRAFIA 7: Colocação dos eletrodos para avaliação da bioimpedância e fotografia do equipamento utilizado.....	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

% - Percentual

%GC – Percentual de gordura corporal

(MG)- Massa de gordura

Σ DOC – Somatória de dobras cutâneas

ACT – Água corpórea total

BA- Bahia

BIA – Bioimpedância elétrica

CC – Circunferência da cintura

CDC – Centers for Disease Control

CE – Ceará

cm- centímetros

D.P. – Desvio padrão

DC – Densidade corporal

DXA - Absortometria radiológica de dupla energia/ Dual energy x-ray absorptiometry

DF- Distrito Federal

E- Especificidade

et al. – e outros colaboradores

F- Feminino

FEM- Feminino

g- gramas

GC- Gordura corporal

HDL- Lipoproteína de alta densidade

IC- 95% - Intervalo de confiança de 95%

IC- Índice de Conicidade

IMC - Índice de massa corporal

IOTF- International Obesity Task Force
Kgf- Quilograma força
KHz - Quilohertz
LDL- Lipoproteína de baixa densidade
M- Masculino
m- metro
MAS- Masculino
Máx. – Máximo
MG – Minas Gerais
Min. – Mínimo
Minitab – Minitab Statistical Software
MLG – Massa livre de gordura
mm – milímetro
mm²- Milímetros quadrado
NCHS – National Center for Health Statistics
OA – Osteoartrose
PC – Perímetro da cintura
PC- Ponto de corte
PCT – Prega cutânea tricípital
PE- Pernambuco
PSF- Programa de Saúde da Família
PT- Prega da panturrilha
r – coeficiente de correlação
RCQ – Relação cintura/quadril
RCE- Relação cintura/estatura
RJ- Rio de Janeiro
RN – Rio Grande do Norte

RS – Rio Grande do Sul

S- Sensibilidade

SC- Santa Catarina

SMET- Síndrome Metabólica

SP- São Paulo

SPSS- Statistical Package for the Social Sciences

WHO – World Health Organization

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	31
2.1 A Obesidade.....	31
2.2 A Obesidade e Fatores Fisiológicos associados.....	32
2.3 Aspectos epidemiológicos do sobrepeso e obesidade.....	35
2.4 Métodos de avaliação da composição corporal.....	38
2.4.1 Antropometria.....	39
2.4.2 Índice de Massa Corporal (IMC).....	39
2.4.3 Pregas Cutâneas.....	42
2.4.4 Índice de Conicidade (IC).....	44
2.4.5 Relação Cintura/Estatura (REC).....	46
2.4.6 Relação Cintura/Quadril (RCQ).....	48
2.4.7 Bioimpedância elétrica (BIA).....	49
2.4.8 Método de diluição isotópica (Deutério).....	51
2.4.9 Ressonância nuclear magnética.....	52
2.4.10 Absortometria radiológica de dupla energia (DEXA).....	53
2.4.11 Pesagem hidrostática ou hidrodensitometria.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	56
3. OBJETIVOS.....	80
3.1 Geral.....	80

3.2 Específicos.....	80
4. METODOLOGIA.....	81
4.1 Delineamento do estudo.....	81
4.2 Casuística.....	81
4.3 Critérios de inclusão.....	82
4.4 Critérios de Exclusão.....	82
4.5 Coleta de dados.....	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
5. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	92
6. ASPÉCTOS ÉTICOS.....	93
7. RESULTADOS.....	94
7.1 ARTIGO I - Aspectos epidemiológicos e fatores fisiológicos associados ao sobrepeso e obesidade em crianças.....	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
7.2 ARTIGO II - Distribuição de gordura corporal e caracterização de índices antropométricos em crianças.....	111
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122
7.3 ARTIGO III – Correlação entre bioimpedância e indicadores antropométricos em crianças	126
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	143
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	147
ANEXOS.....	148
Anexo 1.....	148

Anexo 2.....	149
Anexo 3.....	150
Anexo 4.....	151
Anexo 5.....	152
Anexo 6.....	153
APÊNDICE	167

1- INTRODUÇÃO

O estado nutricional de uma criança possui um papel fundamental para que seu crescimento seja progressivo e que ela desenvolva suas aptidões psicomotoras e sociais. Alterações de *déficit* ou excesso no estado nutricional expõem as crianças a riscos potenciais e agravos à saúde, bem como a futuros problemas de relações interpessoais e funcionais dentro da comunidade (SANTOS *et al.*, 2008).

Segundo RODRÍGUEZ *et al.* (2008), durante os primeiros anos de vida ocorrem mudanças quantitativas e qualitativas na composição química corporal. Alterações na composição corporal ao longo do tempo podem levar conseqüências diretas nas funções do corpo levando a um aumento da prevalência de varias doenças associadas à obesidade, tais como: diabetes mellitus, dislipidemias, problemas cardiovasculares e respiratórios, desordens psicológicas, ortopédicas e elevação da pressão arterial (REILLY, 1998; ONIS *et al.*, 2000; SEMIZ *et al.*, 2008).

Atualmente, a obesidade é considerada um distúrbio crônico em expansão com prevalência crescente em todas as faixas etárias, tanto em países desenvolvidos quanto aqueles em desenvolvimento, sendo considerado um problema de saúde pública e por alguns autores uma epidemia mundial (FLORENCIO *et al.*, 2001; REILLY *et al.*, 2002; STETTLER, 2004; GIGANTE *et al.*, 2006) . De acordo com ONIS *et al.* (2000), a prevalência de sobrepeso global foi 3,3%, entretanto, alguns países e regiões apresentaram taxas consideravelmente elevadas. Países com altas prevalências de sobrepeso foram localizados principalmente no Oriente Médio, Norte da África e América Latina (ONIS *et al.*, 2000).

Estudos de base populacional investigando sobrepeso ou obesidade em crianças apresentam dados preocupantes. Estimativas mostram que em 2025, o Brasil será o quinto país no mundo a ter problemas de obesidade em sua população (BOUCHARD, 2000).

Segundo SOAR *et al.*(2004), em estudo conduzido no estado do Rio Grande do Sul, verificou uma alta prevalência de obesidade e sobrepeso em escolares de 7 a 9 anos, sendo 17,9% de sobrepeso e 6,7% obesidade, com predominância de sobrepeso no sexo feminino aos 8 anos e obesidade em crianças com 7 anos idade. Já em um estudo realizado na região Sudeste e Nordeste, observaram-se uma prevalência de obesidade de 8,2% e 11,9 entre crianças nas regiões (ABRANTES *et al.*, 2002).

Nesse contexto, observa-se que a obesidade infantil apresenta grandes conseqüências na saúde da criança sendo o maior antecedente para a obesidade no adulto (NAMARA *et al.*,

1971, STORY *et al.*, 1999). Hoje existe uma grande preocupação voltada para prevenção, diagnóstico e tratamento da obesidade na infância (ABRANTES *et al.*, 2002). Segundo a literatura, o controle da obesidade em adultos tem se mostrado pouco eficaz, parecendo ser mais adequado identificar as crianças com o risco e fazer a profilaxia do distúrbio nutricional (GAMBA *et al.*, 1999).

O diagnóstico de obesidade durante na etapa escolar é considerado um fator importante para prevenção da obesidade, visto que nesse período ocorre um aumento substancial nas prevalências de obesidade bem como dos seus fatores associados (KAIN *et al.*, 2007). Normalmente, os pilares do tratamento da obesidade são as modificações de comportamento e hábitos de vida, que incluem mudanças no plano alimentar e na atividade física (GAMBA *et al.*, 1999). Todavia, o diagnóstico precoce e as intervenções no período crítico do desenvolvimento da obesidade (infância e adolescência) têm sido recomendados para evitar desfechos desfavoráveis na idade adulta (TRICHES *et al.*, 2005).

Com os avanços científicos verificados nas últimas três décadas, têm-se demonstrado a grande influência da nutrição sobre as dimensões físicas e na composição global do corpo humano, sobretudo em relação ao processo de crescimento (FARIAS *et al.*, 2003). A avaliação nutricional tem como objetivo verificar o crescimento e as proporções corporais dos indivíduos, para que em um momento posterior sejam estabelecidas às atitudes de intervenção. Para a escolha do método de avaliação nutricional deve-se eleger aquele que melhor detecte o problema em estudo, devendo-se pensar nos custos, na habilidade para aplicação do método, o tempo e a aceitação da população que será submetida ao mesmo (SIGULEM *et al.*, 2000).

Existem diversos métodos para a estimativa da composição corporal, com diferentes níveis de precisão, custo e dificuldade de aplicação (SILVA *et al.*, 2007). De acordo com (MARTIN *et al.*, 1991), para análise da composição corporal, podem-se utilizar técnicas como procedimento direto, indireto e duplamente indireto. O método direto apresenta elevada precisão, consiste na separação e pesagem de cada um dos componentes corporais isoladamente, mediante a dissecação de cadáveres. As técnicas indiretas são consideradas precisas, no entanto, possuem uma limitada aplicação prática e um alto custo financeiro (SANT'ANNA *et al.*, 2009). Normalmente, são aqueles nos quais não há manipulação dos componentes separadamente, mas a partir de princípios químicos e físicos que visam à extrapolação das quantidades de gordura e de massa magra (MARTIN *et al.*, 1991).

Já os métodos duplamente indiretos são aqueles validados a partir de um método

indireto (MARTIN *et al.*,1991). Consistem em técnicas menos rigorosas, porém, apresentam melhor aplicação prática e menor custo financeiro, podendo ser empregadas tanto em pesquisas de campo quanto em estudos clínicos. Nesse grupo, destacam-se a bioimpedância elétrica e a antropometria, incluindo o índice de massa corporal (IMC), as pregas cutâneas, as medidas de perímetros (circunferência da cintura, relação cintura/quadril), o índice de conicidade e a relação cintura/estatura (SANT'ANNA *et al.*, 2009).

Atualmente, diversas técnicas estão disponíveis para a estimativa indireta da composição corporal, como hidrometria (método de diluição isotópica), ressonância nuclear magnética, absorptometria radiológica de dupla energia (DXA), pesagem hidrostática, todavia, vale ressaltar que estas técnicas apresentam alto custo financeiro e sua utilização tem sido limitada e restrita aos grandes centros de pesquisa (GORAN, 1998; COSTA, 2001, GATELY *et al.*, 2003; GUEDES, 2006).

Dentre as técnicas mais utilizadas na determinação da composição corporal destacam-se as pregas cutâneas e a utilização de índices relacionando à massa corporal a estatura (BRODIE, 1988). As vantagens no uso da técnica antropométrica consistem: baixo custo financeiro, necessidade de pequeno espaço físico, facilidade e rapidez na coleta dos dados e por ser método não-invasivo (ECKHARDT *et al.*, 2003).

Com o avanço da tecnologia, observa-se uma tendência para o desenvolvimento de técnicas de estimativa da composição corporal mais sofisticadas. Uma delas, objeto crescente em números estudos, é a técnica de bioimpedância (RODRIGUES, 2001).

Assim como a antropometria, a bioimpedância atualmente tem sido apresentada como uma alternativa rápida para a determinação da composição corporal, uma vez que é de fácil operacionalização e relativamente confiável, podendo ser potencialmente usada no cálculo das estimativas de gordura corporal (TRIBESS *et al.*, 2003). Nesse sentido, destaca-se a importância de estudos voltados à correlação entre os métodos de avaliação da composição corporal, uma vez que são necessárias evidências que facilitem ao pesquisador na tomada de decisão quanto ao uso do melhor método de avaliação da composição corporal, principalmente em crianças.

Em função da abordagem de diversos temas e do Regimento do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Área de Concentração em Saúde da Criança e do Adolescente, os resultados e a discussão desta dissertação serão apresentados em versões preliminares de artigos científicos intitulados como:

- Artigo I: Aspectos epidemiológicos e fatores fisiológicos associados ao sobrepeso e

obesidade em crianças.

- Artigo II: Distribuição de gordura corporal e caracterização de índices antropométricos em crianças.
- Artigo III: Correlação entre bioimpedância e indicadores antropométricos em crianças.

Para a apresentação desta dissertação, os artigos foram elaborados de acordo com as recomendações do corpo editorial do Jornal de Pediatria. Serão posteriormente realizadas devidas adaptações às normas técnicas de outros periódicos para os quais os artigos forem submetidos, caso seja necessário.

Posteriormente, nesta dissertação, serão apresentadas outras análises realizadas (anexo 6) não abordadas nos artigos. Em um momento oportuno será avaliada a possibilidade de extrair novos artigos com os referidos dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES, M.M.; LAMOUNIER, J.A.; COLOSIMO, E.A. Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes das regiões Sudeste e Nordeste. **Jornal de Pediatria**, v.78, n 4, p.335-340, 2002.

BOUCHARD, C. **Atividade física e obesidade**. São Paulo: Manole; 2000 486p.

BRODIE, D.A. Techniques of measurement of body composition: Part I. **Sports Medicine**, v.5, n.1, p.11-40, 1988.

COSTA, R.F. da. **Composição corporal, teoria e prática da avaliação**. São Paulo: Manole, 2001, 199p.

ECKHARDT, C.L.; ADAIR, L.S. CABALLERO, B.; AVILLA, J.; KON, I.Y.; WANG, J. Estimating body fat from anthropometry and isotopic dilution: A four-country comparasion. **Obesity Research**, v.11, n.12, p.1553-1561, 2003.

FARIAS, E. dos S.; PETROSKI, E.L. Estado nutricional e atividade física de escolares da cidade de Porto Velho, RO. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v.5, n.1, p. 27-38, 2003.

FLORENCIO, T.M.M.T.; FERREIRA, H.S.; FRANÇA, A.P.T. de; CAVALCANTE, J.C.; SAWAYA, M.L. Obesity and undernutrition in a very-low-income population in the city of Maceió, northeastern Brazil. **British Journal Nutrition**, v. 86, n.2, p. 277-284, 2001.

GAMBA, E.M.; JUNIOR, A.A de B. A utilização do Índice de Massa Corporal na avaliação da obesidade na infância: vantagens e limitações. **Revista paulista de pediatria**, v.17, n.4, p.181-189, 1999.

GATELY, P.J.; RADLEY, D.; COOKE, C.B.; CARROL, S.; OLDROYD, B.; TRUSCOTT, J.G.; COWARD, W.A.; WRIGHT, A. Comparison of body composition methods in overweight and obese children. **Journal of Applied Physiology**, v. 95, n.5, p. 2039-2046,

2003.

GIGANTE, D. P.; COSTA, J.S.D.; OLINTO, M.T.A.; MENEZES, A.M.B.; MACEDO, S. Adult obesity in Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil, and the association with socioeconomic status. **Cadernos de Saúde Pública**, v.22, n.9, p.1873-1879, 2006.

GORAN, M.I. Measurement issues related to studies of childhood obesity: assessment of body composition, body fat distribution, physical activity, and food intake. **Pediatrics**, v. 101, n. 3, p. 505-518, 1998.

GUEDES, D.P. Recursos antropométricos para análise da composição corporal. **Revista Brasileira de Educação Física e Esportes**, v.20, n.5, p.115-119, 2006.

KAIN, J.B.; LERA, L.M.; ROJAS, J.P.; UAUY, R.D. Obesidad em preescolares de La Región Metropolitana de Chile. **Revista Médica de Chile**, v.135, n.1, p.63-70, 2007.

MARTIN, A.D.; DRINKWATER, D.T. Variability in the measures of body fat-Assumptions or Technique? **Sports Medicine**, v.11, n.5, p.277-288, 1991.

NAMARA, J.J.; MALOT, M.A.; STREMPLE, J.F.; CUTTING, RT. Coronary artery disease in combat casualties in Vietnam. **The Journal of the American Medical Association**, v.216, n.7, p.1185-1187, 1971.

ONIS, M. de, BLOSSNER, M. Prevalence and trends of overweight among preschool children in developing countries. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.72, n.4, p.1032-1039, 2000.

REILLY J.J. Assessment of body composition in infants and children. **Nutrition**, v.14, n.10, p.821-5, 1998.

REILLY, J.J.; WILSON, M.L.; SUMMERBELL, C.D.; WILSON, D.C. Obesity: diagnosis, prevention, and treatment; evidence based answers to common questions. **Archives of Disease in Childhood**, v.86, n.6, p.392-394, 2002.

RODRIGUES, M.N.; SILVA, S.C. da; MONTEIRO, W.D.; FARINATTI, P. de T. V. Comparison of fat estimation by bioelectric impedance, skinfold thickness, and underwater weighing. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.7, n.3, p. 125-131, 2001.

RODRÍGUEZ, P.N.; BERMÚDEZ, E.F.; RODRÍGUEZ, G.S.; SPINA, M.A.; ZENI, S.N.; FRIEDMAN, S.M.; EXENI, R.A. Composición corporal en niños preescolares: comparación entre métodos antropométricos simples, bioimpedancia y absorciometría de doble haz de rayos X. **Archivos Argentinos de Pediatría**, v.106, n.2, p.102-109, 2008.

SANT'ANNA, M.S.L.; PRIORI, S.E.; FRANCESCHINI, S.C.C. Métodos de avaliação da composição corporal em crianças. **Revista Paulista de Pediatria**, v.27, n.3, p. 315-321, 2009.

SANTOS, A.L. B dos; LEÃO, L.S.C.S. Perfil antropométrico de pré-escolares de uma creche em Duque de Caxias, Rio de Janeiro. **Revista Paulista de Pediatria**, v.26, n.3, p.218-224, 2008.

SEMIZ, S. O.; SABIR, N.; SEMIZ, E. Body Fat Distribution Childhood Obesity: Association with Metabolic Risk Factors. **Indian Pediatrics**, v.45, n.6, p.457-462, 2008.

SIGULEM, D.M.; DEVINCENZI, M.U.; LESSA, A.C. Diagnóstico do estado nutricional da criança e do adolescente. **Jornal de Pediatria**, v. 76, supl. 3, p. S274-S284, 2000.

SILVA, S.M.C. S; MURA J.D.P. **Tratado de alimentação, Nutrição e Dietoterapia**. São Paulo: Roca, 2007, 1122p.

SOAR, C.; VASCONCELOS, F. de A.G.; ASSIS, M.A.A. de; GROSSEMAN, S.; LUNA, M.E.P. Prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares de uma escola pública de Florianópolis, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 4, n. 4, p. 391-397, 2004.

STETTLER, N. Comment: the global epidemic of childhood obesity: is there a role for the paediatrician? **Obesity Reviews**, v.5, Suppl 1, p.1-3, 2004.

STORY, M.; EVANS, M.; FABSITZ, R.R.; CLAY, T.E.; ROCK, H.B.; BROUSSARD, B.

The epidemic of obesity in American Indian communities and the need for childhood obesity-prevention programs. **The American Journal of Clinical Nutrition**; v.69, Supl 4, p.747S-754S, 1999.

TRIBESS, S.; PETROSKI, E.L.; RODRIGUEZ-AÑEZ, C. R. Percentual de gordura em praticantes de condicionamento físico pela impedância bioelétrica e pela técnica antropométrica. **Lecturas Educación Física y Deportes**, v. 09, n. 64, p. 01-10, 2003.

TRICHES, R.M.; GIUGLIANI, E.R.J. Obesidade, práticas alimentares e conhecimentos de nutrição em escolares. **Revista de Saúde Pública**, v.39, n.4, p.541-547, 2005.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A Obesidade

A obesidade é definida como uma condição de acúmulo anormal ou excessivo de gordura no organismo que pode ocasionar prejuízo à saúde do indivíduo (WHO, 2000). Evidências demonstram que a obesidade e o sobrepeso na infância têm aumentado ao longo das últimas duas décadas em algumas nações desenvolvidas e também em algumas em outras partes do mundo (REILLY *et al.*, 1999; MORENO *et al.*, 2000; O'LOUGHLIN *et al.*, 2000; MARTORELL *et al.*, 2000; MAGAREY *et al.*, 2001, BUNDRED *et al.*, 2001, OGDEN *et al.*, 2002, ROLLAND-CACHERA *et al.*, 2002, FRYE *et al.*, 2003).

A obesidade é considerada uma doença multifatorial e seu desenvolvimento ocorre devido múltiplas interações entre genes e o ambiente (MAFFEIS, 2000). De acordo com a literatura, o aumento nas taxas de prevalência entre populações geneticamente estáveis sugere que os fatores ambientais e talvez os fatores perinatais sejam à base da epidemia de obesidade na infância (HAKALA *et al.*, 1999, HEBEBRAND *et al.*, 2000; ARNER, 2000; EBBELING *et al.*, 2002).

Pesquisadores consideram que a etiologia da obesidade não é de fácil identificação, pois além de ser uma doença multifatorial, ou seja, resultante de uma complexa interação entre fatores comportamentais, culturais, genéticos, fisiológicos e psicológicos, a obesidade pode ser classificada em dois contextos: 1) por determinação genética ou fatores endócrinos e metabólicos; 2) influenciados por fatores externos, sejam eles de origem dietética, comportamental ou ambiental. Todavia, acredita-se que os fatores externos são mais relevantes na incidência de obesidade do que os fatores genéticos (NOBREGA, 1988, BOUCHARD, 2000; ACSM'S, 2000). Em contrapartida, LAMOUNIER *et al.* (2005) afirmam que o fator genético na obesidade é o primordial- significa que a predisposição para engordar é uma tendência genética que o indivíduo carrega consigo por toda a vida, uma vez que é clara a correlação de filhos obesos com mãe, pai ou irmãos obesos. No que se refere ao meio ambiente, LAMOUNIER *et al.* (2005) ressaltam que o mesmo permite ou condiciona a ingestão excessiva e o baixo gasto energético.

Os fatores psicossociais possuem papel decisivo na instalação e particularmente na manutenção da obesidade, uma vez que a criança passa a encontrar no alimento uma compensação para seus problemas emocionais. A obesidade também pode evoluir após

distúrbios psicológicos reacionais tais como: estresse por cirurgias, tratamentos médicos, hospitalizações, ciúmes de irmãos, sentimento de ser pouco amado, problemas escolares e conflitos entre os pais. Entretanto, é preciso ficar claro que um fator, por si só, não leva a obesidade, que se deve a uma interação entre os fatores causais (LAMOUNIER *et al.* 2005).

A obesidade é considerada uma das condições mais estigmatizantes e de menor aceitação social na infância. Crianças e adolescentes obesos apresentam pior qualidade de vida, quando comparadas com indivíduos saudáveis da mesma idade (SCHWIMMER, 2003). Pessoas obesas são alvo de preconceito e discriminação importantes em países industrializados. Isto pode ser observado nas mais variadas e corriqueiras situações, como programas de televisão, revistas e piadas. Além disso, são pessoas que cursam um menor número de anos na escola, possuem menor chance de serem aceitas em escolas e, posteriormente, em empregos mais concorridos e têm menores chances de estarem envolvidas num relacionamento afetivo estável (LAURENT-JACCARD *et al.*, 1993; MOORE *et al.*,1997).

Crianças obesas, em relação às não obesas, caracterizam-se por apresentarem maior agressividade, apetite, interesse pela sexualidade, ansiedade, tendência à depressão, piores relações interpessoais, acentuado desequilíbrio afetivo e débil tolerância às frustrações. A maioria dessas características são mais nítidas em meninos obesos que em meninas obesas, que mostram mais tolerantes às agressões do meio. As crianças obesas apresentam um grau de auto-estima muito inferior ao das não-obesas. Este índice correlaciona diretamente com a sua imagem corporal. Aqueles com maior auto-estima têm melhor adaptação social, enquanto aquelas com baixo nível de auto-estima tendem a síndromes depressivas (LAMOUNIER *et al.* 2005).

2.2 A Obesidade e Fatores Fisiológicos associados

Durante muito tempo o tecido adiposo foi considerado um depósito inativo de gordura. Atualmente, o tecido adiposo é cada vez mais reconhecido como um tecido ativo, pois está diretamente envolvido com o controle do peso corporal e o balanço energético através da secreção de grande quantidade de moléculas com potencial regulador (adipocinas) tais como: leptina, adiponectina, resistina, interleucina-6, fator de necrose tumoral e ativador do inibidor-1 do plasminogênio (WANG *et al.*,2008). A identificação destes fatores secretores aumentou o conhecimento sobre os mecanismos biológicos relacionados com o excesso de gordura corporal, distúrbios metabólicos, diabetes mellitus, doenças cardiovasculares (NIGRO, *et*

al.,2006).

A obesidade destaca-se como um dos maiores problemas de saúde com efeitos médicos e psicossociais importantes (NELMS, 2001). Sabe-se que a obesidade pode iniciar em qualquer idade, desencadeada por fatores como o desmame precoce, a introdução inadequada de alimentos, distúrbios do comportamento alimentar e da relação familiar, especialmente nos períodos de aceleração do crescimento (GIUGLIANO *et al.*,2004a)

Pesquisadores têm encontrado associações consistentes entre sobrepeso e obesidade e o aumento morbidade e mortalidade envolvendo nove sistemas do corpo, muitos dos quais são interdependentes (KUSHNER, 2003). O sobrepeso e a obesidade têm sido relacionados a doenças cardiovasculares, hipertensão, dislipidemia, síndrome metabólica, osteoartrose, apnéia do sono e certas formas de câncer (NATIONAL HEART LUNG AND BLOOD INSTITUTE, 2000; KLEIN *et al.*,2004).

Dados da literatura demonstram que o peso corporal apresenta uma correlação positiva com desenvolvimento de doença cardíaca congestiva (HUBERT *et al.*,1983; WIELAND *et al.*,2001). Segundo MUNTNER *et al.* (2004), os altos índices da pressão arterial identificados na infância entre os anos de 1988 e 2000 foram atribuídos parcialmente ao aumento de peso e obesidade. Crianças obesas têm os valores da pressão arterial significativamente maiores do que crianças eutróficas, assim sendo, apresentam 10 vezes mais chance de terem elevados índices na pressão arterial sistólica e diastólica do que crianças eutróficas (GRAF *et al.*,2005).

Em estudo conduzido por URBANOVA *et al.* (2008) , avaliando a associação entre obesidade e hipertensão em 7427crianças, foi observado que a hipertensão associada a obesidade estava presente em 70 % das crianças, sugerindo que a prevenção e tratamento da obesidade possam desempenhar um papel importante controle e tratamento da hipertensão arterial em crianças.

Dados revelam que o excesso de peso corporal está associado à elevados níveis de colesterol total, altos níveis de lipoproteína de baixa densidade (LDL), baixos níveis de lipoproteína de alta densidade (HDL) e elevados níveis de triglicérides sanguíneos (ALLISON *et al.*,2000). Segundo KATZMARZYK *et al.* (2003), em estudo conduzido com crianças e adolescentes, observaram que os indivíduos com sobrepeso apresentavam de 1,6 a 9,1 vezes mais chances de apresentarem fatores de risco de doenças cardiovasculares, como hipertensão arterial, elevados níveis de colesterol total, LDL-colesterol, triglicérides, glicose e reduzidos níveis de HDL-colesterol, quando comparados com os participantes eutróficos.

A resistência à ação da insulina no tecido e os níveis elevados de insulina plasmática em

jejum, alterações bastante frequentes em indivíduos obesos, parecem ser os primeiros sinais para o desenvolvimento do diabetes mellitus tipo 2. Nos indivíduos obesos, parece que nos estágios iniciais da doença, devido à resistência à insulina, as células β pancreáticas aumentam a produção e a secreção de insulina como mecanismo compensatório, enquanto a tolerância à glicose permanece normal. Este estado permanece durante algum tempo, até que se observa um declínio na secreção de insulina e, conseqüentemente, uma diminuição da tolerância à glicose, ocorrendo então um aumento da produção endógena e na concentração de glicose no sangue, principalmente, no estágio tardio do desenvolvimento do diabetes mellitus tipo 2 (OLIVEIRA *et al.*, 2004). Assim, o aumento da incidência de obesidade parece explicar a marcante alteração do diabetes mellitus não insulino-dependente, recentemente observado em pacientes pediátricos (PINHAS *et al.*, 1996).

A síndrome metabólica (SMET) consiste em um conjunto de alterações que envolvem um aumento da adiposidade visceral, hipertensão, intolerância à glicose e dislipidemia (ECKEL, *et al.*, 2005). Até recentemente, a agregação desses fatores de risco metabólicos só haviam sido relatados em adultos, entretanto, a coexistência dos múltiplos fatores de risco para síndrome metabólica tem sido observados em crianças, provavelmente motivado pelo aumento da prevalência de obesidade (SALAND, 2007). Segundo EKELUND *et al.* (2009), em estudo multicêntrico realizado na Dinamarca, Estônia e Portugal, onde foram incluídos um total de 3193 voluntários de ambos os sexos, sendo 1604 crianças (788 garotos e 816 garotas) e 1589 jovens com idade de 15 anos, observou-se uma prevalência de SMET de 0,2% e 1,4% nos voluntários de 10 e 15 anos de idade respectivamente, demonstrando as importantes implicações da síndrome metabólica para saúde.

Segundo MAGLIANO (2008), a osteoartrose (OA) é a forma mais comum de artrite, que afeta comumente quadril, joelhos e mãos. Hoje, é bem aceito que a obesidade constitui um fator de risco para osteoartrose, particularmente para joelho, uma vez que o excesso de tecido adiposo produz fatores humorais que alteram o metabolismo da cartilagem articular. Atualmente tem sido postulado que a leptina pode ser o link entre as anormalidades metabólicas na obesidade e o aumento do risco da osteoartrose, sugerindo que futuras pesquisas sobre o papel das adipocinas na patogênese da osteoartrose.

A incidência de câncer esta aumentando significativamente em pacientes obesos especialmente em mulheres obesas (BOOGERD *et al.*, 2002). Em um estudo prospectivo de base populacional, sobre obesidade e risco câncer, WOLK *et al.* (2001), relataram um aumento do risco de câncer de intestino delgado, cólon, pâncreas, parênquima renal, bexiga,

cérvix uterina, endométrio, ovários, cérebro e tecidos conectivos.

Tendo em vista os inúmeros fatores associados à presença da obesidade, torna-se importante a identificação e o manejo precoce do excesso de peso nas crianças, uma vez que está bem documentado que a obesidade infantil pode constituir para inúmeros fatores de risco e co-morbidades na vida adulta (GUNNEL *et al.*, 1998; LUO *et al.*, 2000).

2.3 Aspectos epidemiológicos do sobrepeso e obesidade

Atualmente, é um consenso na literatura que a obesidade infantil vem aumentando de forma significativa e que ela determina várias complicações na infância e na idade adulta (MELO *et al.*, 2004). Dados revelam que aproximadamente 1,2 bilhões de pessoas no mundo são sobrepeso e pelo menos 300 milhões são obesas (WILBORN *et al.*, 2005).

Na Europa e em outros países com economia estabelecida, estima-se que a média de obesidade seja de 15-20% da população. Em 1995 a obesidade na Europa foi estimada em 10-20% para homens e 15-25% para as mulheres (SEIDELL *et al.*, 1997).

A obesidade infantil atingiu níveis epidêmicos em países desenvolvidos. Nos Estados Unidos 25% das crianças são sobrepeso e 11% são obesas (DEHGHAN *et al.*, 2005). Mais especificamente, tem sido mostrado que 69% das crianças entre as idades 6 a 10 anos com índice massa corporal (IMC) superior ao percentil 95th podem continuar obesos em sua vida adulta (WHITAKER *et al.*, 1997). Cerca de 70% dos adolescentes obesos tornam-se adultos obesos (WHITAKER *et al.*, 1997, PARSONS *et al.*, 1999, NICKLAS *et al.*, 2001).

Em um estudo de coorte com objetivo de avaliar a prevalência de sobrepeso e obesidade escolares na Grécia, foram encontrados valores de 16,0 % sobrepeso para sexo masculino e 15,5 de sobrepeso para sexo feminino de acordo com a classificação da *Centers for Disease Control* (CDC, 2000), para um total de 2374 crianças com idade entre 1 a 5 anos respectivamente (MANIOS *et al.*, 2007).

De acordo WHELTON *et al.* (2007), a prevalência global de sobrepeso e obesidade na República Irlanda foi maior entre as meninas do que em meninos (28% sobrepeso e 7% obesidade para sexo feminino e 23% sobrepeso e 6% de obesidade para sexo masculino), situação que também foi encontrada na Irlanda do Norte com (25% de sobrepeso e 7% obesidade para sexo feminino e 23% sobrepeso e 5% obesidade para masculino). Além disso, WHELTON *et al.* (2007) relataram que a prevalência de sobrepeso foi mais comum aos 13 anos de idade no sexo feminino 32% e a obesidade predominou em meninas de 7 anos com valores de 11% para a República da Irlanda. Já na Irlanda do Norte as maiores

prevalências de sobrepeso e obesidade foram encontradas no sexo feminino, aos 11 anos (33%) e 8 anos (13%), respectivamente.

No Oriente Médio El-BAYOUMY *et al.* (2009), através de uma amostra aleatória estratificada de 5402 crianças de ambos os sexos (2657 meninos e 2745 meninas), representantes 12,7% do número dos escolares entre 10 e 14 anos durante ano de 2005-2006, observaram prevalências de 30,7% sobrepeso e 14,7% de obesidade. Já nos Emirados Árabes, a prevalência estimada de sobrepeso e obesidade para crianças de 5 a 14 anos, foram de 21,5% de sobrepeso e 13,7% obesidade, com predominância maior no sexo feminino de 22,9% quando comparados com o sexo masculino com valores de 20,2% (MALIK *et al.*,2007).

Nos Estados Unidos, um recente estudo realizado por ANDERSON *et.al.*(2009) avaliando a prevalência de obesidade em diferentes grupos étnicos, demonstrou diferenças estatisticamente significativas para obesidade entre os diferentes grupos nos quais: 31,2% índios americanos /nativos do Alasca; hispânicos 22.0%; negros não-hispânicos 20,8%; brancos não hispânicos 15,9% e 12,8% asiáticos, para uma amostra de 8550 crianças com média de 52,3 meses de idade.

Em países da America do Sul as prevalências de obesidade e sobrepeso são diversificadas. No Uruguai as prevalências de sobrepeso e obesidade em crianças de 9 a 12 anos totalizaram 26%, sendo 17% sobrepeso e 9% obesidade (PISABARRO *et al.*, 2004). Na Argentina, em um estudo realizado com 3931 escolares com idade média de 8,2 anos, observou-se uma prevalência de 8,3% de obesidade e 14,1 de sobrepeso (POLETTI *et al.*, 2003) . No Chile, em um estudo conduzido por KAIN *et al.* (2007), a prevalência de obesidade variou entre 11% e 13,6% em crianças com 2 anos de idade e valores entre 17% a 20% em crianças de 3 e 4 anos de idade.

No Brasil, ao mesmo tempo em que declina a ocorrência da desnutrição em crianças e adultos, num ritmo bem acelerado aumentam as prevalências de sobrepeso e obesidade. A projeção dos resultados de estudos efetuados nas últimas três décadas é indicativa de um comportamento claramente epidêmico do problema. Estabelece-se, dessa forma, um antagonismo de tendências temporais entre desnutrição e obesidade, definindo uma das características marcantes do processo de transição nutricional do país (FILHO *et al.*,2003). Assim, chama-se atenção para as prevalências de obesidade e sobrepeso nos diversos subgrupos populacionais no Brasil QUADRO 1:

QUADRO-1 Estudos de prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes no Brasil.

Autor (ano)	Local	Faixa etária	Amostra	Critério Utilizado	Resultados
Monteiro <i>et al.</i> , (2000)	São Paulo, SP (Brasil)	0 a 59 meses de idade	1973/74: 756 1984/85: 999 1995/96: 1266	índice peso/altura e score Z*	1973/74-Obesidade: 3,2% 1984/85-Obesidade: 4,0% 1995/96-Obesidade: 3,8%
Balaban <i>et al.</i> , (2001)	Recife, PE (Brasil)	Crianças /adolescentes	515	IMC†	Sobrepeso: Alta renda: 34,3% Baixa renda: 8,7% Obesidade: Alta renda: 15,1% Baixa renda: 4,4%
Abrantes <i>et al.</i> , (2002)	Sudeste e Nordeste (Brasil)	Crianças/ adolescentes	7260	IMC†	Obesidade: Sexo fem: 10,3% Sexo masc: 9,2%
Anjos <i>et al.</i> , (2003)	Rio de Janeiro, RJ (Brasil)	< 10 anos	3387	IOTF ‡	Obesidade: 5%
Leão <i>et al.</i> , (2003)	Salvador, BA (Brasil)	5 a 10 anos	387	IMC †	Obesidade: Esc. pública: 8% Esc. privada: 30%
Soar <i>et al.</i> , (2004)	Florianópolis, SC (Brasil)	7 a 10 anos	419	IMC†	Sobrepeso: 17,9% Obesidade: 6,7%
Assis <i>et al.</i> (2006)	Florianópolis, SC (Brasil)	7 a 9 anos	2232	IMC†	Sobrepeso: 19,9%
Costa <i>et al.</i> , (2006)	Santos, SP (Brasil)	7 a 10 anos	10.822	CDC (2000) ††	Obesidade em escolas públicas e particulares: 18% Sobrepeso em escolas públicas e particulares: 15,7
Brasil <i>et al.</i> , (2007)	Natal, RN (Brasil)	6 a 11 anos	1927	IMC†	Excesso peso (IMC ≥ percentil 85): 33,6% Sobrepeso (IMC ≥ percentil 95): 22,6%
Campos <i>et al.</i> , (2007)	Fortaleza, CE (Brasil)	10-19 anos	1158	IMC†	Obesidade e Sobrepeso: 19,5% Esc.Privadas: 23,9% Esc. Públicas: 18,0%
Suné <i>et al.</i> (2007)	Capão da Canoa, RS (Brasil)	11 a 13 anos	885	IMC †	Sobrepeso: 21,3% Obesidade: 3,5%
Freitas <i>et al.</i> , (2007)	Ouro Preto, MG (Brasil)	6 a 9 anos	1019	IMC †	Sobrepeso:8,6% Obesidade: 3%
Fagundes <i>et al.</i> , (2008)	Região de Parelheiros, SP (Brasil)	6 a 14 anos	218	índice peso/altura e score Z*	Sobrepeso: 16,5 Obesidade: 14,7
Ricardo, <i>et al.</i> , (2009)	Oito cidades da região Oeste, centro e litoral, SC (Brasil)	6 a 10 anos	4964	IMC †	Sobrepeso:15,4% Obesidade: 6,0%

* Foram utilizadas como padrão de referência as curvas do National Center for Health Statistics (NCHS) de 1978.; † IMC = índice de massa corporal; ‡ IOTF = International Obesity Task Force; †† CDC (2000) Centers for Disease Control and Prevention.

Diante das altas taxas de prevalência de obesidade e sobrepeso na população, a implantação de medidas de prevenção, redução ou tratamento da obesidade são urgentemente necessárias nos sistemas de saúde (PARK *et al.*, 2001).

2.4 Métodos de avaliação da composição corporal

O estado nutricional assume grande importância na avaliação das condições de saúde de qualquer indivíduo. A desnutrição, o sobrepeso e a obesidade são condições que podem afetar o adequado desenvolvimento e interferir nos processos de saúde/doença (KOGA, 2005).

De acordo com ABOUL-SEOUD *et al.* (2001), a gordura contida no corpo humano possui importâncias fisiológicas e médicas. O interesse em medir a quantidade dos diferentes componentes do corpo humano se iniciou no século XIX e aumentou no final do século XX, devido à associação do excesso de gordura corporal com o aumento do risco de desenvolvimento de doenças coronarianas, diabetes *mellitus* tipo 2, osteoartrites e até mesmo certos tipos de câncer (HEYWARD *et al.*, 2000). Recentes dados da literatura apontam que a obesidade atingiu proporções epidêmicas globalmente, com mais de 1 bilhão de adultos com sobrepeso e cerca 300 milhões clinicamente obesos, fornecendo sérias contribuições para presença de doenças crônicas e outras deficiências (BONACCORSI *et al.*, 2009).

Devido à obesidade ter se tornado um sério problema de saúde pública, especialmente em crianças, a avaliação da composição corporal assume grande importância como ferramenta de avaliação, contenção e prevenção da obesidade, pois fornece informações cruciais em pesquisas clínicas e epidemiológicas (PIETROBELLI, 2004; BONACCORSI *et al.*, 2009).

Segundo GUEDES (2006), os procedimentos laboratoriais para análise da composição corporal oferecem estimativas muito precisas sobre os componentes de gordura e de massa isenta de gordura e se tornam, portanto, a primeira opção para análise da composição corporal. Entretanto, muitas vezes, em razão do alto custo de seus equipamentos, da sofisticação metodológica e das dificuldades em envolver os avaliados nos protocolos de medida, sua utilização tem sido limitada.

A escolha do método a ser utilizado dependerá de quais compartimentos corporais se pretende determinar e de aspectos como: custo, validade, aplicabilidade do método, portabilidade, aceitação ética, grau do treinamento do avaliador, objetivo e o desenho do estudo (BRODIE *et al.*, 1998).

Como a medida direta da composição corporal *in vivo*, não é possível em seres humanos, uma série de estimativas indiretas dos componentes do corpo foram desenvolvidas

(BRODIE *et al.*, 1998). Nos dias atuais, estão disponíveis vários métodos para avaliação da composição corporal em crianças, dentre eles são encontrados métodos relativamente simples, tais como bioimpedância elétrica (BIA) e medidas de espessura de dobras cutâneas e também métodos laboratoriais mais sofisticados como hidrodensitometria, método de diluição isotópica (deutério), absorptometria radiológica de dupla energia (DXA) (COSTA, 2001).

Assim, não existe um método único e incontestável para avaliação da composição corporal em pediatria, pois nenhum oferece todas as informações completas sobre a composição corporal, embora, cada método proporcione informações valiosas e específicas da composição corporal (RODRIGUEZ *et al.*, 2008).

2.4.1 Antropometria

A antropometria consiste na avaliação das dimensões físicas e da composição global do corpo humano (SIGULEM *et al.*, 2000). Por sua simplicidade e facilidade de obtenção, as medidas antropométricas de peso e altura são as mais comumente usadas para avaliar o estado nutricional. (TELLES *et al.*, 2003). Esta técnica tem se revelado o método mais utilizado para o diagnóstico nutricional em nível populacional, principalmente na infância e na adolescência, pela facilidade de execução e inocuidade (SIGULEM *et al.*, 2000). Além disso, dado que a antropometria apresenta um custo muito reduzido, parece ser atrativo utilizar combinações de indicadores antropométricos, tais como pregas cutâneas tricípital, bicipital, supriliaca e subescapular, para tentar conhecer a massa gorda e massa livre de gordura do corpo (SALAZAR *et al.*, 2003).

2.4.2 Índice de Massa Corporal (IMC)

O Índice de massa Corporal (IMC) ou Índice de Quetelet foi descrito na literatura pelo matemático LAMBERT ADOLPHE JACQUES sendo expresso pela relação entre a massa corporal em quilogramas e estatura em metros elevada ao quadrado, é amplamente utilizado como indicador do estado nutricional por sua boa correlação com a massa corporal ($r=0,80$) e baixa correlação com a estatura (TELLES *et al.*, 2003; SANTOS *et al.*, 2005).

O IMC foi validado internacionalmente como medida de *screening* de obesidade que melhor reflete o excesso de gordura corporal (POSKITT, 1995). Segundo DIETZ *et al.* (1999), não existe um consenso na literatura sobre a utilidade do índice massa corporal como indicador de gordura em crianças. MAYNARD *et al.*, (2001) relatam que o IMC não tem

apresentado boa correlação estatística com a gordura corporal, especialmente em crianças menores.

A utilização do IMC como indicador de gordura corporal é defendida por alguns autores, por ser um método simples, seguro e barato é um método válido e acurado, sendo universalmente utilizado tanto clinicamente quanto em pesquisas envolvendo crianças, adolescentes e adultos (BARLOW *et al.*, 1998; DIETZ, 1998; DIETZ *et al.*,1998, KOGA, 2005).

Segundo SANT'ANA (2008), pela facilidade de mensuração, o IMC pode ser um instrumento muito importante para avaliar a composição corporal em crianças, principalmente em estudos epidemiológicos com grande amostragem, por ser um método barato, fácil de mensurar e não invasivo. Entretanto, SANT'ANA (2009a) alerta que utilização do IMC como indicador de adiposidade para crianças hospitalizadas é limitada, pois neste grupo um baixo valor de IMC não indicará, necessariamente, perda de gordura corporal, indicando, na verdade, uma perda de massa magra. Neste sentido, para avaliação da composição corporal de crianças hospitalizadas é sugerida à utilização de outros métodos.

DIETZ *et al.*(1999), revendo trabalhos de validação entre o IMC e a porcentagem de gordura, referem coeficientes de correlação que variam de 0,50 a 0,87 nos estudos que utilizaram a DEXA e de 0,44 a 0,77 para a hidrodensitometria.

LINDSAY *et al.* (2001), encontraram que o índice de massa corporal está fortemente correlacionado com massa gorda predita por DEXA com coeficientes de correlação acima $r=0,80$. Neste estudo foram avaliadas 373 crianças com idades entre 5 e 9 anos e 379 crianças com idades entre 10 a 14 anos. Os autores observaram que em crianças de 5 a 9 anos do sexo masculino apresentaram $r=0,94$ e crianças de 10 a 14 anos um $r = 0,84$. Já em meninas de 5 a 9 anos foi encontrado um coeficiente correlação de $r= 0,92$ e para crianças de 10 a 14 anos $r= 0,97$, respectivamente.

Um estudo conduzido por PECORARO *et al.* (2003) onde foram avaliadas 228 crianças (121 meninos e 107 meninas) com idade de 6 anos, observou-se uma alta correlação ($r=0,92$) entre valores de massa gorda (Kgf) por bioimpedância e o IMC.

ZIMMERMANN *et al.* (2004) encontraram uma correlação ($r= 0,74$) entre IMC e percentual de gordura corporal para uma amostra representativa de 2431 crianças compreendidas entre as faixas etárias de 6-12 anos. Estes autores concluíram que o IMC é um excelente índice para medida de adiposidade em crianças de 6 a 12 anos de idade.

EISNMANN *et al.* (2004) propuseram examinar as interrelações entre as variáveis de

composição corporal derivadas pela antropometria (IMC e percentual gordura corporal por pregas cutâneas), bioimpedância e DXA. Estes autores avaliaram 75 crianças (41 meninas e 34 meninos) com idades entre 3 e 8 anos e observaram em geral boas correlações entre o IMC e as medidas de composição corporal por pregas cutâneas, BIA e DXA. Os valores das correlações entre o IMC e percentual de gordura corporal por pregas cutâneas; IMC e percentual de gordura por bioimpedância; IMC e percentual de gordura por DEXA foram ($r=0,73$; $r=0,61$; $r=0,75$) respectivamente.

Segundo WELLS *et al.* (2007) análises estatísticas envolvendo IMC fornecem importantes contribuições para verificar as interações iniciais do crescimento e subseqüentes riscos de doença. Em adultos obesos é bem estabelecido que a obesidade é um fator de risco para síndrome metabólica, neste sentido o IMC vem sendo amplamente utilizado neste tipo de população.

Embora no âmbito epidemiológico se utilizem os valores de IMC como importante indicador de composição corporal, sua interpretação no contexto individual deve ser feita com alguma cautela. Nessa perspectiva, chama-se atenção para o fato de que, na realidade, os valores de IMC não são mais que uma manipulação matemática das medidas de peso corporal e de estatura, baseada no pressuposto de que toda medida de peso corporal que excede aos indicadores de referência deverá oferecer indicações do excesso de gordura corporal. Neste sentido, deve-se admitir que o maior acúmulo de gordura corporal freqüentemente induz a um aumento nas medidas do peso corporal e, por sua vez, nos valores do IMC, o que justifica o fato de muitos sujeitos com o peso corporal acima dos indicadores referenciais apresentarem também excesso de gordura corporal. Contudo, pode ser que o peso corporal excessivo não reflita a condição de maior acúmulo de gordura corporal, considerando que essa maior medida de peso corporal possa ser ocasionada em conseqüência de elevada massa isenta de gordura e não pelo componente de gordura corporal (GUEDES, 2006).

Apesar das controvérsias da literatura quanto à utilização do IMC, grande parte dos estudos demonstraram haver uma boa correlação entre o IMC e os diferentes métodos para avaliação da composição corporal. Entretanto, vale ressaltar há necessidade de cautela quanto a sua utilização, uma vez que em alguns tipos de população os resultados não reflitam realidade, sendo necessários outros métodos complementares para avaliação da composição corporal.

2.4.3 Pregas Cutâneas

Segundo ELLIS (2000), procedimentos laboratoriais oferecem estimativas muito precisas sobre os componentes de gordura e de outros constituintes relacionados à massa isenta de gordura; portanto, se tornam a primeira opção para a análise da composição corporal. Entretanto, em razão do alto custo de seus equipamentos, da sofisticação metodológica e das dificuldades em envolver os sujeitos nos protocolos de medida, sua utilização em levantamentos epidemiológicos ou na prática clínica tem sido limitada, (BRODIE, 1988; PETERSON *et al.*, 2003).

Uma das técnicas mais utilizadas por vários investigadores é a avaliação da gordura corporal através da medição das pregas cutâneas (ABOUL-SEOUD *et al.*, 2001). As informações obtidas através da espessura das pregas cutâneas estão alicerçadas na observação que a maior proporção de gordura corporal está localizada no tecido subcutâneo, dessa forma, as dimensões de sua espessura são utilizadas como um indicador da quantidade de gordura localizada em determinada região do corpo. Como a disposição da gordura localizada no tecido subcutâneo não é uniforme por toda a superfície corporal, as medidas de espessura das pregas cutâneas devem ser realizadas em várias regiões a fim de obter uma visão mais clara sobre sua disposição (GUEDES, 2006).

O método de pregas cutâneas vem sendo utilizada para avaliação do tecido adiposo subcutâneo em vários estudos populacionais, principalmente para identificar excesso de gordura corporal (HEYMARD *et al.*, 2000, ZAMBON *et al.*, 2003).

Segundo GUEDES (2006), a grande vantagem da utilização das medidas de espessura das pregas cutâneas reside no fato de que, além de se obterem informações com relação às estimativas da quantidade de gordura corporal, torna-se possível conhecer o padrão de distribuição do tecido adiposo subcutâneo pelas diferentes regiões anatômicas. A exatidão e precisão da técnica dependem do tipo de compasso utilizado, da familiarização dos avaliadores com as técnicas de medida e da perfeita identificação do ponto anatômico a ser medido.

Os instrumentos normalmente utilizados por muitos investigadores são o compasso *Harpden* (*Holtain, Bryberian, Crymmych, Pembrokeshire*) ou o compasso *Lange* (*Cambridge Scientific Industries, Cambridge, MD*), pois ambos não apresentaram diferenças significativas nos resultados obtidos entre as duas pinças, ou seja, exercem pressão constante ($\sim 10\text{g/mm}^2$) durante todo o alcance de sua escala de medida (HEYMARD *et al.*, 2000,

ABOUL-SEOUD *et al.*, 2001).

Em relação às estratégias de interpretação, as medidas de espessura das pregas cutâneas podem ser analisadas de duas formas. Uma delas é o seu envolvimento em equações de regressão, com intenção de prever valores associados à densidade corporal e, posteriormente, aos de gordura em relação ao peso corporal. A segunda maneira é considerar as medidas de espessura das pregas cutâneas de diferentes regiões anatômicas separadamente, procurando oferecer informações sobre a distribuição relativa da gordura subcutânea de região para região do corpo (GUEDES, 2006). Para estes fins, existem equações validadas para estimar a composição corporal através das medições das pregas cutâneas em crianças, a partir dos 3 meses, mas não existem para recém-nascidos, não devendo as anteriores ser usadas nesta população (REILLY, 1998; SCHMELZLE *et al.*, 2002).

De acordo com SANT'ANNA *et al.* (2009a), as equações mais utilizadas para cálculo do percentual de gordura corporal por meio das pregas cutâneas são as propostas por DEURENBERG *et al.* (1990) em que são considerados no cálculo sexo, etnia, idade e estágio de maturação sexual (pré-púbere ou pós-púbere) e a equação proposta por SLAUGHTER *et al.* (1988) na qual são considerados gênero e etnia.

EISENMAN *et al.* (2004), avaliaram 75 crianças de 3 a 8 anos, sendo 84% brancas e 16% hispânicas, estudando as interrelações entre as variáveis de composição corporal por método antropométrico simples (IMC e pregas cutânea) com BIA e DXA. Neste estudo os autores utilizaram a equação proposta por SLAUGHTER *et al.* (1988) para avaliação da percentual de gordura corporal, sendo utilizadas as pregas cutâneas tricípita e panturrilha. Quando avaliadas as correlações entre as estimativas do percentual de gordura corporal por pregas cutâneas e DXA, os valores de correlação encontrados foram altos ($r= 0,87$ a $0,96$, $p<0,05$). Em contrapartida, as estimativas de gordura corporal preditas por BIA mostraram baixas correlações com percentual de gordura por pregas cutâneas e DXA ($r=0,30$ e $0,38$), respectivamente.

PECORARO *et al.* (2003), encontraram alta correlação ($r=0,79$) entre a medida da prega cutânea do tríceps braquial e a massa gorda em quilos por BIA, para um grupo de 228 crianças com idade 6 anos. Apesar do alto valor de correlação encontrado nesse estudo, os autores correlacionaram somente às medidas das pregas cutâneas em milímetros e a massa gorda em quilogramas por BIA. Sendo assim, não foram utilizadas equações para estimativa da gordura corporal, além disso, os autores não relataram o uso de um protocolo específico pré-coleta de dados da BIA. Desta forma, os resultados obtidos neste estudo devem ser avaliados cautelosamente.

Em estudo conduzido por ROSA *et al.* (2001), foram encontradas altas correlações entre o percentual de massa gorda através das equações propostas por LOHMAN (1984) e SLAUGHTER *et al.* (1988). Para um grupo de 567 meninos o valor de correlação encontrado foi ($r=0,94$) e para 762 meninas o valor de correlação foi ($r=0,90$).

GIUGLIANO *et al.* (2004), avaliaram 528 escolares de ambos sexos com idades entre 6 e 10 anos na cidade de Brasília-DF e observaram correlações significativas ($p<0,02$) entre IMC e a estimativa do percentual gordura corporal através da equação proposta por SLAUGHTER *et al.* (1998b). Nesse estudo, maiores valores de correlação foram encontrados para meninos ($r= 0,84$) quando comparado com meninas ($r=0,77$).

DANIELS *et al.* (2000), avaliaram 201 crianças e adolescentes entre 7 e 17 anos e compararam a distribuição da gordura corporal por DXA e pelas pregas cutâneas tricípital, subescapular e suprailíaca, tendo encontrado correlações de ($r=0,68$, $r=0,80$ e $r=0,77$), respectivamente. Em ambos os sexos, a prega subescapular foi a que apresentou a maior correlação com a distribuição da gordura corporal por DXA.

Devido à grande utilização do método de pregas cutâneas em estudos populacionais, vale ressaltar que alguns cuidados devem ser tomados a fim de aprimorar a qualidade das medidas de pregas cutâneas. A realização de uma série de três medidas no mesmo local, tomadas de forma alternada em relação às demais, é um procedimento interessante para minimizar os erros de medida. Na eventualidade de ocorrerem discrepâncias superiores a 5% entre uma das medidas e as demais no mesmo local, nova série de três medidas deverá ser realizada. Além disso, não se aconselha realizar as medidas de espessura das pregas cutâneas imediatamente após a realização de exercícios físicos, pois nestes casos, o deslocamento de fluidos corporais em direção à pele, tendem a aumentar as espessuras das dobras cutâneas (GUEDES, 2006).

2.4.4 Índice de Conicidade (IC)

Evidências científicas confirmam que a forma como a gordura corporal se deposita no organismo representa um importante fator de risco para o desenvolvimento da doença arterial coronariana (ARONNE, 2002; HEITMANN *et al.*, 2004). Para determinação da distribuição de gordura corporal verifica-se que os métodos antropométricos tem sido os mais utilizados por diversos pesquisadores (HEITMANN *et al.*, 2004).

Dentre os métodos, os mais utilizados para determinação de fator de risco coronariano destaca se o índice de massa corporal (IMC), relação cintura/quadril (RCQ), circunferência de

cintura (CC), índice de conicidade (IC) e medidas de espessura de dobras cutâneas (GOMES, *et al.*, 2006)

O índice de conicidade (IC) é uma medida antropométrica com potencial para prognosticar a distribuição de gordura e risco de doença. Esse índice baseia-se no pressuposto de que o perfil morfológico do corpo humano, ao apresentar maior concentração de gordura na região central, apresenta um formato parecido com um duplo cone com uma base comum, ao passo que, ao apresentar menores quantidades de gordura na região central do corpo, apresenta aparência similar a um cilindro (VALDEZ, 1991). Recente estudo demonstrou que o índice de conicidade (IC) é o indicador de obesidade central que melhor discrimina o elevado risco coronariano em pessoas do sexo masculino (PITANGA *et al.*, 2006). Para adultos, o ponto de corte de 1,73 indica risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares e metabólicas (VALDEZ *et al.*, 2000).

Em estudo conduzido por SANT'ANA (2008), onde foram avaliadas 205 crianças entre 6 e 9 anos de idade, de ambos os sexos, atendidas em unidades do Programa de Saúde da Família (PSF) do município de Viçosa-MG, observou-se que o índice de conicidade apresentou correlação de moderada a forte com o %GC mensurado pela bioimpedância elétrica tetrapolar em ambos os sexos. Além disso, os maiores valores de ponto de corte para o índice de conicidade, em ambos os sexos, foram para a idade de 7 anos.

Na tabela 1 encontram-se os pontos de corte proposto por SANT'ANA (2008), por sexo e idade, no município de Viçosa/MG.

TABELA 1: Pontos de corte, sensibilidade e especificidade do índice de conicidade, por idade e sexo, no município de Viçosa/MG.

Sexo	Idade	Índice Conicidade		
		PC	S(%)	E(%)
MAS	6 anos	> 1,15	64,2	61,1
	7 anos	> 1,17	64,7	69,2
	8 anos	> 1,15	58,3	58,8
	9 anos	> 1,14	75,0	66,6
FEM	6 anos	> 1,17	75,0	77,7
	7 anos	> 1,18	69,2	76,1
	8 anos	> 1,16	75,0	60,0
	9 anos	> 1,16	83,3	72,7

Legenda: MAS (masculino), FEM (feminino), PC (ponto de corte), E (especificidade), S (sensibilidade).

PÉREZ *et al.* (2002), em estudo transversal realizado com amostra de 784 meninos e 735 meninas, com idade entre 3 a 16 anos, observaram que meninos apresentaram maiores médias de índice de conicidade quando comparados com meninas, além disso, uma tendência à diminuição dos valores médios IC com a idade tanto em meninos quanto em meninas. Os valores encontrados para o IC derivados por grupo etário e sexo foram: meninos (3 a 5 anos IC= 1.15; 6 a 10 anos IC= 1.15; 11 a 16 anos IC= 1.10), meninas (3 a 5 anos IC= 1.15; 6 a 10 anos IC= 1.12; 11 a 16 anos IC= 1.06) respectivamente.

2.4.5 Relação Cintura/Estatura (RCE)

A relação cintura/estatura (RCE) foi proposta simultaneamente no Japão e no Reino Unido como forma de avaliação e monitoramento de riscos voltados à saúde (HSIEH *et al.*, 1995; HSIEH *et al.*, 1995a; ASHWELL *et al.*, 1996). É calculada dividindo-se a circunferência da cintura (cm) pela medida da estatura (cm) (SANT'ANNA *et al.*, 2009a). Evidências demonstram que a relação cintura/estatura é considerada um indicador simples e efetivo para mensurar a obesidade abdominal, além disso, está fortemente associada a diversos fatores de risco cardiovasculares tanto em adultos quanto em crianças. (SAVVA *et al.*, 2000; LIN *et al.*, 2002; ZHU, *et al.*, 2002; HO *et al.*, 2003; PITANGA *et al.*, 2006; FREEDMAN *et al.*, 2007).

Estudos prospectivos têm mostrado que a circunferência da cintura e relação cintura/estatura são melhores preditores de risco de doenças cardiovasculares e causa de mortalidades em adultos do que o índice de massa corporal (COX *et al.* 1996, HADAEGH *et al.*, 2006, CHEI, *et al.*, 2008).

Por apresentar alta correlação com a gordura visceral, fatores de risco para doenças cardiovasculares e baixa correlação com idade e sexo, os pontos de corte recomendados para a RCE são os mesmos para adultos e crianças. Assim, considera-se que valores de RCE maiores que 0,50 sugerem risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares em indivíduos de ambos os sexos a partir dos seis anos de idade. Outra justificativa para utilização do ponto corte de RCE > 0,50 para indicar risco à saúde em todos os grupos etários, é que a altura e a circunferência da cintura aumentam continuamente com a idade. Contudo, vale ressaltar que tal ponto de corte (RCE > 0,50) não é recomendado para crianças menores de cinco anos, pois estudos demonstram que este valor superestima o risco de desenvolvimento de doenças cardíacas neste grupo etário (SAVVA *et al.*, 2000; LI *et al.*,

2002; HSIEH *et al.*, 2003; MCCARTHY *et al.* 2006; GARNETT *et al.* 2008).

Em pesquisa recente com quase 3.000 crianças australianas com idades de 8 a 16 anos (NAMBIAR *et al.* 2009) concluíram que a RCE é o melhor índice para estudos voltados a saúde clínica e populacional e que valores limites abaixo 0,5 podem identificar crianças com maior percentual de gordura corporal e aquelas que possuem um maior risco de desenvolver co-morbidades cardiovasculares relacionadas ao peso. Os autores concluíram que a relação cintura/estatura é clinicamente e biologicamente aceita como índice que pode ser usado como forma de avaliação da obesidade abdominal em crianças e adolescentes com risco de problemas cardiovasculares. Entretanto, ressaltam que para crianças menores de cinco anos os dados são insuficientes para predizer o risco, pois o padrão de crescimento para este grupo etário é variado.

No estudo de SANT'ANA (2008) onde foram avaliadas 205 crianças de ambos os sexos entre 6 e 9 anos de idade no município de Viçosa-MG observou-se que os valores de ponto de corte para RCE diminuem com o aumento da idade. Além disso, encontrou correlações de intensidade moderada à forte entre a RCE e o percentual de gordura corporal por bioimpedância elétrica. A autora relatou que os pontos de corte encontrados em seu estudo são menores que os determinados na literatura, portanto mais sensíveis em avaliar o excesso de gordura corporal. Assim, SANT'ANA (2008) recomenda a utilização dos pontos de corte encontrados em seu estudo em populações com características semelhantes. Na tabela 2 são demonstrados os pontos de corte propostos por SANT'ANA (2008), por sexo e idade, no município de Viçosa/MG.

TABELA 2: Pontos de corte, sensibilidade e especificidade da relação cintura/estatura, por idade e sexo, no município de Viçosa/MG.

Sexo	Idade	Relação cintura/estatura		
		PC	S(%)	E(%)
MAS	6 anos	> 0,45	71,4	72,2
	7 anos	> 0,45	64,7	76,9
	8 anos	> 0,43	83,3	82,3
	9 anos	> 0,45	75,0	66,6
FEM	6 anos	> 0,45	83,3	72,2
	7 anos	> 0,45	69,2	66,6
	8 anos	> 0,44	75,0	93,3
	9 anos	> 0,43	100	90,9

Legenda: MAS (masculino), FEM (feminino), PC (ponto de corte), E (especificidade), S (sensibilidade).

SAVVA *et al.* (2000), avaliaram um total de 1987 crianças com média de 11,4 anos de idade, sendo (1037 meninos e 950 meninas). Estes autores encontraram uma forte correlação ($r = 0,923$) entre o IMC e a relação cintura/estatura e também entre a RCE e a circunferência da cintura ($r = 0,947$). As observações encontradas neste estudo indicaram que os índices antropométricos simples podem ser úteis em prever a presença de risco cardiovascular em crianças.

Assim, a grande vantagem do uso da RCE em pesquisas, é que esta relação permite avaliação do risco à saúde, através da utilização de um mesmo ponto corte para crianças e adultos, ademais, crescentes evidências apontam que a RCE pode ser um método útil para prever o risco doenças em crianças (SAVVA *et al.* 2000; HARA *et al.* 2002; KAHN *et al.* 2005; FREEDMAN *et al.* 2007; WEILI *et al.* 2007, MAFFEIS *et al.* 2008). Não obstante, ASHWELL (2009), sugere em recente revisão de literatura a necessidade de estudos indicando os diferentes níveis de risco à saúde, recomendando particularmente o uso dos valores limites de RCE de 0,50 (crianças) e 0,60 (adultos) como proposto por COX *et al.* (1997).

2.4.6 Relação Cintura/Quadril (RCQ)

Para avaliar a distribuição de gordura corpórea, estudos epidemiológicos utilizam, desde a década de 70, a relação cintura-quadril (RCQ), que é obtida através da divisão dos perímetros da cintura (cm) e do quadril (cm) (MACHADO *et al.* 2002). Segundo HEYWARD (2000), os índices antropométricos podem ser utilizados para classificar casos de obesidade, de acordo com seu tipo: obesidade corporal superior ou abdominal (alto risco); ou obesidade corporal inferior (baixo risco).

Em 1989 Organização Mundial de Saúde (WHO, 1989), propôs recomendações para avaliação dos perímetros da cintura e do quadril, no qual a medida da circunferência da cintura seria obtida a partir do ponto médio entre a margem da costela inferior e a crista íliaca e a circunferência do quadril no ponto mais largo ao redor dos trocânteres maiores.

Dentre os pontos de cortes estabelecidos para discriminar valores adequados dos inadequados de RCQ, o mais utilizado tem sido 0,8 para o sexo feminino e 1,0 para o masculino (MACHADO *et al.* 2002). GRAY *et al.* (1989), sugerem que adultos jovens com valores RCQ excedendo 0,94 para homens e 0,82 para mulheres, estes estão na categoria de alto risco para conseqüências de saúde adversas.

A utilização da relação cintura/quadril tem sido observada em estudos com adultos e crianças, porém, os resultados tem apontado que o perímetro da cintura (PC) pode ser uma ferramenta mais segura para se determinar adiposidade central (MOLARIUS *et al.* 1999; TAYLOR *et al.* 2000; LERARIO *et al.* 2002 ; MACHADO *et al.* 2002).

SOAR *et al.* (2004a), avaliaram um total de 419 crianças com idades entre 7 a 9 anos e encontraram maiores valores RCQ para sexo masculino (RCQ= 0,85) do que em meninas (RCQ= 0,82). Estes autores observaram que ao estratificar a população de acordo com sexo e idade, os valores RCQ os mantêm similares no sexo masculino (em torno de 0,85), enquanto no sexo feminino nota-se uma diminuição do RCQ com a idade (0,83, 0,82 e 0,80, aos sete oito e nove anos de idade, respectivamente). Quando avaliadas as correlações entre as variáveis do estudo, encontram fracas correlações entre RCQ e perímetro da cintura (PC) com valores de correlação próximos a 0,60 e também entre RCQ e IMC com correlações variando entre 0,14 e 0,23. Já quando avaliadas as correlações do IMC e PC os valores de correlação foram elevados, com valores $r=0,87$ (para a população ambos os sexos), $r= 0,74$ (sobrepeso) e $r= 0,55$ para (obesos). De acordo com SOAR *et al.* (2004a), as baixas correlações encontradas em seu estudo, poderiam estar relacionadas com o declínio expressivo no número amostral, quando realizadas análises de correlação para crianças obesas e sobrepeso. Logo, os resultados deste estudo devem ser analisados com cautela, uma vez que além da redução do número amostral para análise de correlação, a população estudada foi restrita a uma única escola, o que diminui a validade externa do estudo.

Em outros estudos realizados com crianças na Holanda (WESTSTRATE *et al.* 1989) e Alemanha (KALKER *et al.* 1993), foram encontrados resultados semelhantes ao estudo realizado SOAR *et al.* (2004a). Devido baixas correlações encontradas KALKER *et al.* (1993) sugeriram a não utilização RCQ associado ao diagnóstico de obesidade. Em contrapartida, KOOY *et al.* (1993), observou que em adultos o uso da RCQ na distribuição de gordura deve ser questionável, uma vez que a mudança na gordura visceral não se mostrou relacionada com mudanças na RCQ.

2.4.7 Bioimpedância elétrica (BIA)

O método da bioimpedância ou impedância bioelétrica corporal (BIA) tem sido utilizado, principalmente a partir da década de 80, com o objetivo de predizer a composição do corpo humano em quantidade de água, massa livre de gordura, *in vivo*, permitindo estimar o

percentual de gordura total do corpo (MÂNGIA, 2000).

A BIA é um dos métodos mais recomendados para avaliação da composição corporal, por ser um método rápido, não invasivo e seguro. À avaliação é realizada através do uso de um equipamento portátil muito útil em estudos de campo e em populações infantis (RODRÍGUEZ *et al.*, 2008). Os aparelhos disponíveis para este tipo de avaliação fornecem os valores de massa de gordura, massa magra e água corporal por meio de equações preditivas ajustadas para sexo, idade, peso, altura e nível de atividade física. Entretanto, as equações de predição variam segundo o aparelho e, da mesma maneira que as equações de dobras cutâneas apresentam validade apenas para a população de origem, necessitando, portanto, de validação cruzada em outros grupos populacionais (REZENDE *et al.*, 2007).

Segundo JACKSON *et al.*, (1988), não há nenhuma diferença nas medidas obtidas por diferentes avaliadores, desde que procedimentos padronizados para a colocação dos eletrodos e posicionamento do cliente sejam seguidos rigorosamente. Como um padrão de procedimento, as medidas de bioimpedância são executadas no lado direito do corpo, onde o avaliador deve estar certo de que o voluntário está deitado em decúbito dorsal com braços e pernas confortavelmente separados, em torno de 45° de ângulo um em relação ao outro. Para não comprometer o resultado da análise da composição corporal por BIA, cuidados prévios devem ser levados em consideração como: não comer ou beber 4 horas antes do teste, não fazer exercícios 12 horas antes do teste, urinar 30 minutos antes do teste, não consumir álcool nas 24 horas anteriores ao teste e não fazer uso de medicamentos diuréticos nos últimos 7 dias anteriores ao teste (HEYWARD *et al.*, 2000)

O método de bioimpedância tetrapolar utiliza quatro eletrodos aplicados à mão, ao pulso, ao pé e ao tornozelo. Uma corrente de excitação a 50 kHz (baixa intensidade) é aplicada aos eletrodos-fonte (distais) na mão e no pé, e a queda da impedância, é detectada pelo eletrodo sensor (proximal) no pulso e tornozelo. Assim, a impedância ou resistência ao fluxo da corrente elétrica é medida pela BIA através do corpo. Como a impedância varia de acordo com o tecido mensurado, sendo a massa magra um bom condutor de energia por possuir alta concentração de água e eletrólitos e a massa gorda um mau condutor de energia, pode-se dizer que a impedância é diretamente proporcional ao percentual de gordura corporal (HEYWARD *et al.*, 2000).

Estudos de desenvolvimento e de validação de equações de BIA vêm sendo conduzidos com diversos aparelhos de bioimpedância bipolar (mensuração em membros inferiores ou superiores) e tetrapolar (corpo inteiro) disponíveis no mercado (KYLE *et al.*, 2001; SUN *et al.*,

2003). Pesquisas envolvendo comparação de métodos de avaliação da composição corporal demonstram que, comparada às equações antropométricas, a BIA tetrapolar produz estimativas da composição corporal com menores erros (DURNIN, 1974; JACKSON *et al.* 1978; STOLARCZYK *et al.*, 1997).

WU *et al.* (1993) em um estudo avaliando 47 crianças e adolescentes entre 8 a 20 anos idade, encontraram coeficientes de correlação entre bioimpedância e pesagem hidrostática de $r=0,98$ para massa livre de gordura em meninos e de $r= 0,97$ nas meninas.

CLEARY *et al.* (2008), encontraram altas correlações de percentual de massa gorda, massa gorda em quilos e massa magra entre DXA e equações de predição da composição corporal derivadas da BIA para um total de 30 crianças obesas e sobrepeso com idades entre 5 a 9 anos. Os maiores valores encontrados entre as equações de predição por BIA e DXA foram: $r=0,85$ para percentual de gordura, $r= 0,97$ para massa magra e $r= 0,96$ para massa gorda em quilos.

SUNG *et al.* (2009), avaliando 14 642 estudantes chineses com idades entre 6 a 18 anos, observaram que o percentual de gordura predito por bioimpedância bipedal está mais intimamente correlacionado com peso, estatura, circunferência da cintura e IMC nas meninas ($r= 0,86, 0,52, 0,88, 0,95$) do que em meninos ($r = 0,40, 0,06, 0,64, 0,68$), respectivamente.

No estudo de SANT'ANNA *et al.* (2009), onde foram avaliadas 205 crianças de 6 a 9 anos de idade de ambos os sexos, os autores encontram moderados valores de correlação de ($r= 0,49$ para meninos e $r=0,54$ meninas) entre o percentual de gordura corporal por BIA e a medida circunferência de da cintura tendo como referencia a cicatriz umbilical.

Em pesquisa realizada por OKASORA *et al.* (1999), avaliando o percentual de gordura corporal, a massa livre de gordura e a massa gorda em 104 crianças através BIA e pelo DXA, observaram coeficientes de correlação de 0,90 para percentual de gordura corporal, 0,95 para massa livre de gordura e 0,95 para massa gorda. Desta forma concluíram que a bioimpedância deve ser utilizada para a análise da composição corporal de crianças, entretanto destacam a importância de respeitar o protocolo de mensuração para não haver erros de medida.

2.4.8 Método de diluição isotópica (Deutério)

O método de diluição isotópica de deutério originou-se há cerca de 50 anos, sendo útil em pesquisas sobre nutrição humana. (BRODIE *et. al.*, 1998). Evidências demonstram um

crescente interesse sobre a utilização de isótopos em estudos voltados ao *status* nutricional e metabólico principalmente em pediatria (ELLIS, 2007; WELLS *et al.*, 2007).

A diluição isotópica é um método invasivo de estimativa da água corporal total devido à necessidade de ingerir ou aplicar uma substância (isótopo de hidrogênio) ao indivíduo que será distribuída igualmente por toda água contida no corpo (HOWLEY *et al.*, 2000). É considerado o método mais comum para se medir água corporal total em crianças, sendo obtidas informações sobre massa magra livre e massa gorda corpórea a partir da diluição de isótopos estáveis de deutério (D₂O) ou oxigênio (H₂¹⁸O) (MATEO *et al.*, 2004; REZENDE *et al.*, 2006). A técnica envolve o enriquecimento da água corpórea total (ACT) com isótopos não-tóxicos, não radiativos de hidrogênio e oxigênio, através de mensurações por meio de amostras de saliva, urina ou plasma sanguíneo (WELLS, 1998; PAPATHAKIS *et al.*, 2005).

A caracterização da composição corpórea por diluição isotópica com deutério oferece vantagens importantes em relação a outros métodos por ser inócuo ao ser humano, podendo ser empregado em gestantes, crianças, doentes e idosos, sem nenhuma consequência clínica (FERRIOLLI *et al.*, 2008). Especificamente em pediatria, o uso de isótopos estáveis tem a vantagem de ser um método seguro e permitir o uso de pequenas quantidades de diferentes de amostras biológicas (KOLETZKO *et al.*, 1997). Além disso, por ser um método, preciso, com alta acurácia ele permite a mensuração da composição corporal baseado no conteúdo da água corpórea total. (FERRIOLLI *et al.*, 2008). No entanto, CINTRA *et al.* (2004) alertam que o uso da técnica com o isótopo de deutério tende a superestimar a água corporal total em torno de 0,5 a 5%.

Recentes evidências do estudo de TRAVER *et al.* (2009) sobre tempo de equilíbrio do deutério em recém nascidos, demonstraram que o tempo ideal para coleta das amostras de isótopos de deutério na saliva é após 3 horas da sua ingestão. Além disso, TRAVER *et al.* (2009), acreditam que estudos com uso de amostras de saliva são mais apropriados para o estudo da composição corporal na população de recém nascidos, embora exista a necessidade de mais estudos com o uso de deutério na composição corporal em recém nascidos, uma vez que foi o primeiro estudo sobre tempo de equilíbrio do deutério neste tipo de população.

2.4.9 Ressonância nuclear magnética

Segundo a literatura, tecido adiposo não é um compartimento homogêneo único, mas sim

um tecido com depósitos regionais específicos com diferentes funções biológicas (VANDERBURGH, 1992; ROSS *et al.*, 1996).

A ressonância magnética é uma técnica de avaliação corporal por imagem importante na vida intra-uterina e no período neonatal, uma vez que permite o diagnóstico de anomalias e a visualização do tamanho dos órgãos, assim como uma estimativa do peso corporal, com boa correlação com o peso ao nascimento (GONG *et al.*, 1998; UOTILA *et al.*, 2000; KUBIK-HUCH *et al.*, 2001; SHAIKH *et al.*, 2004).

No período neonatal é um método rigoroso de avaliação da quantidade e da localização de tecido adiposo, porque permite localizar e quantificar o tecido adiposo dos compartimentos subcutâneo e visceral, sendo considerado um método de alta precisão para avaliar a quantidade total de gordura corporal e sua distribuição (KABIR *et al.*, 1993; OLHAGER *et al.*, 1998; KAUR *et al.*, 2003). Já em estudos populacionais o uso deste método tem sido limitado em razão de seu alto custo e da complexidade de manuseio do equipamento (ZIMMERMANN *et al.*, 2004; GARCIA *et al.*, 2005).

2.4.10 Absortometria radiológica de dupla energia (DXA)

A absortometria radiológica de dupla energia- DXA (*dual energy X-ray absorptiometry: DXA*) é uma técnica de escaneamento que mede diferentes atenuações de dois raios X que passam pelo corpo (PAIVA *et al.*, 2002). É uma técnica em que o paciente é exposto a uma radiação muito baixa (1/10 de uma radiografia de tórax) (BLAKE *et al.*, 2006). Sua utilização para determinar a composição corporal tem aumentado nos últimos anos, apesar de ser um equipamento de alto custo e não portátil. A validade científica de seu uso tem sido comprovada tanto em adultos, crianças e adolescentes, embora em escolares ainda existam poucas informações na literatura (SOPHER *et al.*, 2004).

O DXA faz análises transversas do corpo em intervalos de 1 cm, da cabeça aos pés. Esta é uma técnica considerada segura, não invasiva, podendo medir três componentes corporais: a massa gorda, a massa livre de gordura e a massa óssea. Os raios X são emitidos de uma fonte que passa por baixo do indivíduo, que permanece em posição supina sobre a mesa. Após passar pelo indivíduo, os raios X atenuados são medidos por um detector discriminante de energia. (CINTRA *et al.*, 2004).

Recentemente, tem aumentado o uso da absortometria como ferramenta em pesquisas. Alguns exemplos de estudos envolvendo o uso desta técnica incluem: a determinação da

massa óssea, avaliação dos fatores de risco para osteoporose e estimativas necessárias para avaliar o estado nutricional no período de crescimento e reprodução. A capacidade de estimar a gordura total e a massa muscular magra através da absorptometria também tem sido explorada em alguns estudos envolvendo a obesidade, envelhecimento, fisiologia do esporte, anorexia, câncer e AIDS (DAVIS *et al.*, 1995).

Uma das maiores vantagens da absorptometria comparada com outras técnicas para avaliação do conteúdo mineral ósseo é a baixa exposição à radiação (DAVIS *et al.*, 1995). Todavia, alguns autores ressaltam que mesmo emitindo uma baixa radiação, deve-se tomar cuidado principalmente com o uso em crianças e esta técnica deve ser evitada em mulheres durante a gravidez (DAVIS *et al.*, 1995; BOTTARO *et al.*, 2000). Já uma das maiores limitações do uso desta técnica, é que ela não permite diferenciar osso trabecular e cortical, não excluindo anormalidades como osteófitos, fraturas por esmagamento e calcificações. Assim outros métodos, tais como tomografia computadorizada, raio-X convencional são necessários para fornecer mais informações sobre a estrutura óssea de um indivíduo (DAVIS *et al.*, 1995).

Em estudo conduzido por SOPHER *et al.* (2004), onde foram avaliadas 411 crianças e adolescentes com idade entre 6 e 18 anos, os autores observaram que o DXA tendeu a superestimar o percentual de gordura corporal nos indivíduos com alta porcentagem e subestimar naqueles com baixa porcentagem de gordura.

RODRÍGUEZ *et al.* (2008), correlacionaram a composição corporal estimada por métodos antropométricos simples, bioimpedância e DXA em 230 pré-escolares entre 4 a 6 anos de idade. Os autores encontraram que as correlações entre bioimpedância e os métodos antropométricos foram moderadas, com valores de ($r_{Person}=0,43$) para correlação entre BIA e circunferência da cintura e ($r_{Person}=0,53$) para correlação IMC e BIA. Já quando avaliadas as correlações entre DXA com a circunferência da cintura, IMC e percentual gordura corporal por bioimpedância, observaram fortes correlações entre os métodos ($r_{Person}=0,65$; $r_{Person}=0,70$; $r_{Person}=0,74$). Diante disto, os autores concluíram que existe uma boa correlação entre os métodos antropométricos, bioimpedância e DXA. Ademais, ressaltaram que apesar da alta correlação entre a gordura corporal predita por BIA e DXA, os resultados não são intercambiáveis, uma vez que a BIA tende a subestimar 5% dos valores de gordura corporal obtidos por DXA, além disso, alertam sobre a necessidade de estudos para se obter valores de referência da composição corporal através da BIA e DXA na população.

2.4.11 Pesagem hidrostática ou hidrodensitometria

A pesagem hidrostática ou hidrodensitometria é um método essencial para medir o volume corporal. É considerado o método mais confiável dentre as técnicas de estimativa da densidade corporal. O método geralmente envolve a construção de um tanque no qual o indivíduo será submergido na água na postura sentada através de uma cadeira suspensa (BRODIE *et al.*, 1998). É um método de difícil execução e custo elevado. Sendo utilizado normalmente em ambiente laboratorial (BRODIE, 1988a; BRODIE, 1988b).

Considerado o método de referência, a pesagem hidrostática é chamada pelos pesquisadores de “*gold standard*” para análise da composição corporal. Sua fidedignidade com a dissecação de cadáveres é excelente $r = 0,99$ (WAGNER *et al.*, 1999). A hidrodensitometria considera que o corpo é formado por dois componentes distintos, massa de gordura (MG) e massa livre de gordura (MLG) (LUKASKI, 1987). A massa gorda constitui todos os lipídios extraíveis e a massa livre de gordura inclui água, proteínas e componentes minerais (CINTRA *et al.*, 2004). A densidade corporal (DC) é determinada através da relação do peso no ar e o peso na água (MCARDLE *et al.*, 2003). Obtendo-se o valor da densidade corporal, é possível estimar o percentual de gordura corporal por meio dos modelos matemáticos propostos por SIRI (1961) e BROZEK *et al.*, (1963). Todavia, vale ressaltar que é um método que necessita de uma grande cooperação do voluntário, pois a parte superior do tanque não se encontrar em contato direto com o solo, tornando-se assim inviável à utilização com idosos, grávidas e deficientes (BRODIE *et al.*, 1998). Já em crianças, este modelo é limitado devido às alterações nas proporções e densidades dos componentes da massa livre de gordura que ocorrem durante o crescimento e maturação, evidenciadas principalmente pela redução na água corporal total e pelo aumento do conteúdo mineral (CINTRA *et al.*, 2004)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOUL-SEOUD, M.A.; ABOUL-SEOUD, A.L. Estimation of body fat from skinfold thickness. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v.65, n.3, 201-206, 2001.

ABRANTES, M.M.; LAMOUNIER, J.A.; COLOSIMO, E.A. Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes das regiões sudeste e nordeste. **Jornal de Pediatria**, v. 78, n.4, p.335-340, 2002.

ACSM'S Guidelines for exercise testing and prescription. 6th edition Lippincot Williams & Wilkins, Baltimore, USA. 2000.

ALLISON, D.B.; SAUNDERS, S.E. Obesity in North America: an overview. **Medical Clinics of North America**, v.84, n. 2,p.305-332, 2000.

ANDERSON, S.E.; WHITAKER, R.C. Prevalence of Obesity Among US Preschool Children in Different Racial and Ethnic Groups. **Archive of Pediatrics and Adolescent Medicine**, v.163, n.4, p.344-348, 2009.

ANJOS, L.A.; CASTRO, I.R.R.; ENGSTROM, E.M.; AZEVEDO, A.M.F. Crescimento e estado nutricional em amostra probabilística de escolares no Município do Rio de Janeiro, 1999. **Cadernos de Saúde Pública**, v.19, Supl 1, p.S171-S179, 2003.

ARNER, P. Obesity—a genetic disease of adipose tissue? **British Journal of Nutrition**, v.83, suppl 1, p.S9–S16, 2000.

ARONNE, L.J. Classification of Obesity and Assessment of Obesity-Related Health Risks. **Obesity Research**, v.10, n.12, p.105S–115S, 2002.

ASSIS, M.A.A. de; ROLLAND-CACHERA, M.F.; VASCONCELOS, F.A.G.;BELLISLE, F.; CALVO, M.C.M.; LUNA, M.E.P.; CASTELBON, K.; GROSSEMAN, S.; HULSE, S.B.Sobrepeso e baixo peso em crianças de 7 a 9 anos de idade de Florianópolis, Sul do Brasil: uma comparação com estudo francês usando protocolo similar. **Revista de Nutrição**,

v.19, n.3, p.299-308, 2006.

ASHWELL, M.; LEJEUNE, S.; MCPHERSON, K. Ratio of waist circumference to height may be better indicator of need for weight management. **British Medical Journal**, v.312, n.7027, p. 377, 1996.

ASHWELL, M. Obesity risk: importance of the waist-to-height ratio. **Nursing Standard**, v.23, n.41, p. 49-54, 2009.

BALABAN, G.; SILVA, G.A.P. Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes de uma escola da rede privada do Recife. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 77, n.2, p.96-100, 2001.

BARLOW, S. E., DIETZ, W. H. Obesity evaluation and treatment: Expert Committee recommendations. **Pediatrics**, v. 102, n. 3, p. 29,1998

BLAKE, G.M.; NAEEM, M.; BOUTROS, M. Comparison of effective dose to children and adults from dual X-ray absorptiometry examinations. **Bone**, v. 38, n.6, p.935-42, 2006.

BONACCORSI, G.; BAGGIANI, L.; BASSETTI, A.; COLOMBO, C.; LORINI, C.; MANTERO, S.; OLIMPI, N.; SANTOMAURO, F.; COMODO, N. Body composition assessment in a sample of eight-year-old children. **Nutrition**, *ARTICLE IN PRESS*, p. 1-9, 2009.

BOOGERD, A.; ALVERDY, J.; KUMAR, S.; OLSON,D.; SCHWEN, W. Part III. Obesity **Disease-a-Month**, v.48, n. 11, p. 725-742, 2002.

BOTTARO, M.M.; HEYWARD, V.H.; PAIVA, C.E. Validação cruzada de equações de bioimpedância em mulheres brasileiras por meio de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA). **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.8, n.4, p. 14-20, 2000.

BOUCHARD, C. **Atividade física e obesidade**. São Paulo: Manole; 2000 486p.

BRASIL, L.M.P.; FISBERG, M.; MARANHÃO, H.S. Excesso de peso de escolares em região do Nordeste Brasileiro: contraste entre redes de ensino pública e privada. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v.7, n.4, p.405-412, 2007.

BRODIE, D.A. Techniques of measurement of body composition: Part I. **Sports Medicine**, v.5, n1, p.11-40, 1988a;

BRODIE, D.A. Techniques of measurement of body composition: Part II. **Sports Medicine**, v.5, n1, p.11-40, 1988b;

BRODIE, E.; MOSCRIP, V.; HUTCHEON, R. Body composition measurement: a review of hydrodensitometry, anthropometry, and impedance methods. **Nutrition**, v. 14, n.3, p.296-310, 1998.

BROZEK, J.; GRANDE, F.; ANDERSON, J.T.; EYS, A. Densitometric analyses of body composition: revision of some quantitative assumptions. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v.110, n.1, p. 113-140, 1963.

BUNDRED, P.; KITCHINER, D.; BUCHAN, I. Prevalence of overweight and obese children between 1989 and 1998: population based series of cross sectional studies. **British Medical Journal**, v. 322, n.7282, p.1-4, 2001.

CAMPOS, L.A.; LEITE, A.J.M.; ALMEIDA, P.C.de. Prevalência de sobrepeso e obesidade em adolescentes escolares do município de Fortaleza, Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v.7, n.2,p.183-190,2007.

CHEI, C.L.; ISO, H.; YAMAGISHI, K.; TANIGAWA, T.; CUI, R.; IMANO, H. ; KIYAMA, M. ; KITAMURA, A.; SATO, S.; SHIMAMOTO, T. Body fat distribution and the risk of hypertension and diabetes among Japanese men and women. **Hypertension Research**, v. 31, n.5, p. 851-857, 2008.

CINTRA, I.P.; COSTA, R.F.; FISBERG, M. Composição corporal na infância e adolescência. In: FISBERG, M. **Atualização em obesidade na infância e adolescência**. São Paulo:

Atheneu; 2004.

CLEARY, J.; DANIELLS, S.; OKELY, A.D.; BATTERHAM, M.; NICHOLLS, J. Predictive Validity of Four Bioelectrical Impedance Equations in Determining Percent Fat Mass in Overweight and Obese Children. **Journal of the American Dietetic Association**, v.108, n.1, p.136-139, 2008.

COSTA, RF. **Composição corporal: teoria e prática da avaliação**. São Paulo: Manole; 2001 184p.

COSTA, R.F. da; CINTRA, I.P.; FISBERG, M. Prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares da Cidade de Santos, SP. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v.50, n.1, p.60-67, 2006.

COX, B.D.; WHICHELOW, M. Ratio of waist circumference to height is better predictor of death than body mass index. **British Medical Journal**, v. 313, n.7070, p.1487, 1996.

COX, B.D.; WHICHELOW, M.J.; ASHWELL, M.; PREVOST, A.T.; LEJEUNE, S.R. Association of anthropometric indices with elevated blood pressure in British adults. **International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders**, v. 21, n.8, p. 674-680, 1997.

DANIELS, S.R.; KHOURY, P.R.; MORRISON, J.A. Utility of different measures of body fat distribution in children and adolescents. **American Journal of Epidemiology**, v.153, n.12, p.1179-1184, 2000.

DAVIS, P.S.W.; COLE, T.J. Body composition techniques in health and disease. **Society for the study of human biology symposium 36**. New York: Cambridge University Press; 1995 p. 282.

DEHGHAN, M.; AKHTAR-DANESH, N.; MERCHANT, A.T. Childhood obesity, prevalence and prevention. **Nutrition Journal**, v. 4, n.24, 2005.

DIETZ, W.H. Health consequences of obesity in youth: childhood predictors of adult disease. **Pediatrics**, v. 101, n.3, (suppl), p.518-25, 1998.

DIETZ, W.H.; BELLIZZI, M.C. Introduction: the use of body mass index to assess obesity in children. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.70, n.1, p.123-125S, 1999.

DIETZ, W. H; ROBINSON, T. N. Use of the body mass index as a measure of overweight in children and adolescents. **The Journal of Pediatrics**, v.132, p. 191-193,1998.

DEURENBERG, P.; PIETERS, J.J.L.; HAUTVAST, J.G.A.J. The assessment of the body fat percentage by skinfold thickness measurements in childhood and Young adolescence. **British Journal of Nutrition**, v. 63, p.293-303, 1990.

DURNIN, J.V.G.A.; WORMERSLEY, J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. **British Journal of Nutrition**, v.32, n.1, p.77-97, 1974.

EBBELING, C.B.; PAWLAK, D.B.; LUDWIG, D.S. Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. **The Lancet**, v. 360, n.9331, p.473-482, 2002.

ECKEL, R.H.; GRUNDY, S.M.; ZIMMET, P.Z. The metabolic syndrome. **The Lancet**, v.365, n.9468, p.1415-1428, 2005.

EISENMANN, J.C.; HEELAN, K.A.; WELK, G.J. Assessing body composition among 3- to 8- year old children: anthropometry, bia and dexa. **Obesity Research**, v. 12, n.10, p. 1633-1640, 2004.

EKELUND, U.; ANDERSSON, S.; ANDERSEN, L.B.; RIDDOCH, C.J.; SARDINHA, L.B.; LUAN, J.; FROBERG, K.; BRAGE, S. Prevalence and correlates of the metabolic syndrome in a population-based sample of European youth. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.89, n.1,90-96, 2009.

EL-BAYOUMY, I.; SHADY, I.; LOTFY, H. Prevalence of obesity among adolescents (10 to

14 years) in Kuwait. **Asia-Pacific Journal of Public Health**, v.21, n.2, p.153-159, 2009.

ELLIS, KJ. Human body composition: in vivo methods. **Physiological Reviews**, v.80, n.2 , p.649-80, 2000.

ELLIS KJ. Evaluation of body composition in neonates and infants. **Seminrs in Fetal & Neonatal Medicine**, v.12, n. 1, p.87-91,2007.

FAGUNDES, A.L.N.; RIBEIRO, D.C.; NASPITZ, L.; GARBELINI, L.E.B.; VIEIRA, J.K.P.; SILVA, A.P.da; LIMA, V. de O.; FAGUNDES, D.J.; COMPRI, P.C.; JULIANO,Y. Prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares da região de Parelheiros do município de São Paulo. **Revista Paulista de Pediatria**, v.26, n.3, p.212-217, 2008.

FERRIOLLI, E.; CRUZ, B.M.; PFRIMER, K. Uso de isótopos leves em ciências nutricionais. **“In”**: Oliveira JED, Macrhini JS. **Ciências Nutricionais: aprendendo a aprender**. 2. ed. São Paulo: Sarvier; 2008, 443-465p.

FILHO, M.B; RISSIN, A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. **Cadernos de Saúde Pública**, v.19, sup.1, p.S181-S191, 2003.

FREEDMAN, D.S.; KAHN, H.S.; MEI, Z.; GRUMMER-STRAWN, L.M.; DIETZ, W.H.; SRINIVASAN, S.R.; BERENSON, G.S. Relation of body mass index and waist- to-height ratio to cardiovascular disease risk factors in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 86, p. 33-40, 2007.

FREITAS, A.E. de ; OLIVEIRA, T.H. de ; LACERDA, D.R.; LAMOUNIER, J.A.; SOARES, D.D.S.; ANSALON, J.A.; SILVA, C.A.M. Prevalência de obesidade e sobrepeso em escolares de 6 a 9 anos nas escolas públicas de Ouro Preto-MG. **Revista Medica de Minas Gerais**, v.17, 1/2Supl. 1, p. S91-S159, 2007.

FRYE, C.; HEINRICH, J.; 2003. Trends and predictors of overweight and obesity in East German children. **International Journal of Obesity**, v.27, n.8, p. 963–969, 2003.

GARCIA, A.L.; WAGNER, K.; HOTHORN, T.; KOEBICK, C.; ZUNFT HANSJOACHIM, F.; TRIPPO, U. Improved prediction of body fat by measuring skinfold thickness, circumferences, and bone breadths. **Obesity Research**, v. 13, p.626–34, 2005.

GARNETT, S.P.; BAUR, L.A.; COWELL, C.T. Waist-to-height ratio: a simple option for determining excess central adiposity in young people. **International Journal of Obesity**, v. 32, n.6, p.1028-1030, 2008

GIUGLIANO, R.; MELO, A.L.P. Diagnosis of overweight and obesity in schoolchildren: utilization of the body mass index international standart. **Jornal de Pediatria**, v.80, n.2, p.129-134, 2004.

GIUGLIANO, R.; CARNEIRO, E.C. Fatores associados à obesidade em escolares. **Jornal de Pediatria**, v.1, n.80, p.17-22, 2004a.

GOMES, M.A.; RECH, C.R.; GOMES, M.B.A.; SANTOS, D.L. Correlação entre índices antropométricos e distribuição de gordura corporal em mulheres idosas. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho**, v. 8, n.3, p. 16-22, 2006.

GONG, Q.Y.; ROBERTS, N.; GARDEN, A.S.; WHITEHOUSE, G.H. Fetal and fetal brain volume estimation in the third trimester of human pregnancy using gradient echo MR imaging. **Magnetic Resonance Imaging**, v.16, n.3, p.235-240, 1998.

GRAF, C.; ROST, S.V.; KOCH, B.; HEINEN, S.; FALKOWSKI, G. Intervention for overweight and obese school children. **Cardiology in The Young**, v. 15, n. 3, 2005.

GRAY, D.S.; BRAY, G.A.; GEMAYEL, N.; KAPLAN, K. Effect of obesity on bioelectrical impedance. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 50, p.255-60, 1989.

GUEDES, D.P. Recursos antropométricos para análise da composição corporal. **Revista brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 20, supl. 5, p. 115-119, 2006.

GUNNELL, D.J.; FRANKEL, S.J.; NANCHAHAL, K.; PETERS, T.J.; SMITH, G.D.

Childhood obesity and adult cardiovascular mortality: a 57-y follow-up study based on the Boyd Orr cohort. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 67, n.6, p.1111-1118, 1998.

HADAEGH, F.; ZABETIAN, A.; HARATI, H., AZIZI, F .Waist/height ratio as a better predictor of type 2 diabetes compared to body mass index in Tehranian adult men – a 3.6-year prospective study. **Experimental and Clinical Endocrinology and Diabetes**, v.114, n.6, p.310-315, 2006.

HAKALA, P.; RISSANEN, A.; KOSKENVUO, M.; KAPRIO, J.; RONNEMAA, T. Environmental factors in the development of obesity in identical twins. **International Journal Obesity and Related Metabolic Disorders**, v.23, n.7, p.746–753, 1999.

HARA, M.; SAITOU, E.; IWATA, F.; OKADA, T.; HARADA, K. Waist-to-height ratio is the best predictor of cardiovascular disease risk in Japanese schoolchildren. **Journal of Atherosclerosis and Thrombosis**, v. 9, n. 3, p. 127-132, 2002.

HEBE BRAND, J.; WULFTANGE, H.; GOERG, T.; ZIEGLER, A.; HINNEY, A.; BARTH, N.; MAYER, H.; REMSCHMIDT, H. Epidemic obesity: are genetic factors involved via increased rates of assortative mating? **International Journal Obesity and Related Metabolic Disorders**, v. 24, n. 3, p.345–353, 2000.

HEITMANN, B.L.; FREDERIKSEN. P.; LISSNER, L. Hip Circumference and Cardiovascular Morbidity and Mortality in Man and Woman. **Obesity Research**, v.12, n.3, p.482-487, 2004.

HEYWARD, V.H.; STOLARCZYL, L.M. **Avaliação da composição corporal**. São Paulo: Editora Manole; 2000 243p.

HO, S.Y.; LAM, T.H.; JANUS, E.D. Waist to stature ratio is more strongly associated with cardiovascular risk factors than other simple anthropometric indices. **Annals of epidemiology**, v.13, n. 10, p.683-691, 2003.

HOWLEY, E.T.; FRANKS, B.D. **Manual do instrutor de condicionamento físico para**

saúde. 3 ed. Porto Alegre: Editora Artmed; 2000 447p.

HSIEH, S.D., YOSHINAGA, H. Abdominal fat distribution and coronary heart disease risk factors in men-waist/height ratio as a simple and useful predictor. **International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders**, v.19, n.8, p. 585-589, 1995.

HSIEH, S.D., YOSHINAGA, H. Waist/height ratio as a simple and useful predictor of coronary heart disease risk factors in women. **Internal Medicine**, v. 34, n. 12, p.1147-1152, 1995a.

HSIEH, S.D.; YOSHINAGA, H.; MUTO, T. Waist-to-height ratio, a simple and practical index for assessing central fat distribution and metabolic risk in Japanese men and women. **International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders**, v. 27, p. 610–616, 2003.

HUBERT, H.B.; FEINLEIB, M.; MCNAMARA, P.M.; CASTELLI, W.P. Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease: a 26-year follow-up of participants in the Framingham Heart Study. **Circulation**, v.67, n.5, p.968-977, 1983.

JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition** ,v. 40, n.3, p.497-504, 1978.

JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L.; GRAVES, J.E.; MAHAR, M.T. Reliability and validity of bioelectrical impedance in determining body composition. **Journal of Applied Physiology**,v. 64, n.2, p.529-534, 1988.

KABIR, N.; FORSUM, E. Estimation of total body fat and subcutaneous adipose tissue in full-term infants less than 3 months old. **Pediatric research**,v.34. n.4, p.448-454, 1993.

KAIN, J.B.; LERA, L.M.; ROJAS, J.; UAUY.R. Obesidad en preescolares de la Región Metropolitana de Chile. **Revista Médica de Chile**, v. 135, n. 1, p.63-70, 2007.

KALKER, U.; HOVELS, O.; KOLBE-SABOROWSKI, H. Obese children and adolescents.

Waist-hip ratio and cardiovascular risk. **Monatsschr Kinderheilkd**, v.141, n. ,p.36-41, 1993.

KATZMARZYK, P.T.; TREMBLAY, A.; PÉRUSSE, L.; DESPRÉS,J.P.; BOUCHARD,C. The utility of the international child and adolescent overweight guidelines for predicting coronary heart disease risk factors. **Journal of Clinical Epidemiology**, v.56, n.5, p.456-462, 2003.

KAUR, H.; HYDER, M.L.; POSTON, C. W.S. Childhood overweight an expanding problem. **Treatments in Endocrinology**, v.2, n. 6, p. 375-388, 2003.

KAHN, H.S.; IMPERATORE, G.; CHENG, Y.J. A population-based comparison of BMI percentiles and waist-to-height ratio for identifying cardiovascular risk in youth. **Journal of Pediatrics**, v. 146, n.4, p.482-488, 2005.

KLEIN, S.; BURKE, L.E.; BRAY, G.A.; BLAIR, S.; ALLISON, D.B.; PI-SUNYER, X.;HONG, Y.; ECKEL,R.H.Clinical implications of obesity with specific focus on cardiovascular disease: a statement for professionals from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; endorsed by the American College of Cardiology Foundation. **Circulation**, v.110, n.18, p.2952–2967,2004.

KOGA, C.R. **Estado nutricional de escolares de 7 a 10 anos de idade: diagnóstico e comparação de métodos**. Dissertação [mestrado]. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005, 144p.

KOLETZKO, B.; SAUERWAD, T.; DEMMELMAIR, H. Safety of stable isotope use. **European Journal of Pediatrics**, v.156, n.13, Suppl 1, p.12–17, 1997.

KOOY, K.V.D.; LEENEN, R.; SEIDELL, J.C.; DEURENBERG, P. Waist-hip is poor predictor of changes in visceral fat. **The American journal of clinical nutrition**, v.57, n. 3, p.327-33, 1993.

KUBIK-HUCH, R.A.; WILDERMUTH, S.; CETTUZZI, RAKE A.; SEIFERT, B.; CHAOUI, R. Fetus and uteroplacental unit: fast MR imaging with three-dimensional reconstruction and

volumetry – feasibility study. **Radiology**, v.219, n.2, p.567-573, 2001.

KUSHNER, R.F. Introduction and clinical considerations. Assessment and management of obesity of adult obesity: a primer for physicians. Atlanta, GA: **American Medical Association**, 2003.

KYLE, U.G.; GENTON, L.; KARSEGARD, L.; SLOSMAN, D.O.; PICHARD, C. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20-94 years. **Nutrition**. v.17,n.3, p.248-253, 2001.

LAMOUNIER, J.A.; CHAGAS, A.J. das; VIEIRA, E.C. Obesidade. In: LEÃO, E., CORREA, E., MOTA, J.A.C., VIANA, B.V. **Pediatria ambulatorial**. Belo Horizonte: COOPMED, 2005. 1034p.

LAURENT-JACCARD, A.; VANNOTTI, M. – Les Handicaps de l’Obésité Massive. **Revue Du Praticien**, v.43, n.15, p. 1908-10, 1993.

LEÃO, L.S.C.S.; ARAUJO, L.M.B.; MORAES, L.T.L.P. Prevalência de obesidade em escolares de Salvador, Bahia. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v.47, n.2, 151-157, 2003.

LERARIO, D.D.G.; GIMENO, S.G.; FRANCO, L.J.; IUNES, M.; FERREIRA, S.R.G.; GRUPO DE ESTUDOS EM DIABETES NA COMUNIDADE NIPO-BRASILEIRA. Excesso de peso e gordura abdominal para a síndrome metabólica em nipo-brasileiros. **Revista de Saúde Pública**, v.36, n.1, p.4-11, 2002.

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, p. e1390-1398, 2006

LIN, W.Y.; LEE, L.T.; CHEN, C.Y.; LO, H., HSIA, H.H.; LIU, I.L., LIN, R.S., SHAU, W.Y.; HUANG, K.C. Optimal cut-off values for obesity: using simple anthropometric indices to predict cardiovascular risk factors in Taiwan. **International journal of obesity and related**

metabolic disorders, v.26, n.9 , p.1232-1238. , 2002.

LINDSAY, R.S.; HANSON, R.L.; ROUMAIN, J.; RAVUSSIN, E.; KNOWLER, W.C.; TATARANNI, A. Body mass index as a measure of adiposity in children and adolescents: relationship to adiposity by dual energy x-ray absorptiometry and to cardiovascular risk factors. **Journal of Clinical Endocrinology e Metabolism**, v. 46, n.9, p.4061-4067, 2001.

LOHMAN, T.G. Research progress in validation of laboratory methods of assessing body composition. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v 14, n.6, p.596-603, 1984.

LUKASKI, H.C. **Methods for assessment of human body composition: traditional and new**. American Society for Clinical Nutrition; v.46, n.4, p.537, 1987.

LUO, Z.C.; KALBERG, J. Critical growth phases for adult shortness. **American Journal of Epidemiology**, v.152, n.2, p.125-131, 2000.

MACHADO, P.A.N.; SICHIERI, R. Relação cintura-quadril e fatores de dieta em adultos. **Revista de Saúde Pública**, v.36, n.2, p.198-204, 2002.

MÂNGIA, C.M.F. **Índices primários de bioimpedância corporal: resistência e reactância em crianças**. São Paulo; 2000 [Dissertação de mestrado- Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo/UNIFESP].

MAYNARD, L.M.; WISEMANDLE, W.; ROCHE, A.F.; CHUMLEA, W.C.; GUO, S.S.; SIERVOGEL, S.M. Childhood body composition in relation to body mass index. **Pediatrics**, v. 107, n. 2, p. 344-350, 2001.

MCARDLE, W.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. **Fisiologia do exercício, energia, nutrição e desempenho humano**; 2003 p.1175.

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**, n. 30,

v.6, p.988-992, 2006.

MAFFEIS, C. Aetiology of overweight and obesity in children and adolescents. **European Journal of Pediatrics**, v. 159, suppl 1, p. S35–S44, 2000.

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, p. 207-213, 2008.

MAGAREY, A.; DANIELS, L.; BOULTON, T. Prevalence of overweight and obesity in Australian children and adolescents: reassessment of 1985 and 1995 data against new standard international definitions. **The Medical Journal of Australia**, v.174, n.11, p.561–564, 2001.

MAGLIANO, M. Obesity and arthritis. **Menopause International**, v.14,n.4,p.149-154, 2008.

MALIK, M.; BAKIR, A. Prevalence of overweight and obesity among children in the United Arab Emirates. **Obesity Reviews**, v.8, n.1, p.15–20, 2007.

MANIOS, Y.; COSTARELLI, V.; KOLOTOUROU, M.; KONDAKIS, K.; TZAVARA, C.; MOSCHONIS, G. Prevalence of obesity in preschool Greek children, in relation to parental characteristics and region of residence. **BMC Public Health**, v.7, n.178, 2007.

MARTORELL, R.; KHAN, K.L.; HUGHES, M.L.; GRUMMER-STRAWN, L.M.; Overweight and obesity in preschool children from developing countries. **International Journal of Obesity**, v. 24, n.8, p.959–967, 2000.

MATEO, H.A.; ROMERO, J.E.; MORALES, N.M.; SALAZAR, G.; TRIANA, M.H.; VALENCIA, T.M.E. Body composition by three-compartment model and relative validity of some methods to assess percentage body fat in Mexican healthy elderly subjects. **Gerontology**, v.50, n.6, p.366-372, 2004.

MELLO, E.D. de; LUFT, V.C.; MEYER, F. Obesidade infantil: como podemos ser eficazes? **Jornal de Pediatria**, v.80, n.3, p.173-182, 2004.

MOLARIUS, A.; SEIDELL, J.C.; SANS, S.; TUOMILEHTO, J.; KUULASMAA, K. Waist and hip circumferences, and waist-hip ratio in 19 populations of the WHO MONICA Project. **International journal of obesity and related metabolic disorders**; v.23, n.2, p.116-125, 1999.

MONTEIRO, C.A.; CONDE, W.L. Tendência secular da desnutrição e da obesidade na infância na cidade de São Paulo (1974-1996). **Revista de Saúde Pública**, v.34, n.6,p.52-61, 2000.

MOORE, M.E.; STUNKARD, A.; SROLE, L. Obesity, Social Class, and Mental Illness. **Obesity Research**, v.5, n.5, p. 503-508, 1997.

MORENO, L.A.; SARRI´A, A.; FLETA, J.; RODRIGUEZ, G.; BUENO, M. Trends in body mass index and overweight prevalence among children and adolescents in the region of Aragón (Spain) from 1985 to 1995. **International Journal Obesity and Related Metabolic Disorders**, v.24, n.7, p.925–931, 2000.

MUNTNER, P.; HE, J.; CUTLER, J.A.; WILDMAN, R.P.; WHELTON, P.K. Trends in blood pressure among children and adolescents. **The Journal of the American Association**, v.291, n.17,p. 2107–2113, 2004.

NAMBIAR, S.; TRUBY H; ABBOTT, R.A.; DAVIES, P.S.W. Validating the waist-height ratio and developing centiles for use amongst children and adolescents. **Acta Paediatrica**, v.98, n. 1, p. 148-152, 2009.

National Heart Lung and Blood Institute. The Practical Guide: identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults. Washington, DC: National Institutes of Health; 2000.

NELMS, B.C. Childhood Obesity: taking on the issue. **Journal of Pediatric Health Care**,

v.15, n.2, p. 47-48, 2001.

NICKLAS, T.A.; BARANOWSKI, T.; CULLEN, K.W.; BERENSON, G. Eating Patterns, Dietary Quality and Obesity. **Journal of the American College of Nutrition**, v.20, n.6, p.599-608, 2001.

NOBREGA, F.J. **Distúrbios da nutrição: Na infância e na adolescência**. Rio de Janeiro: Revinter; 1998 602p.

O'LOUGHLIN, J.; PARADIS, G.; MESHEFEDJIAN, G.; GRAY-DONALD, K. A five-year trend of increasing obesity among elementary schoolchildren in multiethnic, low-income, inner-city neighborhoods in Montreal, Canada. **International Journal Obesity and Related Metabolic Disorders**, v.24, n.9,p.1176–1182,2000.

OGDEN, C.L.; FLEGAL, K.M.; CARROLL, M.L.; JOHNSON, C.L. Prevalence and trends in overweight among US children and adolescents, 1999–2000. **The Journal of the American Medical Association**, v.288, n.14, p.1728–1732, 2002.

OKASORA, K.; TAKAYA, R.; TOKUDA, M.; FUKUNAGA, Y.; OGUNI, T.;TANAKA, H.; KONISHI, K.; TAMAI, H. Comparison of bioelectrical impedance analysis and dual energy X-ray absorptiometry for assessment of body composition in children. **Pediatrics International**, v. 41, n.2, p.121-125, 1999.

OLHAGER, E.; THUOMAS, K.; WIGSTROM, L.; FORSUM, E. Description and evaluation of a method based on magnetic resonance imaging to estimate adipose tissue volume and total body fat in infants. **Pediatric research**, v.44, n.4, p.572-577, 1998.

OLIVEIRA, C.L. de; MELLO, M.T. de; CINTRA, I. de P.; FISBERG, M. Obesidade e síndrome metabólica na infância e adolescência. **Revista Nutrição**, v.17, n.2, p. 237-245, 2004.

PAIVA, C.E.; BOTTARO, M. Avaliação da composição corporal em meninos brasileiros: o método de impedância. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**;

v. 4, n.1, 2002.

PARK, M.K.; MENARD, S.W.; SCHOOLFIELD, J. Prevalence of overweight in a triethnic pediatric population of San Antonio, Texas. **International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders**, v.25, n.3, p.409-416, 2001.

PARSONS, T.J.; POWER, C.; LOGAN, S.; SUMMERBELL, C.D. Childhood predictors of adult obesity: a systematic review. **International Journal of Obesity**, v.23, suppl. 8, p.S1-S107, 1999.

PAPATHAKIS, P.C.; ROLLINS, N.C., BROWN, K.H.; BENNISH, M., LOAN, M.D.V. Comparison of isotope dilution with bioimpedance spectroscopy and anthropometry for assessment of body composition in asymptomatic HIV-infected and HIV-uninfected breastfeeding mothers. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.82, n.3, p.538-46, 2005.

PECORARO, O.; GUIDA, B.; CAROLI, M.; TRIO, R.; FLACONI, C.; PRINCIPATO, A.; PIETROBELLI, A. Body mass index and skinfold thickness versus bioimpedance analyses: fat mass prediction in children. **Acta Diabetologica**, v. 40, p. S278-S281, 2003.

PÉREZ, B.; JIMÉNES, M.L.; VÁSQUES, 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.

PETERSON, M.J.; CZERWINSKI, A.S ; SIERVOGEL, R.M. Development and validation of skinfold-thickness prediction equations with a 4-compartment model. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.77, n. ,p.1186-91, 2003.

PIETROBELLI, A. Outcome measurements in paediatric obesity prevention trials. **International Journal of Obesity**, v. 28, Suppl 3, p. S86–S89, 2004.

PINHAS, H. O. ; DOLAN, L. M.; DANIELS, S. R.; STANDIFORD, D. ; KHOURY, P. R. ; ZEITLER, P. Increased incidence of non-insulin-dependent diabetes mellitus among adolescents. **The Journal of pediatrics**, v. 128, n.5, p. 608-615, 1996.

PISABARRO, R.; KAUFMANN, P. Prevalence of obesity in Uruguay. **Obesity Reviews**, v.5, n. 4, p. 175–176, 2004.

PITANGA, F.J.G.; LESSA, I. Razão cintura-estatura como discriminador do risco coronariano de adultos. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 52, n.3, p. 157-161, 2006.

POLETTI, O.H.C.; BARRIOS, L.M. Sobrepeso y obesidad como componentes de la malnutrición, en escolares de la ciudad de Corrientes: Argentina. **Revista chilena de pediatría**, v. 74, n. 5, p.499-503, 2003.

POSKITT, E. Defining childhood obesity: the relative body mass index (BMI). **Acta Paediatrica**, v.84, n. 8, p. 961-963, 1995.

REILLY, J.J. Assessment of Body Composition in Infants and Children. **Nutrition**, v.14, n.5, p.821-825, 1998.

REILLY, J.J.; DOROSTY, A.R. Epidemic of obesity in UK children. **The Lancet**, v.354, n.9193, p.1874–1875, 1999.

REZENDE, F.A.C.; ROSADO, L.E.F.P.L.; PRIORE, S.E., FRANCESCHINI, S.C.C. Aplicabilidade de equações na avaliação da composição corporal da população brasileira. **Revista de Nutrição**, v. 19, n.3, p.357-367, 2006.

REZENDE, F.; ROSADO, L.; FRANCESCHINI, S.; 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 Nutricion**, v. 57, n.4, p.327-334, 2007.

RICARDO, G. D.; CALDEIRA, G. V.; CORSO, A.C.T. Prevalência de sobrepeso e obesidade e indicadores de adiposidade central em escolares de Santa Catarina, Brasil. **Revista brasileira de epidemiologia**, vol.12, n.3, p. 424-435, 2009.

RODRÍGUEZ, P. N.; *, BERMÚDEZ, E. F.; RODRÍGUEZ, G. S.; SPINA, M. A.; ZENI, S. N.; FRIEDMAN, S. M.; EXENI, R. A. Composición corporal en niños preescolares: comparación entre métodos antropométricos simples, bioimpedancia y absorciometría de doble haz de rayos X. **Archivos Argentinos de Pediatría**, v.106, n.2, p.102-109, 2008.

ROLLAND-CACHERA, M.F.; CASTETBON, K.; ARNAULT, N.; BELLISLE, F.; ROMANO, M.C.; LEHINGUE, Y.; FRELUT, M.L.; HERCBERG, S. Body mass index in 7–9-y-old French children frequency of obesity, overweight and thinness. **International Journal Obesity and Related Metabolic Disorders**, v.26, n.12, p.1610–1616. 2002.

ROSA, F.J.B.; PUERTO, J.R.G.; MONTANER, B.H.V.; ROSA, C.J.B. Estudio de La composición corporal en escolares de 10 a 14 anos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.3, n. 1, p. 20-33, 2001.

ROSS, R.; FORTIER, L.; HUDSON, R. Separate associations between visceral and subcutaneous adipose tissue distribution, insulin and glucose levels in obese women. **Diabetes Care**, v.19, n.12, p.1404–11,1996.

SALAND, J.M. Update on the metabolic syndrome in children. **Current Opinion in Pediatrics**, v.19, n.2, p.183–191, 2007.

SALAZAR, G.R.; ROCHA, M.A.A.; MARDONES, F.S. ¿Es útil la antropometría para estimar La composición corporal en niños preescolares? **Revista Chilena Pediatría**, v.74 n.1, p.37-45 2003.

SANT'ANA, M.S.L. Indicadores antropométricos como preditores de gordura corporal em crianças de 6 a 9 anos de idade, atendidas pelos Programas de Saúde da Família do município de Viçosa-MG. Dissertação [mestrado]. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2008, 121p.

SANT'ANNA, M.S.L.; TINOCO, A.L.A.; ROSADO, L.E.F.P.L.; SANT'ANA, L.F.R.; MELLO, A.C.; BRITO, I.S.S.; ARAÚJO, L.F.; SANTOS, T.F. Avaliação de gordura corporal pela bioimpedância elétrica e sua correlação com diferentes pontos anatômicos de medida da

circunferência da cintura em crianças. **Jornal de Pediatria**, v.85, n.1, p. 61-66, 2009.

SANT'ANNA, M.S.L.; PRIORI, S.E.; FRANCESCHINI, S.C.C. Métodos de avaliação da composição corporal em crianças. **Revista Paulista de Pediatria**, v.27, n.3, p. 315-321, 2009a.

SANTOS, D.M. dos; SICHIERI, R. Índice de massa corporal e indicadores antropométricos de adiposidade em idosos. **Revista de Saúde Pública**, v. 39, n.2, p.163-168, 2005

SAVVA, S.C.; TORNARITIS, M.; SAVVA, M.E.; et al. Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. **International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders**, v.24, p.1453-1458, 2000.

SCHMELZLE, H.R.; FUSCH, C. Body fat neonates and Young infants: validation of skinfold thickness versus dual-energy X-ray absorptiometry. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.76, n.5, p.1096-1100, 2002.

SCHWIMMER, J.B.; BURWINKLE, T.M.; VARNI, J.W. Healthrelated quality of life of severely obese children and adolescents. **The Journal of the American Medical Association**, v.289, n.14, p.1813-1819, 2003.

SEIDELL, J.C.; FLEGAL, K.M. Assessing obesity: classification and epidemiology. **British Medical Bulletin**, v.53, n.2, p. 238-52, 1997.

SHAIKH, M.S.; LOMBAY, B. Fetal MRI: reviewing the history, indications, technique, safety and drawbacks. **Journal of the College of Physicians and Surgeons Pakistan**, v. 14, n. 9, p.576-579, 2004.

SIGULEM, D.M.; DEVINCENZI, U.M.; LESSA, A.C. Diagnóstico do estado nutricional da criança e do adolescente. **Jornal de Pediatria**, v. 76, n.3, p.S275- S284, 2000.

SIRI, W.E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In:

BROZEK, J.; HENSCHER, A. **Techniques for measuring body composition**. Washington D.C.: National Academy of Science; 1961. p. 223-224.

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

SLAUGHTER, M.H.; LOHMAN, T.G.; BOILEAU, R.A.; HORSWILL, C.A.; STILLMAN, R.J.; LOAN, M.D.V.; BEMBEN, D.A. Influence of maturation on relationship of skinfold to body density: a cross-sectional study. **Human Biology**, v. 56, n.4, p.681-689, 1988b.

SOAR, C.; VASCONCELOS, F. de A.G.; ASSIS, M.A.A. de; GROSSEMAN, S.; LUNA, M.E.P. Prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares de uma escola pública de Florianópolis, Santa Catarina. **Revista Brasileira Saúde Materno Infantil**, v. 4, n. 4, p. 391-397, 2004.

SOAR, C.; VASCONCELOS, F. de A.G.; ASSIS, M.A.A. de. A relação cintura quadril e o perímetro da cintura associados ao índice de massa corporal em estudo com escolares. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, n.6, p.1609-1616, 2004a.

SOPHER, A.B.; THORNTON, J.C.; WANG, J.; PERSON, R.N.; HEYMSFIELD, S.B.; HORLICE, M. Measurement of percentage of body fat in 411 children and adolescents: a comparison of dual-energy X-ray absorptiometry with a four-compartment model. **Pediatrics**, v.113, n.5, p.1285-1290, 2004.

SUN, S.S.; CHUMLEA, W.C., HEYMSFIELD, S.B.; LUKASKI, H.C.; SCHOELLER, D.; FRIED, K.; KUCZMARSKI, R.J.; FLEGAL, K.M.; JOHNSON, C.L.; HUBBARD, V.S. Development of bioelectrical impedance analysis prediction equations for body composition with the use of a multicomponent model for use in epidemiologic surveys. **American Journal of Clinical Nutrition**, 2003; v.77, n.2, p.331-40, 2003.

SUNÉ, F.R.; DIAS-DA-COSTA, J.S.; OLINTO, M.T.A.; PATTUSSI, M.P. Prevalência e fatores associados para sobrepeso e obesidade em escolares de uma cidade no sul do Brasil.

Cadernos de Saúde Pública, v.23, n.6, p.1361-1371, 2007.

SUNG, R.Y.T.; SO, H.K.; CHOI, K.C.; LI, A.M.; YIN, J.; NELSON, E.A.S. Body fat measured by bioelectrical impedance in Hong Kong Chinese children. **Hong Kong Medical Journal**, v.15, n. 2, p. 110-117, 2009.

STOLARCZYK, L.M.; HEYWARD, V.H.; LOAN, M.D.V.; HICKS, V.L.; WILSON, W.L.; REANO, L.M. The fatness-specific bioelectrical impedance analysis equations of Segal et al: are they generalizable and practical? **American Journal of Clinical Nutrition**, v.66, n.1, p.8-17, 1997.

TAYLOR, R.W.; JONES, I.E.; WILLIAMS, S.M.; GOULDING, A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measures by dual-energy 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.

TELLES, R.K; FILHO, A.A.de. Uso da antropometria como método de composição corporal em pediatria. **Revista de Ciências Médicas**, v.12, n.4, p.351-363, 2003.

TRAVER, L.A.M.; MARTINEZ, F.E.; FERRIOLLI, E.; MARCHINI, J.S.; MONTEIRO, J.P.; PFRIMER, K.; SANCHEZ, A.P.M.; OLIVEIRA, T. de; DUCATI, C. CAMELO JR, J.S. Deuterium Equilibrium Time in Saliva of Newborn Infants. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 48, n. 4, p. 471-474, 2009.

URBANOVA, Z.; SAMANEK, M. Prevalence of obesity, hypertension and obesity-associated hypertension in children. **Atherosclerosis Supplements**, v. 9, n. 1, p. Page 141, 2008.

UOTILA, J.; DASTIDAR, P.; HEINONEN, T.; RYYMIN, P.; PUNNONEN, R.; LAASONEN, E. Magnetic resonance imaging compared to ultrasonography in fetal weight and volume estimation in diabetic and normal pregnancy. **Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica**, v. 79, n. 4, p. 255-259, 2000.

VALDEZ, R. A simple model-based index of abdominal adiposity. **Journal Clinical Epidemiology**, v.44, n.9 p.955-6, 1991.

VALDEZ, R.; SEIDELL, J.C.; AHN, Y.L.; 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, p.239- 48, 2000.

VANDERBURGH, P.M. Fat distribution: its physiological significance, health implications, and its adaptation to exercise training. **Military Medicine**, v.157, n. 4, p.189–192, 1992.

WAGNER, D.R.; HEYWARD, V.H. Techniques of body composition assessment: a review of laboratory and field methods. **American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance**, v. 70, n.2, p.135-149, 1999.

WANG, P.; MARIMAN, E.; RENES, J.; KEIJER, J. The secretory function of adipocytes in the physiology of white adipose tissue. **Journal of Cellular Physiology**, v.216, n.1, p.3–13, 2008.

WEILI, Y.; HE, B.; YAO, H.; DAI, J.; CUI, J.; GE, D.; ZHENG, Y.; LI, L.; GUO, Y.; XIAO, K.; FU, X.; MA, D. Waist-to-height ratio is an accurate and easier index for evaluating obesity in children and adolescents. **Obesity**, v.15, n.3, p.748-752, 2007.

WELLS, J.C.K. Energy metabolism in infants and children. **Nutrition**, v.14, n.10, p. 817-820,1998.

WELLS, J.C.K.; FEWTRELL, M.S. Measuring body composition. **Archives of Disease in Childhood** ,v.91,v. 7, p.612–617, 2006.

WELLS, J.C.K.; CHOMTHO, S.; FEWTRELL, M.S. Programming of body composition by early growth and nutrition. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.66, n. 3, p.423-34, 2007.

WELLS, J.C.K.; TRELEAVEN, P. COLE, T.J. Body mass index and 3-dimensional body shape: the UK National Sizing Survey. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.85, n.2,

p.419–425, 2007.

WESTSTRATE, J.A.; DEURENBERG, P.; TINTEREN, H. Indices of body fat distribution and adiposity in Dutch children from birth to 18 years of age. **International journal of obesity**, v.13, n. 4, p.465-77, 1989.

WHELTON, H.; HARRINGTON, J.; CROWLEY, E.; KELLEHER, V.; CRONIN, M.; PERRY, I.J. Prevalence of overweight and obesity on the island of Ireland: results from the North South Survey of Children's Height, Weight and Body Mass Index, 2002. **BMC Public Health**, v.7, n.187, 2007.

WHITAKER, R.C.; WRIGHT, J.A.; PEPE, M.S.; SEIDEL, K.D.; DIETZ, W.H. Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. **New England Journal of Medicine**, v.337, n.13, p.869-873, 1997.

WIELAND, H.A.; HAMILTON, B.S. Weighing the options in the pharmacotherapy of obesity. **International Journal of Clinical Pharmacology and Therapeutics**, v.39, n.9, p.406-414, 2001.

WILBORN, C.; BECKHAM, J.; CAMPBELL, B.; HARVEY, T.; GALBREATH, M.; LA BOUNTY, P.; NASSAR, E.; WISMANN, J.; KREIDER, R. Obesity: Prevalence, Theories, Medical Consequences, Management, and Research Directions. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.2, n.2, p. 4-31, 2005.

WOLK, A.; GRIDLEY, G.; SVENSSON, M. NYRÉN, O.; MACLAUGHLIN, J.K.; FRAUMENI, J.F.; ADAM, H.O. A prospective study of obesity and cancer risk (Sweden). **Cancer Causes Control**, v.12, n.1, p. 13-21, 2001.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (1989) Measuring obesity: classification and description of anthropometric data, report on a WHO Consultation on the Epidemiology of Obesity, Warsaw, 21-23 October 1987. **Copenhagen; WHO Regional Office for Europe**, p. 1-22, 1989.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2000). Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Geneva: **World Health Organization Report of WHO Consultation.**[WHO Technical Report, series,894]

WU, Y.T.; NIELSEN, D.H.; CASSADY, S.; COOK, J.S.; JANZ, K.F.; HANSEN , J.R. Cross-validation of bioelectrical impedance analysis of body composition in children and adolescents. **Physical Therapy**, v. 73, n.5, p. 320-327, 1993.

ZAMBON, M.P; ZANOLLI, M.L.; MARMO, D.B.; MAGNA, L.A; GUIMAREY, L.M.; MORCILLO, A.M Correlação entre o índice de massa corporal e a prega cutânea tricipital em crianças da Cidade de Paulínia, São Paulo, SP, **Revista da Associação Médica Brasileira** ; v.49, n.2, p. 137-40, 2003.

ZIMMERMANN, M.B.; GUBELI, C.; PUNTENER, C.; MOLINARI, L. Detection of overweight and obesity in a national sample of 6-12-y-old Swiss children: accuracy and validity of reference values for body mass index from the US Centers for Disease Control and Prevention and the International Obesity Task Force. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, p. 838-843, 2004.

ZHU, S.; WANG, Z.; HESHKA, S.; HEO, M.; FAITH, M.S.; HEYMSFIELD, S.B. Waist circumference and obesity-associated risk factors among whites in the third National Health and nutrition Examination Survey: clinical action thresholds. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, p. 743-749, 2002.

3. OBJETIVOS

3.1 GERAL

- Caracterizar o estado nutricional e correlacionar diferentes métodos de avaliação da composição corporal e indicadores antropométricos em uma amostra de escolares da zona urbana de Ouro preto - Minas Gerais, tendo como método de referencia a bioimpedância tetrapolar.

3.2 ESPECÍFICOS

- Determinar o percentual de gordura corporal (%GC) por bioimpedância tetrapolar, % GC por Tanita (bioimpedância bipedal) e % GC por pregas cutâneas em uma amostra de 89 escolares;
- Caracterizar índice de conicidade, relação cintura/quadril e relação cintura/ estatura em uma amostra de 89 escolares;
- Correlacionar o percentual de gordura corporal avaliado pela bioimpedância tetrapolar com a idade, peso (kgf), índice de massa corporal (IMC), %GC por Tanita (bioimpedância bipedal), % GC por pregas cutâneas, índice de conicidade, relação cintura/quadril, relação % massa magra, % volume total de água, quantidade gordura (kgf), massa magra (kgf) em uma amostra de 89 escolares;

4. METODOLOGIA

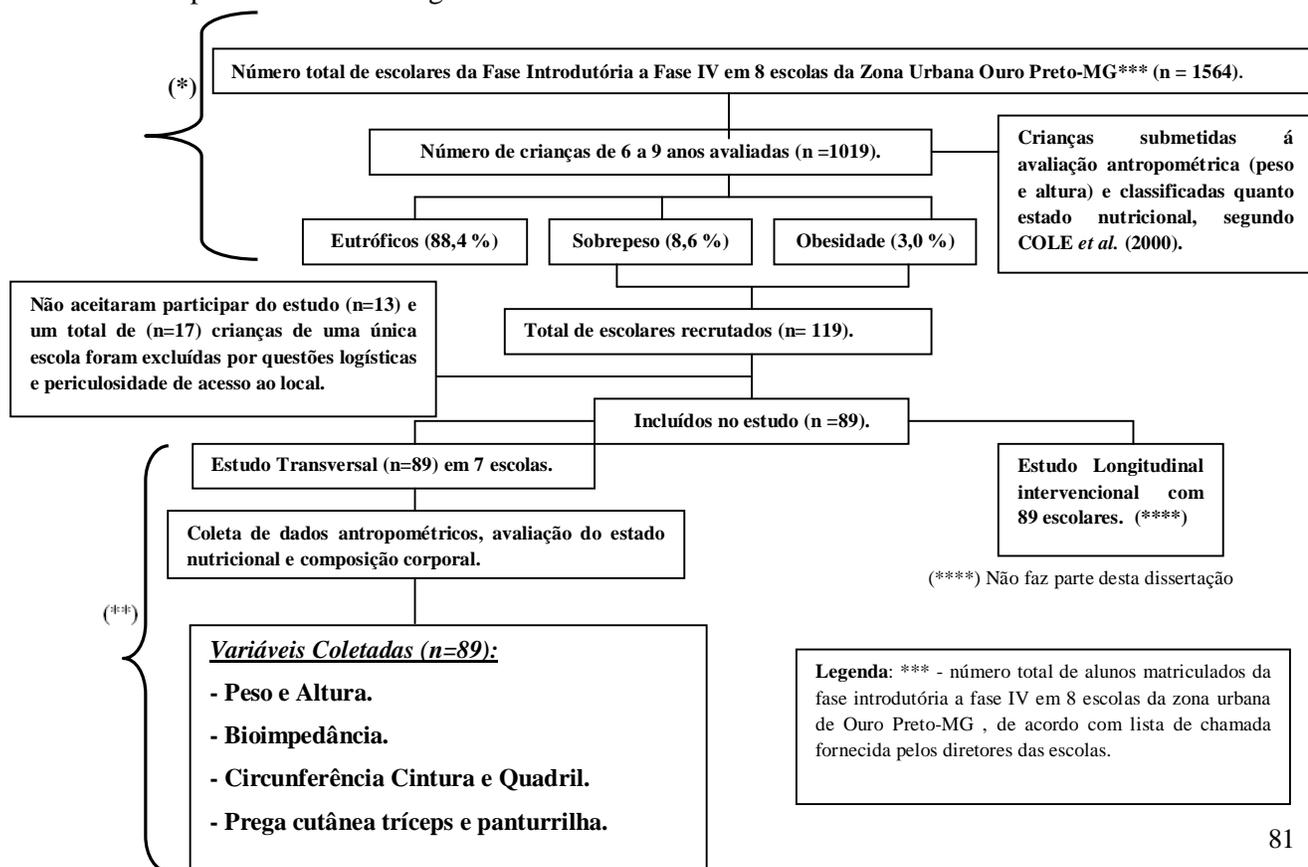
4.1 Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo transversal descritivo, com escolares de 7 a 11 anos pertencentes à zona urbana de Ouro Preto- Minas Gerais.

4.2 Casuística

Em uma pesquisa prévia (*) foi realizada a avaliação da prevalência de obesidade e sobrepeso em escolas públicas municipais da zona urbana do município de Ouro Preto- Minas Gerais. Nesse estudo, em 8 escolas foram avaliados um total de 1019 escolares de 6 a 9 anos, onde foram encontradas prevalências de 3,0% de obesidade e 8,6% de sobrepeso (FREITAS *et al.*, 2007).

Em um segundo momento (**), um total de 119 escolares previamente obesos e sobrepesos foram recrutados para participarem do presente estudo. Foi retirada uma amostra de 89 escolares com idade entre 7 e 11 anos para comporem o presente estudo, como representado no fluxograma abaixo:



4.3 Critérios de inclusão

Foram incluídos no estudo escolares pertencentes à faixa etária de 7 a 11 anos de idade, matriculados nas escolas municipais nos turnos da manhã ou tarde da fase introdutória até fase IV.

4.4 Critérios de Exclusão

Foram excluídas do estudo crianças portadoras de doenças infecciosas, distúrbios de equilíbrio, história de cirurgias cerebrais, e aquelas que não seguiram as recomendações para avaliação da composição corporal pelo método de bioimpedância elétrica pré-coleta de dados bem como aqueles que recusaram em participar do estudo.

4.5 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada nas seguintes escolas municipais da zona urbana de Ouro Preto- Minas Gerais: Alfredo Baeta, Adhalmir Santos Maia, CAIC Felipe dos Santos, Juventina Drumont, Monsenhor João Castilho Barbosa, Simão Lacerda, Tomás Antônio Gonzaga. Todas as avaliações foram realizadas no período da manhã e a escolha das escolas foi dada por possuírem uma estrutura física adequada para a avaliação das crianças, e ainda, o não comprometimento da rotina de trabalho de cada escola pela equipe do presente estudo.

A coleta de dados se deu mediante a avaliação de parâmetros antropométricos e de composição corporal, cujas medidas foram feitas por avaliadores previamente treinados. Um único avaliador mensurou as medidas de peso (Kgf), % GC por Tanita (bioimpedância bipedal), altura (cm), o segundo examinador foi responsável pelas medidas de pregas cutâneas e circunferência do quadril e cintura. O terceiro examinador foi responsável pela coleta de dados pela bioimpedância elétrica tetrapolar, respeitando o protocolo para coleta de dados da bioimpedância.

Antropometria

Peso

O peso e o percentual de gordura corporal foram obtidos em balança eletrônica digital *Tanita (bioimpedância bipedal)*, modelo *BF-683 W*, com capacidade máxima de 150 kgf e precisão de 100g, conforme as técnicas preconizadas por JELLIFFE (1968). Assim, a medida foi obtida com a criança em pé, sem sapatos, com os braços estendidos ao longo do corpo e com o olhar num ponto fixo à sua frente de modo a evitar oscilações na leitura da medida.



FOTOGRAFIA 1: Pesagem de um voluntário com uso da balança Tanita e fotografia do equipamento utilizado.

Estatura

A medida foi realizada utilizando-se antropômetro vertical *Alturaexata*, com graduação em centímetros (cm) até 2,13 metros e precisão de 0,1cm. Para essa medida a criança foi mantida em pé, sem sapatos, de forma ereta, com joelhos e calcanhares juntos e braços estendidos ao longo do corpo. A cabeça foi posicionada com a criança olhando para a linha do horizonte. Nesta posição a peça do antropômetro em ângulo reto foi direcionada ao ponto mais elevado da sutura sagital (vértex).



FOTOGRAFIA 2: Medida da altura de um voluntário com uso estadiometro portátil e fotografia do equipamento utilizado.

A partir das medidas de peso e altura, todas as crianças foram classificadas de acordo com os valores de percentil do IMC, sendo agrupados por sexo e idade segundo pontos de corte preconizados por COLE *et al.* (2000). (ANEXO 1)

Pregas cutâneas

Para a realização das medidas de pregas cutâneas tricipital (PCT) e panturrilha (PT), foi utilizado o adipômetro *Lange Skinfold Caliper*, com escala de 0 até 60 mm e precisão de ± 1 mm, o qual exerce uma pressão constante de (~ 10 g/mm²) que não varia com a sua abertura, de acordo com as técnicas preconizadas por HEYWARD *et. al* (2000). Todas as medidas foram realizadas por um examinador previamente treinado, no lado direito do corpo e com no mínimo de três repetições sucessivas no mesmo local, considerando-se como valor representativo da região a média aritmética.

Prega cutânea tricipital (PCT): a medida foi tomada na face posterior do braço direito (direção vertical), no ponto médio entre o acrômio da escápula e o olécrano da ulna.



FOTOGRAFIA 3: Medida de prega cutânea tricipital e fotografia do equipamento utilizado.

Prega cutânea da panturrilha (PT): a medida foi tomada na face medial da perna direita (direção vertical), no ponto de circunferência máxima da panturrilha, com o joelho e quadril flexionados a 90 graus.



FOTOGRAFIA 4: Medida de prega cutânea da panturrilha.

Percentual de gordura corporal (%GC) obtido pelo método de pregas cutâneas: o percentual de gordura corporal a partir das medidas das pregas cutânea foi obtida usando as equações propostas por SLAUGHTER *et al.* (1988).

QUADRO 2 -Equação para estimativa do % de GC em crianças, por SLAUGHTER *et al.* (1988), utilizando-se as pregas cutâneas.

Método	Etnia/Sexo	Equação
	<i>Negros e Brancos</i>	
∑ DOC tríceps (PCT) + panturrilha	Meninos (todas as idades)	1. % GC= 0, 735(∑ DOC) + 1,0
	Meninas (todas as idades)	2. % GC= 0, 610(∑ DOC) + 5,1
Legenda: ∑ DOC= somatório das dobras cutâneas; GC= gordura corporal		

Circunferência da Cintura (CC)

Para avaliação da circunferência da cintura (CC) verificou-se a tomada do perímetro da cintura, com uma fita métrica flexível e inelástica com extensão de 2m dividida em centímetros e subdividida em milímetros. A medida da circunferência da cintura foi obtida durante expiração normal tendo como ponto de referência o ponto médio entre margem da última costela e a crista ilíaca.



FOTOGRAFIA 5: Medida de circunferência da cintura.

Circunferência do Quadril (CQ)

A circunferência do quadril foi obtida com uma fita flexível e inelástica com extensão de 2m, dividida em centímetros e subdividida em milímetros passando pelo ponto mais largo do quadril e pelos trocânteres maiores do fêmur.



FOTOGRAFIA 6: Medida de circunferência do quadril.

Relação Cintura e Quadril (RCQ)

A relação cintura/quadril foi obtida a partir da divisão da circunferência da cintura (medida em cm) pelo quadril (medida em cm).

$$RCQ = \frac{\text{Circunferência da cintura (cm)}}{\text{Circunferência do quadril (cm)}}$$

Índice de Conicidade (índice C)

O índice de conicidade (índice C) é uma medida antropométrica com potencial para prognosticar a distribuição de gordura corporal e risco de doença. É baseado na idéia que o corpo humano muda o formato de um cilindro para de um "cone duplo", com o acúmulo de

gordura ao redor da cintura. Este índice foi calculado a partir das medidas de circunferência da cintura, peso e estatura, conforme fórmula proposta por VALDEZ (1991):

$$\text{Índice de Conicidade} = \frac{\text{Circunferência da cintura (m)}}{0,109 \sqrt{\text{peso (kgf)/estatura (m)}}$$

Relação Cintura/ Estatura (RCE)

A relação cintura/estatura (RCE) foi calculada dividindo-se a circunferência da cintura (cm), pela medida da estatura (cm) de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{RCE} = \frac{\text{Circunferência da cintura (cm)}}{\text{Estatura (cm)}}$$

Bioimpedância elétrica(BIA)

Para avaliação das variáveis da bioimpedância foi utilizado o equipamento de bioimpedância elétrica tetrapolar horizontal marca *Bodystat, modelo Quadscan 4000*, que fornece informações sobre as variáveis: % gordura corporal, % massa magra, % volume total de água, quantidade gordura (kgf), massa magra (músculo, osso e água) (kgf), massa magra (músculo, osso) (kgf). Todas as avaliações foram realizadas somente no período da manhã, onde o indivíduo foi posicionado sobre uma superfície não condutora, na posição supina, com braços e pernas abduzidos, sem que as partes do corpo se toquem. Antes da colocação dos eletrodos, as áreas de contato foram limpas com algodão embebido em álcool para retirada do excesso de oleosidade da pele.

Os quatro eletrodos emissores auto-adesivantes foram colocados na mão e no pé direito, para evitar que a corrente de baixa voltagem passe do lado do corpo que o coração está situado. Na região da mão foram colocados 2 eletrodos emissores, onde cada um possuía uma cor específica (vermelha ou preta). O eletrodo de cor vermelha foi colocado próximo à articulação metacarpofalangeana da superfície dorsal da mão direita e outro eletrodo de cor preta foi colocado entre as proeminências distais do rádio e da ulna do punho direito. Os outros 2 eletrodos foram posicionados na superfície dorsal do pé direito, onde um eletrodo vermelho foi colocado na região metatarsofalangeana e o eletrodo preto posicionado entre os

maléolos medial e lateral do tornozelo direito, de acordo com as normas estabelecidas pelo manual do fabricante.

Todos os participantes do estudo foram orientados a seguir procedimentos prévios, sem os quais os resultados poderiam ser comprometidos. (Quadro 3)

QUADRO 3: Recomendações para realização da bioimpedância elétrica de acordo com o fabricante equipamento marca *Bodystat, modelo Quadscan 4000*.

RECOMENDAÇÕES
1) Não comer ou ingerir líquidos 4 a 5 horas antes do teste.
2) Não realizar exercícios físicos extenuantes nas 12 horas antecedentes ao teste.
3) Não ingerir álcool ou cafeína antes da realização do teste.
4) Retirada objetos metálicos antes da realização do teste.



FOTOGRAFIA 7: Colocação dos eletrodos para avaliação da bioimpedância e fotografia do equipamento utilizado.

As referências de percentual de gordura corporal para população “normal” de acordo com o fabricante *Bodystat, modelo Quadscan 4000* estão listadas no quadro 4 e foram

determinadas a partir da dedução do % gordura para 100% do peso corporal. Entretanto, Lohman (1988) propõe para o %GC, um ponto de corte de 20% para o sexo masculino e de 25 % para meninas. Valores acima destes pontos são considerados como excesso de gordura corporal.

QUADRO 4: Referências de percentual de gordura corporal para população “normal” de acordo com o fabricante *Bodystat, modelo Quadscan 4000*.

Idade	Masculino		Feminino	
	Baixo %	Alto%	Baixo %	Alto%
1 a 4	16	20	15	19
5 a 9	12	15	15	19
10 a 17	12	18	18	25
18 a 30	12	18	20	26
31 a 40	13	19	21	27
41 a 50	14	20	22	28
51 a 60	16	20	22	30
61 acima	17	21	22	21

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COLE, T.J.; BELLIZZI, M.C.; FLEGAL, K.M.; DIETZ, W.H. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. **British Medical Journal**, v. 320, n. 7244, p. 1240-1243, 2000.

HEYWARD, V.H.; STOLARCZYL, L.M. **Avaliação da composição corporal**. São Paulo: Editora Manole; 2000 243p.

JELLIFFE DB. **Evolución del estado de nutrición de la comunidad**. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1968.

LOHMAN, T.G.; ROCHE, A.F.; MARTORELLI, R. Anthropometric Standardization Reference Manual. Illinois: **Human Kinetics Books**, 1988.

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

VALDEZ, R. A simple model-based index of abdominal adiposity. **Journal Clinical Epidemiology**, v.44, n.9 p.955-6, 1991.

5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

As informações coletadas foram digitadas em um banco de dados desenvolvido no Excel®. Foram utilizados para as análises estatísticas os softwares SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 14.0 e o programa Minitab (*Minitab Statistical Software*) versão 15.

Os resultados descritivos foram obtidos utilizando frequências e porcentagens para as características das diversas variáveis categóricas e da obtenção de medidas de tendência central (média e mediana) e medidas de dispersão (desvio-padrão) para as variáveis quantitativas. Foram inseridas no estudo as informações de 89 voluntários.

Todas as variáveis foram testadas quanto a sua normalidade pelo teste de *Kolmogorov-Smirnov*. Foram aplicados testes paramétricos e testes não paramétricos de acordo com a distribuição das variáveis, e as análises incluíram estatística descritiva e análise de correlação.

Para avaliação das correlações entre a variável do percentual de gordura corporal por bioimpedância tetrapolar e as variáveis antropométricas e de composição corporal utilizou-se os testes de correlação de *Person* e *Spearman*.

O teste t de *Student* foi utilizado para comparação entre as médias de grupos independentes com distribuição paramétrica e o teste *Mann-Whitney* para as amostras com distribuição não paramétrica.

Para seleção do modelo melhor de regressão linear foram utilizados dois métodos de seleção automática *Best Subsets* e *Stepwise Backward*.

Finalmente foi realizada análise de resíduos para verificar as suposições (normalidade dos resíduos, variância constante dos resíduos e independência dos resíduos) para ajuste do modelo de regressão. O Teste de normalidade *Ryan-Joiner*, similar ao Teste *Shapiro-Wilk* foi utilizado para verificar a normalidade dos resíduos, respeitando um valor de $p > 0,10$ o que indica que a distribuição do resíduo é normal.

6. ASPÉCTOS ÉTICOS

O presente estudo foi aprovado pela Câmara Departamental da Faculdade de Medicina-UFMG e pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais, segundo as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. O projeto faz parte do estudo “*Avaliação do impacto de um programa de atividade física na concentração plasmática de adipocitocinas em crianças obesas e com sobrepeso de escolas públicas dos municípios de Ouro Preto e Barbacena*” MG”, aprovado previamente pelo COEP/UFMG (ANEXO 2). Obtiveram-se os termos de consentimento livre e esclarecido (TCLE) dos responsáveis pelas crianças do estudo (APÊNDICE 1). Obteve-se uma carta de anuência à Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais para realização do estudo (ANEXO 3).

7. RESULTADOS

7.1 ARTIGO I - Aspectos epidemiológicos e fatores fisiológicos associados ao sobrepeso e obesidade em crianças

Resumo

Objetivo: Apresentar uma revisão da literatura sobre os aspectos epidemiológicos e fatores fisiológicos associados ao sobrepeso e obesidade em crianças.

Fonte dos dados: Foi realizada uma busca de artigos publicados em língua portuguesa, espanhola e inglesa, encontrados nas bases de dados (Pubmed, Scielo, LILACS e MEDLINE), utilizou-se os descritores da saúde: “ adipocitos ”, “ antropometria ”, “ comorbidade ”, “ controle ”, “ criança ”, “ doenças cardiovasculares”, “ estudos transversais ”, “ fatores de risco ”, “ hábitos alimentares ”, “ hipertensão ”, “ índice de massa corporal ”, “ inquéritos nutricionais ”, “ leptina ”, “ obesidade ”, “ osteoartrite ”, “ peso corporal ”, “ pré-escolar ”, “ pressão arterial ”, “ prevalência ”, “ prevenção ”, “ resistência insulina ”, “ síndrome metabólica ”, “ sobrepeso ”, “ tecido adiposo”. Foram selecionados artigos publicados entre 1983 e 2009 referentes ao tema.

Síntese dos dados: Através dos estudos utilizados nesta revisão constatou-se relevantes prevalências de obesidade nos diferentes locais do mundo. Na maior parte dos estudos observou-se maiores taxas de prevalência de sobrepeso e obesidade para crianças do sexo feminino quando comparadas com o masculino. No Brasil, crescem as prevalências de obesidade e sobrepeso nos diferentes estados, chamando-se atenção as maiores prevalências de sobrepeso quando comparadas com obesidade. Além disso, diversos fatores associados à obesidade e sobrepeso foram encontrados no presente estudo, tais como: hipertensão, dislipidemia, diabetes, síndrome metabólica, osteoartrose e câncer.

Conclusões: Diante deste estudo diferentes prevalências de obesidade e sobrepeso em crianças foram observadas na América do Sul, América do Norte, Europa e Oriente Médio. Na maioria dos estudos incluídos nesta revisão as taxas de prevalência de sobrepeso e obesidade foram maiores em crianças do sexo feminino quando comparadas com crianças do sexo masculino. Tendo em vista os inúmeros fatores associados à obesidade e sobrepeso, ressalta-se a importância de estudos voltados à prevenção e ao controle da obesidade e sobrepeso em crianças.

Palavras-chave: criança, obesidade, sobrepeso, fatores de risco, prevalência.

Epidemiological aspects and physiological factors associated with overweight and obesity in children

Abstract

Objective: To review the literature on the epidemiology and physiological factors associated with overweight and obesity in children.

Sources: A search of articles published in portuguese, spanish and english, found in the databases (Pubmed, SciELO, LILACS and MEDLINE) and were used as descriptors of health: "adipocytes", "anthropometry", "morbidity," control ", " child ", " cardiovascular disease ", " cross-sectional studies ", " risk factors, ", " food habits", " hypertension, "" body mass index ", " nutritional surveys, "leptin", "obesity ", " osteoarthritis ", " body weight ", " preschool ", " pressure ", " prevalence ", " prevent ", " insulin resistance ", " metabolic syndrome ", " overweight " and " adipose tissue ". Studies published between 1983 and 2009 on the theme, were selected.

Data synthesis: Through the studies used in this review was found in relevant prevalence of obesity in different parts of the world. In most studies observed higher prevalence rates for children in girls when compared with boys. In Brazil, the growing prevalence of obesity and overweight in different states, we call attention to the high prevalence of overweight compared with obesity. Besides that, several factors associated with obesity and overweight were found in this study, such as: hypertension, dyslipidemia, diabetes, metabolic syndrome, osteoarthritis and cancer.

Conclusions: By this study different prevalences of obesity and overweight were observed in children in South America, North America, Europe and the Middle East. In the most studies included in this review the prevalence rates of overweight and obesity were higher in girls compared with boys. Given the many factors associated with obesity and overweight, the study highlights the importance of research to prevention and control of obesity and overweight in children.

Key-words: children, obesity, overweight, risk factors, prevalence.

Introdução

A obesidade é definida como uma condição de acúmulo anormal ou excessivo de gordura no organismo, que por sua vez pode ocasionar prejuízo à saúde do indivíduo¹. Evidências demonstram que a obesidade e o sobrepeso na infância têm aumentado ao longo das últimas duas décadas em várias partes do mundo²⁻¹⁰. A obesidade é considerada uma doença multifatorial e seu desenvolvimento ocorre devido múltiplas interações entre genes e o ambiente¹¹.

Pesquisadores consideram que a etiologia da obesidade não é de fácil identificação, pois além de ser uma doença multifatorial, ou seja, resultante de uma complexa interação entre fatores comportamentais, culturais, genéticos, fisiológicos e psicológicos, a obesidade pode ser classificada em dois contextos: 1) por determinação genética ou fatores endócrinos e metabólicos; 2) influenciados por fatores externos, sejam eles de origem dietética, comportamental ou ambiental. Alguns autores acreditam que os fatores externos são mais relevantes na incidência de obesidade do que os fatores genéticos¹²⁻¹⁴. Em contrapartida, LAMOUNIER *et al.* (2005)¹⁵, afirmam que o fator genético na obesidade é o primordial-significa que a predisposição para engordar é uma tendência genética que o indivíduo carrega consigo por toda a vida, uma vez que é clara a correlação de filhos obesos com mãe, pai ou irmãos obesos. No que se refere ao meio ambiente, LAMOUNIER *et al.* (2005)¹⁵ ressaltam que o mesmo permite ou condiciona a ingestão excessiva e o baixo gasto energético.

A obesidade é considerada uma das condições mais estigmatizantes e de menor aceitação social na infância. Crianças e adolescentes obesos apresentam pior qualidade de vida quando comparadas com indivíduos saudáveis da mesma idade¹⁶. Além disso, são pessoas que cursam um menor número de anos na escola, que têm menor chance de serem aceitas nas escolas e, posteriormente, em empregos mais concorridos¹⁷.

Crianças obesas, em relação às normais, caracterizam-se por apresentarem maior agressividade, apetite, interesse pela sexualidade, ansiedade, tendência à depressão, piores relações interpessoais, acentuado desequilíbrio afetivo e débil tolerância às frustrações. A maioria dessas características são mais nítidas em meninos obesos do que em meninas obesas, que mostram mais tolerantes às agressões do meio¹⁵. As crianças obesas apresentam um grau de auto-estima muito inferior ao das não-obesas. Este índice correlaciona diretamente com a sua imagem corporal. Aqueles como maior auto-estima têm melhor adaptação social,

enquanto aquelas com baixo nível de auto-estima tendem a síndromes depressivas¹⁵.

Tendo em vista a importância do tema e os danos trazidos pelo sobrepeso e a obesidade, o presente estudo tem como objetivo apresentar uma revisão da literatura abordando os aspectos epidemiológicos e fatores fisiológicos associados ao sobrepeso e obesidade em crianças. A primeira parte deste artigo é dedicada aos aspectos epidemiológicos da obesidade, com especial atenção para as prevalências de obesidade e sobrepeso nos diferentes locais do mundo. Num segundo momento, são considerados alguns fatores fisiológicos associados ao excesso de peso.

Metodologia

Trata-se de um estudo de revisão narrativa da literatura, onde foram incluídos artigos publicados em língua portuguesa, espanhola e inglesa, encontrados nas bases de dados **Pubmed** (*National Library of Medicine's – NLM*), **Scielo** (*Scientific Electronic Library Online*), **LILACS** (*Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde- Interface BVS*) e **MEDLINE** (*Literatura Internacional em Ciências da Saúde- Interface BVS*). Para as bases de dados vinculadas à Biblioteca Virtual da Saúde (BVS) foram utilizados os seguintes descritores da saúde: “ adipocitos ”, “ antropometria ”, “ comorbidade ”, “ controle ”, “ criança ”, “ doenças cardiovasculares ”, “ estudos transversais ”, “ fatores de risco ”, “ hábitos alimentares ”, “ hipertensão ”, “ índice de massa corporal ”, “ inquéritos nutricionais ”, “ leptina ”, “ obesidade ”, “ osteoartrite ”, “ peso corporal ”, “ pré-escolar ”, “ pressão arterial ”, “ prevalência ”, “ prevenção ”, “ resistência insulina ”, “ síndrome metabólica ”, “ sobrepeso ”, “ tecido adiposo”. Já as buscas realizadas na base de dados da **Pubmed** foram utilizados os descritores mencionados anteriormente na língua inglesa. Nesta revisão utilizaram-se os descritores de forma isolada ou através de combinações entre os termos. Selecionaram-se artigos publicados entre 1983 e 2009 referentes ao tema, considerando a relevância e o valor informativo para elaboração deste estudo. Foram também incluídos publicações em livros de Pediatria e Nutrição. Um total de 75 publicações foram utilizadas no presente artigo.

Aspectos epidemiológicos do sobrepeso e obesidade

Atualmente, é um consenso na literatura que a obesidade infantil vem aumentando de forma significativa e que ela determina várias complicações na infância e na idade adulta¹⁸. Dados revelam que aproximadamente 1,2 bilhões de pessoas no mundo são sobrepeso e pelo menos 300 milhões são obesas¹⁹. A obesidade é considerada um distúrbio crônico em expansão, com prevalência crescente em todas as faixas etárias, tanto em países desenvolvidos quanto aqueles em desenvolvimento, sendo considerada um problema de saúde pública e por alguns autores uma epidemia mundial²⁰⁻²³.

Na Europa e em outros países com economia estabelecida, estima-se que a média de obesidade seja de 15-20% da população. Em 1995 a obesidade na Europa foi estimada em 10-20% para homens e 15-25% para as mulheres²⁴.

A obesidade infantil atingiu níveis epidêmicos em países desenvolvidos. Nos Estados Unidos 25% das crianças são sobrepeso e 11% são obesas²⁵. Mais especificamente, tem sido mostrado que 69% das crianças entre as idades 6 a 10 anos com índice massa corporal (IMC) superior ao percentil 95th podem continuar obesas em sua vida adulta²⁶ e cerca de 70% dos adolescentes obesos tornam-se adultos obesos²⁶⁻²⁸.

Em um estudo de coorte com objetivo de avaliar a prevalência de sobrepeso e obesidade pré-escolares na Grécia, foram encontrados valores de 16,0 % sobrepeso para sexo masculino e 15,5 de sobrepeso para sexo feminino de acordo com a classificação da *Centers for Disease Control* (CDC, 2000), para um total de 2374 crianças com idade entre 1 a 5 anos respectivamente²⁹.

De acordo WHELTON *et al.* (2007)³⁰, a prevalência global de sobrepeso e obesidade na República Irlanda foi maior entre as meninas do que em meninos (28% sobrepeso e 7% obesidade para sexo feminino e 23% sobrepeso e 6% de obesidade para sexo masculino), situação que também foi encontrada na Irlanda do Norte com (25% de sobrepeso e 7% obesidade para sexo feminino e 23% sobrepeso e 5% obesidade para masculino). Além disso, WHELTON *et al.* (2007)³⁰ relataram que a prevalência de sobrepeso foi mais comum aos 13 anos de idade no sexo feminino 32% e a obesidade predominou em meninas de 7 anos com valores de 11% para a República da Irlanda. Já na Irlanda do Norte as maiores prevalências de sobrepeso e obesidade foram encontradas no sexo feminino, aos 11 anos (33%) e aos 8 anos (13%), respectivamente.

No Oriente Médio El-BAYOUMY *et al.* (2009)³¹, através de uma amostra aleatória estratificada de 5402 crianças de ambos os sexos (2657 masculino e 2745 feminino), representantes 12,7% do número dos escolares entre 10 e 14 anos durante ano de 2005-2006, observaram prevalências de 30,7% sobrepeso e 14,7% de obesidade. Já nos Emirados Árabes, a prevalência estimada de sobrepeso e obesidade para crianças de 5 a 14 anos, foram de 21,5% de sobrepeso e 13,7% obesidade, com predominância maior no sexo feminino de 22,9% quando comparados com o sexo masculino com valores de 20,2%, respectivamente ³².

Nos Estados Unidos, um recente estudo realizado por ANDERSON *et.al.*(2009)³³ avaliando a prevalência de obesidade em diferentes grupos étnicos, demonstrou diferenças estatisticamente significativas para obesidade entre os diferentes grupos no quais: 31,2% índios americanos/nativos do Alasca; hispânicos 22,0%; negros não-hispânicos 20,8%; brancos não hispânicos 15,9% e 12,8% asiáticos, para uma amostra de 8550 crianças com média de 52,3 meses de idade.

Em países da America do Sul as prevalências de obesidade e sobrepeso são diversificadas. No Uruguai as prevalências de sobrepeso e obesidade em crianças de 9 a 12 anos totalizaram 26%, sendo 17% sobrepeso e 9% obesidade³⁴. Na Argentina, em um estudo realizado com 3931 escolares com idade média de 8,2 anos, observou-se uma prevalência de 8,3% de obesidade e 14,1 de sobrepeso ³⁵. No Chile, em um estudo conduzido por KAIN *et al.* (2007)³⁶, a prevalência de obesidade variou entre 11% e 13,6% em crianças com 2 anos de idade e valores entre 17% a 20% em crianças de 3 e 4 anos de idade.

No Brasil, ao mesmo tempo em que declina a ocorrência da desnutrição em crianças e adultos, num ritmo bem acelerado aumentam as prevalências de sobrepeso e obesidade. A projeção dos resultados de estudos efetuados nas últimas três décadas é indicativa de um comportamento claramente epidêmico do problema. Estabelece dessa forma, um antagonismo de tendências temporais entre desnutrição e obesidade, definindo uma das características marcantes do processo de transição nutricional do país ³⁷. Neste contexto, chama-se atenção para as prevalências de obesidade e sobrepeso nos diversos subgrupos populacionais no Brasil, como representados na tabela 1:

Tabela-1 Estudos de prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes no Brasil.

Autor (ano)	Local (País)	Faixa etária	Amostra	Critério Utilizado	Resultados
Monteiro <i>et al.</i> , (2000) ³⁸	São Paulo, SP (Brasil)	0 a 59 meses de idade	1973/74: 756 1984/85: 999 1995/96: 1266	Índice peso/altura e <i>score Z</i> *	1973/74-Obesidade: 3,2% 1984/85-Obesidade: 4,0% 1995/96-Obesidade: 3,8%
Balaban <i>et al.</i> , (2001) ³⁹	Recife, PE (Brasil)	Crianças /adolescentes	762	IMC †	Sobrepeso: Alta renda: 34,3% Baixa renda: 8,7% Obesidade: Alta renda: 15,1% Baixa renda: 4,4%
Abrantes <i>et al.</i> , (2002) ⁴⁰	Sudeste e Nordeste (Brasil)	Crianças/ adolescentes	7260	IMC †	Obesidade: Sexo fem: 10,3% Sexo masc: 9,2%
Anjos <i>et al.</i> , (2003) ⁴¹	Rio de Janeiro, RJ (Brasil)	< 10 anos	3387	IOTF ‡	Obesidade: 5%
Leão <i>et al.</i> , (2003) ⁴²	Salvador, BA (Brasil)	5 a 10 anos	387	IMC †	Obesidade: Esc. pública: 8% Esc. privada: 30%
Soar <i>et al.</i> , (2004) ⁴³	Florianópolis, SC (Brasil)	7 a 10 anos	419	IMC †	Sobrepeso: 17,9% Obesidade: 6,7%
Assis <i>et al.</i> , (2006) ⁴⁴	Florianópolis, SC (Brasil)	7 a 9 anos	2232	IMC †	Sobrepeso: 19,9%
Costa <i>et al.</i> , (2006) ⁴⁵	Santos, SP (Brasil)	7 a 10 anos	10.822	CDC (2000) ††	Obesidade em escolas públicas e particulares: 18% Sobrepeso em escolas públicas e particulares: 15,7
Brasil <i>et al.</i> , (2007) ⁴⁶	Natal, RN (Brasil)	6 a 11 anos	1927	IMC †	Excesso peso (IMC ≥ percentil 85): 33,6% Sobrepeso (IMC ≥ percentil 95): 22,6%
Campos <i>et al.</i> , (2007) ⁴⁷	Fortaleza, CE (Brasil)	10-19 anos	1158	IMC †	Obesidade e Sobrepeso: 19,5% Esc.Privadas: 23,9% Esc. Públicas: 18,0%
Suné <i>et al.</i> , (2007) ⁴⁸	Capão da Canoa, RS (Brasil)	11 a 13 anos	885	IMC †	Sobrepeso: 21,3% Obesidade: 3,5%
Freitas <i>et al.</i> , (2007) ⁴⁹	Ouro Preto, MG (Brasil)	6 a 9 anos	1019	IMC †	Sobrepeso: 8,6% Obesidade: 3%
Fagundes <i>et al.</i> , (2008) ⁵⁰	Região de Parelheiros, SP (Brasil)	6 a 14 anos	218	índice peso/altura e <i>score Z</i> *	Sobrepeso: 16,5 Obesidade: 14,7
Ricardo, <i>et al.</i> , (2009) ⁵¹	Oito cidades da região Oeste, centro e litoral, SC (Brasil)	6 a 10 anos	4964	IMC †	Sobrepeso: 15,4% Obesidade: 6,0%

Legenda: * Foram utilizadas como padrão de referência as curvas do National Center for Health Statistics (NCHS) de 1978.; † IMC = índice de massa corporal; ‡ IOTF = International Obesity Task Force; †† CDC (2000) Centers for Disease Control and Prevention; mas.= masculino, fem. = feminino.

Fatores fisiológicos associados ao sobrepeso e obesidade

Durante muito tempo o tecido adiposo foi considerado um depósito inativo de gordura. Atualmente, o tecido adiposo tem sido cada vez mais reconhecido como um tecido ativo, pois está diretamente envolvido com o controle do peso corporal e o balanço energético através da secreção de grande quantidade de moléculas com potencial regulador (adipocinas) tais como: leptina, adiponectina, resistina, interleucina-6, fator de necrose tumoral e ativador do inibidor-1 do plasminogênio⁵². A identificação destes fatores secretores aumentou o conhecimento sobre os mecanismos biológicos relacionados com o excesso de gordura corporal, distúrbios metabólicos, diabetes mellitos, doenças cardiovasculares⁵³.

A obesidade destaca-se como um dos maiores problemas de saúde com efeitos médicos e psicossociais importantes⁵⁴. Sabe-se que a obesidade pode iniciar em qualquer idade, desencadeada por fatores como o desmame precoce, a introdução inadequada de alimentos, distúrbios do comportamento alimentar e da relação familiar, especialmente nos períodos de aceleração do crescimento⁵⁵.

Pesquisadores têm encontrado associações consistentes entre sobrepeso e obesidade e o aumento morbidade e mortalidade envolvendo nove sistemas do corpo, muitos dos quais são interdependentes⁵⁶. O sobrepeso e a obesidade têm sido relacionados a doenças cardiovasculares, hipertensão, dislipidemia, síndrome metabólica, osteoartrose, apnéia do sono e certas formas de câncer^{57,58}.

Dados da literatura demonstram que o peso corporal apresenta uma correlação positiva com desenvolvimento de doença cardíaca congestiva^{59,60}. Segundo MUNTNER *et al.* (2004)⁶¹, os altos índices de pressão arterial identificados na infância entre os anos de 1988 e 2000 foram atribuídos parcialmente ao aumento de peso e obesidade. Crianças obesas têm valores de pressão arterial significativamente maiores do que crianças eutróficas, assim sendo, apresentam 10 vezes mais chance de terem elevados índices de pressão arterial sistólica e diastólica do que crianças eutróficas⁶².

Em estudo conduzido por URBANOVA *et al.* (2004)⁶³, avaliando a associação entre obesidade e hipertensão em 7427 crianças, foi observado que a hipertensão associada a obesidade estava presente em 70 % das crianças, sugerindo que a prevenção e o tratamento da obesidade pode desempenhar um papel importante na prevenção e tratamento da hipertensão em crianças.

Dados revelam que o excesso de peso corporal está associado a elevados níveis de colesterol total, altos níveis de lipoproteína de baixa densidade (LDL), baixos níveis de lipoproteína de alta densidade (HDL) e elevados níveis de triglicérides sanguíneos ⁶⁴. Segundo KATZMARZYK *et al.* (2003)⁶⁵, em estudo conduzido com crianças e adolescentes, observaram que os indivíduos com sobrepeso apresentavam de 1,6 a 9,1 vezes mais chances de apresentarem fatores de risco de doenças cardiovasculares, como hipertensão arterial, elevados níveis de colesterol total, LDL-colesterol, triglicérides, glicose e reduzidos níveis de HDL-colesterol, quando comparados com os participantes eutróficos.

A resistência à ação da insulina no tecido e os níveis elevados de insulina plasmática em jejum, alterações bastante frequentes em indivíduos obesos, parecem ser os primeiros sinais para o desenvolvimento do diabetes mellitus tipo 2. Nos indivíduos obesos, parece que nos estágios iniciais da doença, devido à resistência à insulina, as células β pancreáticas aumentam a produção e a secreção de insulina como mecanismo compensatório, enquanto a tolerância à glicose permanece normal. Este estado permanece durante algum tempo, até que se observa um declínio na secreção de insulina e, conseqüentemente, uma diminuição da tolerância à glicose, ocorrendo então um aumento da produção endógena e na concentração de glicose no sangue, principalmente, no estágio tardio do desenvolvimento do diabetes mellitus tipo 2 ⁶⁶. Assim, o aumento da incidência de obesidade parece explicar a marcante alteração do diabetes mellitus não insulino-dependente, recentemente observado em pacientes pediátricos ⁶⁷.

A síndrome metabólica (SMET) consiste em um conjunto de alterações que envolvem um aumento da adiposidade visceral, hipertensão, intolerância à glicose e dislipidemia ⁶⁸. Até recentemente, a agregação desses fatores de risco metabólicos só haviam sido relatados em adultos, entretanto, a coexistência dos múltiplos fatores de risco para síndrome metabólica tem sido observados em crianças, provavelmente motivado pelo aumento da prevalência de obesidade ⁶⁹. Segundo EKELUND *et al.* (2009)⁷⁰, em estudo multicêntrico realizado na Dinamarca, Estônia e Portugal, onde foram incluídos um total de 3193 voluntários de ambos os sexos, sendo 1604 crianças (788 garotos e 816 garotas) e 1589 jovens com idade de 15 anos (748 garotos e 841 garotas), observou-se uma prevalência de SMET de 0,2% e 1,4% nos voluntários de 10 e 15 anos de idade respectivamente, demonstrando as importantes implicações da síndrome metabólica para saúde.

Segundo MAGLIANO (2008)⁷¹, a osteoartrose (OA) é a forma mais comum de artrite, que afeta comumente quadril, joelhos e mãos. Hoje, é bem aceito que a obesidade constitui um

fator de risco para osteoartrose, particularmente para joelho, uma vez que o excesso de tecido adiposo produz fatores humorais que alteram o metabolismo da cartilagem articular. Atualmente tem sido postulado que a leptina pode ser o link entre as anormalidades metabólicas na obesidade e o aumento do risco da osteoartrose, sugerindo que futuras pesquisas sobre o papel das adipocinas na patogênese da osteoartrose.

A incidência de câncer esta aumentando significativamente em pacientes obesos especialmente em mulheres obesas⁷². Em um estudo prospectivo de base populacional, sobre obesidade e risco câncer, WOLK *et al.* (2001)⁷³, relataram um aumento do risco de câncer de intestino delgado, cólon, pâncreas, parênquima renal, bexiga, cérvix uterina, endométrio, ovários, cérebro e tecidos conectivos.

Tendo em vista os inúmeros fatores associados à presença da obesidade, torna-se importante a identificação e o manejo precoce do excesso de peso nas crianças, uma vez que está bem documentado que a obesidade infantil pode constituir para inúmeros fatores de risco e co-morbidades na vida adulta^{74,75}.

Considerações finais

Por meio desta revisão, foi possível observar as diferentes prevalências de obesidade e sobrepeso em crianças na América do Sul, América do Norte, Europa e Oriente Médio. Na maioria dos estudos incluídos nesta revisão as taxas de prevalência de sobrepeso e obesidade eram maiores em crianças do sexo feminino quando comparadas com crianças do sexo masculino. Tendo em vista os inúmeros fatores associados à obesidade e sobrepeso, ressalta-se a importância de estudos voltados à prevenção e ao controle da obesidade e sobrepeso em crianças. Além disso, por ser uma doença multifatorial, acreditamos que um bom caminho para o combate e prevenção da obesidade e do sobrepeso, seria através integração de equipes multidisciplinares nos serviços de saúde, bem como elaboração de propostas capazes de integrar a reestruturação de praticas cotidianas de saúde e a implementação de programas voltados à atividades física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- WORLD HEALTH ORGANIZATION (2000). Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Geneva: World Health Organization Report of WHO Consultation. [WHO Technical Report, series,894]
- 2- FRYE C, HEINRICH J. Trends and predictors of overweight and obesity in East German children. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2003; 27: 963–9.
- 3- REILLY JJ, DOROSTY AR. Epidemic of obesity in UK children. *Lancet.* 1999; 354: 1874–5.
- 4- OGDEN CL, FLEGAL KM, CARROLL ML, JOHNSON CL. Prevalence and trends in overweight among US children and adolescents, 1999–2000. *JAMA.* 2002; 288:1728–32.
- 5- MAGAREY A, DANIELS L, BOULTON T. Prevalence of overweight and obesity in Australian children and adolescents: reassessment of 1985 and 1995 data against new standard international definitions. *Med J Aust.* 2001; 174:561–4.
- 6- MARTORELL R, KHAN KL, HUGHES ML, GRUMMER-STRAWN LM. Overweight and obesity in preschool children from developing countries *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000; 24:959–67.
- 7- BUNDRED P, KITCHINER D, BUCHAN I. Prevalence of overweight and obese children between 1989 and 1998: population based series of cross sectional studies. *BMJ.* 2001; 322: 1–4.
- 8- MORENO LA, SARRIA A, FLETA J, RODRIGUEZ G, BUENO M. Trends in body mass index and overweight prevalence among children and adolescents in the region of Aragon (Spain) from 1985 to 1995. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000; 24: 925–31.
- 9- O’LOUGHLIN J, PARADIS G, MESHEFEDJIAN G, GRAY-DONALD K. A five-year trend of increasing obesity among elementary schoolchildren in multiethnic, low-income, inner-city neighborhoods in Montreal, Canada. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2000; 24: 1176–82.
- 10- ROLLAND-CACHERA MF, CASTETBON K, ARNAULT N, BELLISLE F, ROMANO MC, LEHINGUE Y *et al.* Body mass index in 7–9-y-old

- French children frequency of obesity, overweight and thinness. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2002; 26: 1610–16.
- 11- MAFFEIS C. Aetiology of overweight and obesity in children and adolescents. *Eur J Pediatr.* 2000; 159: 35–44.
- 12- BOUCHARD C. Atividade física e obesidade. São Paulo: Manole; 2000.
- 13- ACSM'S Guidelines for exercise testing and prescription. 6th edition Lippincot Williamms & Wilkins, Baltimore, USA; 2000.
- 14- NOBREGA FJ. Distúrbios da nutrição: Na infância e na adolescência. Rio de Janeiro: Revinter; 1998.
- 15- LAMOUNIER JÁ, CHAGAS AJ das, VIEIRA EC. Obesidade. In: LEÃO E, CORREA E, MOTA JAC, VIANA BV. *Pediatria ambulatorial.* Belo Horizonte: COOPMED; 2005 p. 342-51.
- 16- SCHWIMMER JB, BURWINKLE TM, VARNI JW. Health related quality of life of severely obese children and adolescents. *JAMA.* 2003; 289: 1813-9.
- 17- MOORE ME, STUNKARD A, SROLE L. Obesity, Social Class, and Mental Illness. *Obes Res.* 1997; 5:503-8.
- 18- MELLO ED de, LUFT VC, MEYER F. Obesidade infantil: como podemos ser eficazes? *J. Pediatr. (Rio J.).* 2004; 80:173-82.
- 19- WILBORN C, BECKHAM J, CAMPBELL B, HARVEY T, GALBREATH M, LA BOUNTY P *et al.* Obesity: Prevalence, Theories, Medical Consequences, Management, and Research Directions. *J Int Soc Sports Nutr.* 2005; 2: 4-31.
- 20- FLORENCIO TMMT, FERREIRA HS, FRANÇA APT de, CAVALCANTE JC, SAWAYA ML. Obesity and undernutrition in a very-low-income population in the city of Maceió, northeastern Brazil. *Br J Nutr.* 2001; 86: 277-84.
- 21- STETTLER N. Comment: the global epidemic of childhood obesity: is there a role for the paediatrician? *Obes Rev.* 2004; 5:1-3.
- 22- REILLY JJ, WILSON ML, SUMMERBELL CD, WILSON DC. Obesity: diagnosis, prevention, and treatment; evidence based answers to common questions. *Arch Dis Child.* 2002; 86:392–4.
- 23- GIGANTE DP, COSTA JSD, OLINTO MTA, MENEZES AMB,

- MACEDO S. Adult obesity in Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil, and the association with socioeconomic status *Cad Saude Publica*. 2006; 22:1873-9.
- 24- SEIDELL JC, FLEGAL KM. Assessing obesity: classification and epidemiology. *BMB*.1997; 53: 238-52.
- 25- DEHGHAN M, AKHTAR-DANESH N, MERCHANT A.T. Childhood obesity, prevalence and prevention. *Nutrition Journal*, 2005; 4:1-8.
- 26- WHITAKER RC, WRIGHT JA, PEPE MS, SEIDEL KD, DIETZ WH. Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *N Engl J Med*.1997; 337:869-73.
- 27- NICKLAS TA, BARANOWSKI T, CULLEN KW, BERENSON G. Eating Patterns, Dietary Quality and Obesity. *J Am Coll Nutr*. 2001; 20:599-608.
- 28- PARSONS TJ, POWER C, LOGAN S, SUMMERBELL CD. Childhood predictors of adult obesity: a systematic review. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1999; 23:S1-S107.
- 29- MANIOS Y, COSTARELLI V, KOLOTOUROU M, KONDAKIS K, TZAVARA C, MOSCHONIS G. Prevalence of obesity in preschool Greek children, in relation to parental characteristics and region of residence. *BMC Public Health*.2007; 7:178.
- 30- WHELTON H, HARRINGTON J, CROWLEY E, KELLEHER V, CRONIN M, PERRY IJ. Prevalence of overweight and obesity on the island of Ireland: results from the North South Survey of Children's Height, Weight and Body Mass Index, 2002. *BMC Public Health*, 2007; 7:187.
- 31- EL-BAYOUMY I, SHADY I, LOTFY H. Prevalence of obesity among adolescents (10 to 14 years) in Kuwait. *Asia Pac J Public Health*. 2009; 21:153-9.
- 32- MALIK M, BAKIR A. Prevalence of overweight and obesity among children in the United Arab Emirates. *Obes Rev*.2007; 8:15–20.
- 33- ANDERSON SE, WHITAKER RC. Prevalence of Obesity Among US Preschool Children in Different Racial and Ethnic Groups. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2009;163:344-8.
- 34- PISABARRO R, KAUFMANN P. Prevalence of obesity in Uruguay. *Obes Rev*. 2004; 5:175–6.

- 35- POLETTI OHC, BARRIOS LM. Sobrepeso y obesidad como componentes de la malnutrición, en escolares de la ciudad de Corrientes: Argentina. *Rev chil pediatr.*2003; 74:499-503.
- 36- KAIN JB, LERA LM, ROJAS J, UAUY R. Obesidad en preescolares de la Región Metropolitana de Chile. *Rev. méd. Chile.*2007;135:63-70.
- 37- FILHO MB, RISSIN A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. *Cad. Saúde Pública.* 2003; 19:181-191.
- 38- MONTEIRO, C.A.; CONDE, W.L. Tendência secular da desnutrição e da obesidade na infância na cidade de São Paulo (1974-1996). *Rev. Saúde Pública.* 2000; 34:52-61.
- 39- BALABAN G, SILVA GAP. Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes de uma escola da rede privada do Recife. *J. pediatr. (Rio J.)* . 2001; 77:96-100.
- 40- ABRANTES MM, LAMOUNIER JA, COLOSIMO EA. Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes das regiões sudeste e nordeste. *J Pediatr (Rio J)*. 2002; 78:335-40.
- 41- ANJOS LA, CASTRO IRR, ENGSTROM EM, AZEVEDO AMF. Crescimento e estado nutricional em amostra probabilística de escolares no Município do Rio de Janeiro, 1999. *Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro.* 2003; 19:171-9.
- 42- LEÃO LSCS, ARAUJO LMB, MORAES LTLP. Prevalência de obesidade em escolares de Salvador, Bahia. *Arq. bras. endocrinol. metab.*2003;47:151-7.
- 43- SOAR C, VASCONCELOS F de AG, ASSIS MAA de, GROSSEMAN S, LUNA MEP. Prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares de uma escola pública de Florianópolis, Santa Catarina. *Rev. bras. saúde matern. infant.*2004;4:391-7.
- 44- ASSIS MAA, ROLLAND-CACHERA MF, VASCONCELOS FAG, BELLISLE F, CALVO MCM, LUNA MEP *et al.* Sobrepeso e baixo peso em crianças de 7 a 9 anos de idade de Florianópolis, Sul do Brasil: uma comparação com estudo francês usando protocolo similar. *Rev. Nutr.* [online]. 2006; 19:299-308.
- 45- COSTA RF, CINTRA IP, FISBERG M. Prevalência de sobrepeso e

- obesidade em escolares da Cidade de Santos, SP. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2006;50:60-7.
- 46- BRASIL LMP, FISBERG M, MARANHÃO HS. Excesso de peso de escolares em região do Nordeste Brasileiro: contraste entre redes de ensino pública e privada. *Rev. bras. saúde matern. infant.* 2007; 7:405-12.
- 47- CAMPOS LA, LEITE AJM, ALMEIDA PC. Prevalência de sobrepeso e obesidade em adolescentes escolares do município de Fortaleza, Brasil. *Rev. Bras. Saúde Matern. Infant., Recife.* 2007; 7:183-90.
- 48- SUNÉ FR, DIAS-DA-COSTA JS, OLINTO MTA, PATTUSSI MP. Prevalência e fatores associados para sobrepeso e obesidade em escolares de uma cidade no sul do Brasil. *Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro.* 2007; 23:1361-71.
- 49- FREITAS AE de, OLIVEIRA TH de, LACERDA DR, LAMOUNIER JA, SOARES DDS, ANSALON JA, SILVA CAM. Prevalência de obesidade e sobrepeso em escolares de 6 a 9 anos nas escolas públicas de Ouro Preto-MG. *Revista Medica de Minas Gerais.* 2007; 17:159.
- 50- FAGUNDES ALN, RIBEIRO DC, NASPITZ L, GARBELINI LEB, VIEIRA JKP, SILVA AP *et al.* Prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares da região de Parelheiros do município de São Paulo. *Rev Paul Pediatr.* 2008; 26:212-17.
- 51- RICARDO GD, CALDEIRA GV, CORSO ACT. Prevalência de sobrepeso e obesidade e indicadores de adiposidade central em escolares de Santa Catarina, Brasil. *Rev. bras. epidemiol.* 2009;12:424-35.
- 52- WANG P, MARIMAN E, RENES J, KEIJER J. The secretory function of adipocytes in the physiology of white adipose tissue. *J. Cell. Physiol.* 2008; 216:3-13.
- 53- NIGRO J, OSMAN N, DART AM, LITTLE PJ. Insulin resistance and atherosclerosis. *Endoc Rev.* 2006; 27:242-59.
- 54- NELMS BC. Childhood Obesity: taking on the issue. *Journal of Pediatric Health Care.* 2001;15: 47-8.
- 55- GIUGLIANO R, CARNEIRO EC. Fatores associados à obesidade em escolares. *J Pediatr (Rio J).* 2004; 1:17-22.
- 56- KUSHNER RF. Introduction and clinical considerations. *Assessment and*

- management of obesity of adult obesity: a primer for physicians. Atlanta, GA: American Medical Association, 2003.
- 57- KLEIN S, BURKE LE, BRAY GA, BLAIR S, ALLISON DB, PI-SUNYER X *et al.* Clinical implications of obesity with specific focus on cardiovascular disease: a statement for professionals from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; endorsed by the American College of Cardiology Foundation. *Circulation.* 2004; 110:2952–67.
- 58- NATIONAL HEART LUNG AND BLOOD INSTITUTE. The Practical Guide: identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults. Washington, DC: National Institutes of Health; 2000.
- 59- WIELAND HA, HAMILTON BS. Weighing the options in the pharmacotherapy of obesity. *Int J Clin Pharmacol Ther.*2001; 39:406-14.
- 60- HUBERT HB, FEINLEIB M, MCNAMARA PM, CASTELLI WP. Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease: a 26-year follow-up of participants in the Framingham Heart Study. *Circulation.*1983;67:968-77.
- 61- MUNTNER P, HE J, CUTLER JA, WILDMAN RP, WHELTON PK. Trends in blood pressure among children and adolescents. *JAMA.*2004; 291: 2107–113.
- 62- GRAF C, ROST SV, KOCH B, HEINEN S, FALKOWSKI G. Intervention for overweight and obese school children. *Cardiol Young.* 2005; 15: 199.
- 63- URBANOVA Z, SAMANEK M. Prevalence of obesity, hypertension and obesity-associated hypertension in children. *Atherosclerosis Supplements.*2008; 9:141.
- 64- ALLISON DB, SAUNDERS SE. Obesity in North America: an overview. *Med Clin North Am.* 2000; 84:305-32.
- 65- KATZMARZYK PT, TREMBLAY A, PÉRUSSE L, DESPRÉS JP, BOUCHARD C. The utility of the international child and adolescent overweight guidelines for predicting coronary heart disease risk factors. *J Clin Epidemiol.*2003; 56:456-62.
- 66- OLIVEIRA CL, MELLO MT, CINTRA IP, FISBERG M. Obesidade e síndrome metabólica na infância e adolescência. *Rev Nutr.* 2004;17: 237-

- 45.
- 67- PINHAS HO, DOLAN LM, DANIELS SR, STANDIFORD D, KHOURY PR, ZEITLER P. Increased incidence of non-insulin-dependent diabetes mellitus among adolescents. *J Pediatr.* 1996; 128: 608-15.
- 68- ECKEL RH, GRUNDY SM, ZIMMET PZ. The metabolic syndrome. *Lancet.*2005; 365:1415–28.
- 69- SALAND JM. Update on the metabolic syndrome in children. *Curr Opin Pediatr.* 2007; 19:183–91.
- 70- EKELUND U, ANDERSSSEN S, ANDERSEN LB, RIDDOCH CJ, SARDINHA LB, LUAN J *et al.* Prevalence and correlates of the metabolic syndrome in a population-based sample of European youth. *Am J Clin Nutr.*2009; 89:90–6.
- 71- MAGLIANO M. Obesity and arthritis. *Menopause Int.*2008; 14:149-54.
- 72- BOOGERD A, ALVERDY J, KUMAR S, OLSON D, SCHWEN W. Part III. Obesity. *Disease-a-Month.* 2002; 48: 725-42.
- 73- WOLK A, GRIDLEY G, SVENSSON M, NYRÉN O, MACLAUGHLIN JK, FRAUMENI, JF *et al.* A prospective study of obesity and cancer risk (Sweden). *Cancer Causes Control.*2001; 12: 13-21.
- 74- GUNNELL DJ, FRANKEL SJ, NANCHAHAL K, PETERS TJ, SMITH GD. Childhood obesity and adult cardiovascular mortality: a 57-y follow-up study based on the Boyd Orr cohort. *Am J Clin Nutr.*1998; 67:1111-18.
- 75- LUO ZC, KALBERG J. Critical growth phases for adult shortness. *Am J Epidemiol.*2000;152:125-31.

7.2 ARTIGO II – Distribuição de gordura corporal e caracterização de índices antropométricos em crianças

Resumo

Objetivo: Avaliar a distribuição de gordura corporal através da bioimpedância elétrica (BIA) e caracterizar índices antropométricos em crianças.

Métodos: Estudo transversal realizado com crianças de 7 a 11 anos. Uma amostra de conveniência foi obtida a partir de um estudo prévio de avaliação da prevalência de obesidade e sobrepeso em 1019 crianças no município de Ouro Preto- MG. Um total de 89 crianças pertencentes a 7 escolas municipais foram incluídas no presente estudo. Foram avaliados o percentual de gordura corporal (%GC) através do uso da BIA, estado nutricional e a caracterização do Índice de conicidade (IC) e a Relação cintura-estatura (RCE) no grupo estudado.

Resultados: Das 89 crianças o percentual de crianças eutróficas, sobrepeso e obesas foram 15,7 % (n=14), 54 % (n=48) e 30,3 % (n=27). Quanto à avaliação da distribuição corporal através da BIA observou que meninas apresentavam maiores percentuais de gordura corporal do que meninos. No que se refere ao IC, no presente estudo não foi observado uma diminuição dos valores do índice de conicidade com o avançar da idade. Os valores encontrados para a RCE no grupo estudado apresentaram acima limites preconizados pela literatura.

Conclusões: No grupo estudado, meninas apresentam maiores %GC através da análise de BIA do que meninos. Contrapondo os poucos achados na literatura não observamos uma diminuição IC com o avançar da idade, logo, são necessários novos estudos para estabelecer o comportamento IC em crianças. No que se refere aos valores de RCE observamos que para o grupo estudado os valores de RCE estão acima do limite preconizado na literatura, logo, são necessárias medidas voltadas á promoção da saúde nesta população.

Palavras-chave: criança, composição corporal, avaliação nutricional, antropometria, obesidade.

Distribution of body fat and characterization of anthropometric index in children

Abstract

Objective: Evaluate the distribution of body fat by bioelectrical impedance analysis (BIA) and characterize the antropometric index in children.

Methods: Cross-sectional study with children aged 7 to 11 years. A convenience sample was obtained from a previous study assessing the prevalence of obesity and overweight in 1019 children in the city of Ouro Preto-MG. A total 89 children from 7 local schools were included in this study. We evaluated the percentage of body fat through the use of BIA, nutritional status and characterization of the IC and WHR in the study group.

Results: Of the 89 children the percentage of eutrofigs, overweight and obese were 15.7% (n = 14), 54% (n = 48) and 30.3% (n = 27). Evaluation of the distribution body through the BIA noted that girls had higher percentages of body fat than boys. As for IC, in this study, there wasn't a decrease in IC with advancing age. The values found for the WHR in the study group showed up the limits prescribed by the literature. The values found for WHR in the study group showed up the limits prescribed by the literature.

Conclusions: In the study group, the girls had higher %BF by BIA analysis than boys. In contrast the few findings in the literature on IC in children, this study we did not observe a decrease in IC with increasing age , therefore, further studies are needed to establish the IC behavior in children. As regards values WHR we observed that for the studied group a WHR values are above the limit suggested in the literature, therefore, necessary measures are aimed at promoting health in this population.

Key-words: children, body composition, nutritional assessment, anthropometry, obesity.

Introdução

Atualmente, é um consenso na literatura que a obesidade infantil vem aumentando de forma significativa e que ela determina várias complicações na infância e na idade adulta¹. Dados revelam que aproximadamente 1,2 bilhões de pessoas no mundo são sobrepeso e pelo menos 300 milhões são obesas².

Durante os primeiros anos de vida ocorrem mudanças quantitativas e qualitativas na composição química corporal³. Alterações na composição corporal ao longo do tempo podem levar conseqüências diretas nas funções do corpo, levando a um aumento da prevalência de varias doenças associadas à obesidade, tais como: diabetes mellitus, dislipidemias, problemas cardiovasculares, respiratórios, desordens psicológicas, ortopédicas e elevação da pressão arterial^{4,5}.

Com os avanços científicos verificados nas últimas três décadas, têm-se demonstrado a grande influência da nutrição sobre as dimensões físicas e na composição global do corpo humano, sobretudo em relação ao processo de crescimento⁶.

Evidências confirmam que a forma como a gordura corporal se deposita no organismo representa um importante fator de risco para o desenvolvimento da doença arterial coronariana^{7, 8}. Para determinação da distribuição de gordura corporal verifica-se que os métodos antropométricos tem sido os mais utilizados por diversos pesquisadores⁸. Dentre os mais utilizados destacam-se: índice de massa corporal (IMC), relação cintura/quadril (RCQ), circunferência de cintura (CC), índice de conicidade (IC) e medidas de espessura de dobras cutâneas⁹.

O índice de conicidade (IC) é uma medida antropométrica com potencial para prognosticar a distribuição de gordura e risco de doença¹⁰. Em um estudo conduzido PITANGA *et al.* (2006)¹¹, foi demonstrado que o índice de conicidade (IC) é o indicador de obesidade central que melhor discrimina o elevado risco coronariano em pessoas do sexo masculino.

A relação cintura/estatura (RCE) é considerada um indicador simples e efetivo para mensurar a obesidade abdominal, além disso, está fortemente associada a diversos fatores de risco cardiovasculares tanto em adultos quanto em crianças¹²⁻¹⁶. SAVVA *et al.* (2000)¹², avaliaram um total de 1987 crianças com média de 11,4 anos de idade e encontraram uma fortes correlações entre IMC e RCE e circunferência da cintura ($r = 0,923$; $r = 0,947$), respectivamente. As observações encontradas neste estudo indicaram que os índices

antropométricos simples como RCE podem ser úteis em prever a presença de risco cardiovascular em crianças. Além disso, NAMBIAR *et al.* (2009)¹⁷, observaram que a RCE é o melhor índice a ser utilizado em estudos voltados a saúde clínica e populacional, sendo recomendado seu uso tanto em crianças quanto em adolescentes com risco de problemas cardiovasculares.

O método de bioimpedância (BIA) tem sido utilizado principalmente desde a década de 80, com o objetivo de prever a composição do corpo humano em quantidade de água, massa livre de gordura, *in vivo*, permitindo estimar o percentual de gordura total do corpo¹⁸. OKASORA *et al.* (1999)¹⁹, avaliando o percentual de gordura corporal em 104 crianças, encontraram fortes correlações ($r=0,90$) entre os percentuais de gordura corporal através BIA e DEXA (*dual energy X-ray absorptiometry*), sugerindo que a bioimpedância deve ser utilizada como instrumento para a análise da composição corporal em crianças.

Assim, o presente estudo objetivou avaliar a distribuição de gordura corporal através da bioimpedância elétrica (BIA) e caracterizar índices antropométricos em crianças.

Métodos

Trata-se de um estudo de delineamento transversal, com crianças de 7 a 11 anos pertencentes à zona urbana de Ouro Preto Minas Gerais. Foi realizada uma pesquisa prévia de avaliação da prevalência de obesidade e sobrepeso em 1019 crianças, onde foram encontradas prevalências de 3,0% de obesidade e 8,6% de sobrepeso²⁰. A partir deste estudo anterior, foi retirada uma sub-amostra de 89 crianças (amostra de conveniência) pertencentes à faixa etária de 7 a 11 anos, matriculados em 7 escolas públicas municipais nos turnos da manhã e tarde da fase introdutória até a fase IV para comporem o presente trabalho. Foram excluídas crianças portadoras de doenças infecciosas, distúrbios do equilíbrio, histórias de cirurgias cerebrais e aquelas que não seguiram as recomendações para avaliação da composição corporal através do método de bioimpedância elétrica pré-coleta de dados (1- Não comer ou ingerir líquidos 4 a 5 horas antes do teste; 2- Não realizar exercícios físicos extenuantes nas 12 horas antecedentes ao teste; 3- Não ingerir álcool ou cafeína antes da realização do teste; 4- Retirar objetos metálicos antes da realização do teste), bem como aquelas que se recusaram a participar do estudo.

Os dados do presente estudo foram coletados por 3 avaliadores previamente treinados e todas as avaliações foram realizadas no período da manhã. Um único avaliador mensurou as

medidas de peso (Kgf) e altura (cm); o segundo examinador foi responsável pelas medidas circunferência da cintura; o terceiro examinador foi responsável pela coleta de dados pela bioimpedância elétrica de acordo com o protocolo estabelecido pelo fabricante da BIA.

Antropometria

O peso e o percentual de gordura corporal (%GC) foram obtidos com o uso de uma balança eletrônica digital *Tanita*, modelo **BF-683 W**, com capacidade máxima de 150 kgf e precisão de 100g. Para a medida da estatura utilizou-se um antropômetro vertical *Alturaexata*, com graduação em centímetros (cm) até 2,13 metros e precisão de 0,1cm. Para essa medida a criança foi mantida em pé, sem sapatos, de forma ereta, com joelhos e calcanhares juntos e braços estendidos ao longo do corpo. A cabeça foi posicionada com a criança olhando para a linha do horizonte. Nesta posição a peça do antropômetro em um ângulo reto foi direcionada ao ponto mais elevado da sutura sagital. A partir das medidas de peso e altura, todas as crianças foram classificadas de acordo com os valores de percentil do IMC, sendo agrupados por sexo e idade segundo pontos de corte preconizados por COLE *et al.* (2000)²¹. A medida da circunferência da cintura foi obtida durante expiração normal tendo como ponto de referência o ponto médio entre a margem da última costela e a crista ilíaca. Utilizou-se uma fita métrica flexível e inelástica com extensão de 2m dividida em centímetros e subdividida em milímetros.

O índice de conicidade foi calculado a partir das medidas de circunferência da cintura, peso e estatura, conforme fórmula proposta por VALDEZ (1991)¹⁰:

$$\text{Índice de Conicidade} = \frac{\text{Circunferência da cintura (m)}}{0,109 \sqrt{\text{peso (kgf)/estatura (m)}}$$

A relação cintura/estatura (RCE) foi calculada dividindo-se a circunferência da cintura (cm), pela medida da estatura (cm).

Para avaliação da composição corporal através do método de BIA foi utilizado o equipamento de bioimpedância elétrica tetrapolar horizontal da marca *Bodystat*, modelo **Quadscan 4000**. A criança foi posicionada sobre uma superfície não condutora, na posição supina, com braços e pernas abduzidos, sem que as partes do corpo se toquem. Antes da colocação dos eletrodos, as áreas de contato foram limpas com algodão embebido em álcool

para retirada do excesso de oleosidade da pele. Os quatro eletrodos emissores auto-adesivantes foram colocados no corpo, sendo 2 colocados na mão (superfície dorsal da articulação metacarpofalangeana e proeminências distais do rádio e da ulna) e 2 eletrodos no pé direito (região metatarsofalangeana e entre os maléolos medial e lateral), seguindo as instruções do fabricante. Através da análise de bioimpedância foram coletados os dados referentes ao %GC e a quantidade de gordura em (kgf).

As informações coletadas foram digitadas em um banco de dados desenvolvido no Excel®. Foram utilizados para as análises estatísticas os softwares SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 14.0. Os resultados descritivos foram obtidos utilizando frequências e porcentagens para as características das diversas variáveis categóricas e da obtenção de medidas de tendência central e medidas de dispersão para as variáveis quantitativas. Todas as variáveis estudadas foram testadas quanto a sua normalidade pelo teste de *Kolmogorov-Smirnov*. O teste t de *Student* foi utilizado para comparação entre as médias entre os grupos masculino e feminino e o teste *Mann-Whitney* para as amostras com distribuição não paramétrica. A normalidade foi confirmada através do teste *Ryan-Jones* similar ao teste de *Shapiro-Wilks*. Adotou-se como nível de significância estatística o valor de $p < 0,05$.

Resultados

Participaram do estudo um total de 89 crianças entre 7 e 11 anos de idade. No que se refere à distribuição das crianças de acordo com o sexo, percebeu-se um equilíbrio entre a quantidade de meninos e meninas presente no estudo. Observou-se que das 89 crianças incluídas no estudo 50,6% (n=45) eram do sexo feminino e 49,4% (n=44) do sexo masculino. O percentual de crianças eutróficas, sobrepeso e obesas foram 15,7 % (n=14), 54 % (n=48) e 30,3 % (n=27), respectivamente. De acordo com a tabela 1 para grupo estudado foi observado: uma média e desvio padrão (D.P.) da idade de 8,6 (D.P. 1,1); o peso médio encontrado foi de 42,1 (D.P. 9,0); altura média 138,7 (D.P. 7,7); quanto ao IMC a média foi de 21,7 (D.P. 3,2). Ao se avaliar o percentual de gordura corporal por bioimpedância (BIA) e Tanita, no presente estudo foram encontradas médias de 38,0 % (D.P. 7,8) e 28,8% (D.P. 8,6), respectivamente.

Na tabela 2 encontram-se os resultados da análise estratificada de acordo com sexo, além da comparação entre as variáveis do estudo. Maiores médias de idade foram encontradas

para sexo feminino (média= 8,7 anos) quando comparadas com sexo masculino (média= 8,0 anos). Observaram-se que meninas apresentaram maiores valores médios de peso, IMC, %GC por BIA, Gordura (Kgf), % GC por Tanita, IC e RCE do que no grupo de meninos, como demonstrados na tabela 2.

TABELA 1: Descrição das variáveis quantitativas em estudo (n= 89).

Variável	n	Média	D.P.	Mínimo	1º quartil	Mediana	3º quartil	Máximo
Idade (anos)	89	8,6	1,1	7	8,0	9	9,0	11,0
Peso (kgf)	89	42,1	9,0	23,6	35,9	41,7	47,0	66,3
Altura (cm)	89	138,7	7,7	122,6	132,7	138,3	144,6	158,6
IMC	89	21,7	3,2	14,5	19,8	21,0	24,0	31,2
% GC por BIA*	89	38,0	7,8	17,4	34,6	38,6	42,8	53,3
Gordura em (kgf) *	89	16,2	5,3	4,2	12,2	16,3	18,9	35,1
% GC por Tanita	89	28,8	8,6	5,0	24,2	30,0	35,0	45,6

Legenda: GC- Gordura Corporal; BIA- bioimpedância; (kgf)= quilograma força; D.P.- Desvio padrão; * variáveis coletadas através do equipamento de BIA *Quadscan 4000*.

TABELA 2: Análise estratificada das variáveis do estudo de acordo com sexo e comparação entre os grupos.

Variável	FEMININO (n=45)				MASCULINO (n= 44)				Valor-p
	Média (D.P.)	Mediana	Mín.	Máx.	Média	Mediana	Mín.	Max.	
Idade (anos)	8,5 (1,1)	8,0	7,0	11,0	8,7 (0,9)	9,0	7,0	11,0	0,412 ²
Peso (kgf)	42,6 (9,2)	40,9	23,6	66,3	41,5 (8,9)	42,4	24,1	64,2	0,564 ¹
Altura (cm)	137,9 (7,6)	137,5	124,4	155,9	139,6 (7,6)	139,5	122,6	1558,6	0,316 ¹
IMC	22,2 (3,2)	21,4	15,3	31,2	21,1 (3,1)	20,9	14,5	28,3	0,111 ¹
% Gordura Corporal por BIA*	40,7 (7,1)	40,0	27,3	53,3	35,1 (7,6)	37,9	17,4	47,7	0,002 ²
Gordura em (kgf) *	17,4 (5,1)	17,2	6,7	35,1	14,9 (5,1)	15,2	4,2	26,1	0,026 ²
% GC por Tanita	32,1 (6,8)	32,5	5,0	45,6	25,3 (8,9)	25,8	10,9	42,8	0,000 ²
Relação Cintura/Estatura	0,55 (0,05)	0,60	0,43	0,71	0,53 (0,06)	0,53	0,41	0,65	0,060 ¹
Índice de Conicidade	1,26 (0,06)	1,25	1,12	1,40	1,25 (0,07)	1,25	1,12	1,38	0,278 ¹

Legenda: GC- Gordura Corporal; BIA- bioimpedância; (kgf)- quilograma força; Mín- Mínimo; Máx.- Máximo; D.P.- Desvio padrão; * variáveis coletadas através do equipamento de BIA *Quadscan 4000*; 1- Teste *t-student*; 2- Teste *Mann-Whitney*.

Ao nível de significância 5%, as comparações de médias e medianas estatisticamente significantes foram: percentual de gordura corporal por bioimpedância, percentual de gordura de corporal por Tanita. Ao nível de significância de 6%, a comparação das médias de relação cintura/estatura por sexo foi estatisticamente significativa (Tabela 2).

Quando avaliado o percentual de gordura corporal por: bioimpedância e Tanita, além

da variável relação cintura/estatura, foram observadas maiores médias e medianas para sexo feminino quando comparadas com o sexo masculino.

Na tabela 3 encontram-se os valores médios e as medianas das variáveis: índice de conicidade, relação cintura/estatura de acordo com a idade.

TABELA 3: Valores médios e a mediana das variáveis índice de conicidade, relação cintura/estatura de acordo com a idade em anos

Idade	INDICE DE CONICIDADE (IC)						RELAÇÃO CINTURA/ESTATURA (RCE)					
	Masculino (n=44)			Feminino (n=45)			Masculino (n=44)			Feminino (n=45)		
	Média (D.P.)	n	Med.	Média (D.P.)	n	Med.	Média (D.P.)	n	Med.	Média (D.P.)	n	Med.
7	1,21 (0,07)	5	1,23	1,23 (0,05)	8	1,23	0,51(0,05)	5	0,50	0,53 (0,05)	8	0,51
8	1,26 (0,07)	14	1,28	1,27 (0,91)	17	1,28	0,54 (0,07)	14	0,53	0,57 (0,07)	17	0,58
9	1,24 (0,06)	17	1,24	1,29 (0,43)	11	1,29	0,52 (0,06)	17	0,51	0,55 (0,04)	11	0,55
10	1,28 (0,08)	7	1,31	1,25 (0,03)	6	1,26	0,55 (0,05)	7	0,57	0,55(0,05)	6	0,56
11	-	1	-	1,29 (0,06)	3	1,33	-	1	-	0,58(0,07)	3	0,58

Legenda: D.P.- Desvio padrão; Med.- mediana; n - amostra

No presente estudo parece que as maiores médias de índice de conicidade, relação cintura/estatura foram para as crianças do sexo feminino em relação ao masculino, exceto para crianças com 10 anos de idade (tabela 3). Além disso, com o avançar da idade não houve uma diminuição nos valores médios do índice de conicidade para ambos os sexos. De acordo com a tabela 3, os maiores valores médios encontrados para o IC no sexo feminino foram para as idades de 8 anos (IC= 1,27) e 9 anos (IC= 1,29), respectivamente. Os maiores valores de relação cintura/estatura observados no estudo foram de 0,55 para crianças de 10 anos do sexo masculino e 0,57 para crianças de 8 anos do sexo feminino (tabela 3). Para a idade de 11 anos, o presente estudo apresentou três crianças do sexo feminino com média de IC = 1,29 e RCE = 0,58 (tabela 3) e uma criança do sexo masculino com IC=1,32 e RCE= 0,56.

Discussão

Diferentes métodos para o estudo da composição corporal têm sido utilizados no contexto dos problemas relacionados à saúde, tanto em crianças quanto em adultos. Dentre os métodos mais utilizados podemos mencionar: avaliações antropométricas, bioimpedância elétrica, técnicas de diluição isotópica, absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA), tomografia computadorizada e ressonância nuclear magnética.

Sabe-se, que não existe um método único e incontestável para avaliação da composição corporal em pediatria, pois nenhum oferece todas as informações completas sobre

a composição corporal, embora, cada método proporcione informações valiosas e específicas da composição corporal ³.

Assim como a antropometria, a bioimpedância atualmente tem sido apresentada como uma alternativa rápida para a determinação da composição corporal, uma vez que é de fácil operacionalização e relativamente confiável, podendo ser potencialmente usada no cálculo das estimativas de gordura corporal ²².

LOHMAN (1988)²³ recomenda valores de percentual de gordura corporal (%GC) até 20% para o sexo masculino e de 25 % para meninas. Valores acima destes pontos de corte são considerados como excesso de gordura corporal.

Os resultados referentes ao percentual de gordura corporal encontrados no presente estudo demonstraram uma presença de excesso de gordura corporal tanto para meninos e meninas. Isto pode ser explicado devido grande parte das crianças incluídas no estudo apresentarem obesidade ou sobrepeso. Além disso, os dados encontrados demonstraram que crianças do sexo feminino apresentaram maiores percentuais de gordura corporal através da BIA do que meninos ($p=0,002$). Uma possível justificativa para este achado pode ser atribuída a meninos serem mais ativos do que meninas no dia-a-dia. Corroborando os achados do nosso estudo, WU *et al.* (1993)²⁴ avaliaram uma amostra de 47 crianças com idade média de 12,1 anos e encontraram que para meninos com idade média 12,7 anos o percentual de gordura corporal obtido através da BIA foi de 16,1%, em contrapartida, meninas com média de idade 11,6 anos o percentual médio de gordura foi de 20,1 %.

KIDA *et al.* (1999)²⁵, em um estudo com o objetivo de determinar o percentual de gordura corporal em 437 escolares com idades entre 9 a 12 anos, também observaram que através da análise do percentual de gordura corporal por BIA que meninos apresentaram menores percentuais de gordura corporal (%GC= 17,6) do que meninas (%GC de 18,5). Além disso, estes autores realizaram um acompanhamento de um ano e observaram que o percentual de gordura corporal através da BIA em meninas (%GC= 17,0) permanecia superior ao dos meninos (%GC= 16,0).

No Brasil, um estudo conduzido com uma amostra de 811 escolares entre 11 e 17 anos, no qual 55% das crianças eram do sexo feminino, observaram uma média de %GC-BIA de 21,6 % para meninas e 19,2 % para meninos²⁶.

Em recente estudo SANT'ANNA *et al.* (2009) ²⁷, avaliaram uma amostra de 205 escolares com idades entre 6 a 9 anos e encontraram maiores médias de %GC via BIA em crianças do sexo feminino (%GC= 23,3) do que no sexo masculino (%GC= 20,1).

Atualmente, apesar do índice de conicidade ser considerado um indicador que melhor discrimina o elevado risco coronariano em pessoas do sexo masculino¹¹ e ser estabelecido na literatura um ponto de 1,73 como indicador de risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares e metabólicas em adultos²⁸, observamos uma grande limitação na literatura quanto ao uso IC em crianças devido: 1) a inexistência de artigos publicados propondo pontos de corte específicos para crianças; 2) poucas evidências quanto ao uso IC como preditor de risco de doenças em crianças.

No presente estudo observamos que com o avançar da idade não houve uma diminuição dos valores do índice de conicidade. Contrapondo os achados do nosso estudo, PEREZ *et al.* (2002)²⁹, observaram que valores IC decrescem com a idade. Todavia vale ressaltar, que nesse estudo os autores avaliaram IC particionando a amostra em 3 grupos etários (3 a 5 anos ; 6 a 10 anos e 11 a 16) e não mencionaram se a utilização IC por grupos etários possa gerar um viés de informação, logo, os resultados encontrados neste estudo devem ser interpretados com cautela.

Acreditamos que os valores de IC encontrados no presente estudo são mais característicos para crianças com excesso de peso, visto que, através da avaliação do estado nutricional observamos que das 89 crianças incluídas no estudo cerca de 54% eram sobrepeso e 30,3% obesas. Desta forma, alertamos que nossos resultados não devem ser extrapolados para a população geral e ressaltamos a necessidade de novos estudos para que melhores evidências sejam estabelecidas sobre o real comportamento do IC em crianças, já que em adultos o IC é considerado um indicador de obesidade que melhor discrimina o risco coronariano¹¹. Ressaltamos ainda a vital importância da criação de pontos de corte para o IC na população infantil, para que posteriormente sejam feitas inferências mais consistentes quanto ao uso IC como preditor de doenças em crianças.

A grande vantagem da utilização da RCE em pesquisas, é que esta relação permite avaliação do risco à saúde, através da utilização de um mesmo ponto corte para crianças e adultos, ademais, crescentes evidências apontam que a RCE pode ser um método útil para prever o risco doenças em crianças^{12,16}. Além disso, alguns autores têm mostrado boas associações entre a RCE e fatores de risco cardiovascular^{12, 16, 30,31}. ASHWELL (2009)³² ressalta que valores de RCE>0,50 indicam necessidades de cuidados em adultos, enquanto em crianças indicam a necessidade de tomada de medidas preventivas.

Em relação aos dados encontrados sobre a RCE no presente estudo, observamos que para ambos os grupos os valores encontrados do RCE apresentaram-se acima dos limites

preconizados pela literatura. Como é bem documentado na literatura que RCE é um importante preditor de risco cardiovascular, acreditamos que uma abordagem multidisciplinar com medidas de controle do excesso de peso, orientações nutricionais bem como a prática de atividade física monitorada, possam trazer benefícios para a população estudada, principalmente porque durante a realização deste estudo constatamos percentuais consideráveis de sobrepeso e obesidade no grupo estudado.

Os resultados do presente estudo permitem concluir que para o grupo estudado, meninas apresentam maiores percentuais de gordura corporal através da análise de bioimpedância elétrica do que meninos, achados compatíveis com a literatura. Contrapondo os poucos achados na literatura sobre a utilização do índice de conicidade em crianças, o presente estudo não encontrou que ao avançar da idade ocorre uma diminuição nos valores do índice de conicidade. Devido à inexistência de pontos corte para crianças, bem como a escassez de estudos utilizando IC em crianças, alertamos sobre a necessidade de novos estudos com amostra representativa, para que seja estabelecido o real comportamento do IC em crianças. No que se refere à RCE observamos que para o grupo estudado os valores encontrados estão acima do limite preconizado na literatura, logo são necessárias medidas voltadas à promoção da saúde nesta população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- MELLO ED de, LUFT VC, MEYER F. Obesidade infantil: como podemos ser eficazes? J Pediatr. (Rio J.). 2004; 80:173-82.
- 2- WILBORN C, BECKHAM J, CAMPBELL B, HARVEY T, GALBREATH M, LA BOUNTY P *et al.* Obesity: Prevalence, Theories, Medical Consequences, Management, and Research Directions. J Int Soc Sports Nutr. 2005; 2: 4-31.
- 3- RODRÍGUEZ PN, BERMÚDEZ EF, RODRÍGUEZ GS, SPINA MA, ZENI SN, FRIEDMAN SM *et al.* Composición corporal en niños preescolares: comparación entre métodos antropométricos simples, bioimpedancia y absorciometría de doble haz de rayos X. Arch. argent. pediatr.2008; 106:102-9.
- 4- SEMIZ SO, SABIR N, SEMIZ E. Body Fat Distribution Childhood Obesity: Association with Metabolic Risk Factors.Indian Pediatr. 2008; 45:457-62.
- 5- ONIS M, BLOSSNER M. Prevalence and trends of overweight among preschool children in developing countries. Am J Clin Nutr. 2000; 72:1032-9.
- 6- FARIAS ES, PETROSKI EL. Estado nutricional e atividade física de escolares da cidade de Porto Velho, RO. Rev bras cineantropom desempenho hum. 2003; 5:27-38.
- 7- ARONNE LJ. Classification of Obesity and Assessment of Obesity-Related Health Risks. Obes Res. 2002; 10:105–15.
- 8- HEITMANN BL, FREDERIKSEN P, LISSNER L. Hip Circumference and Cardiovascular Morbidity and Mortality in Man and Woman. Obes Res. 2004; 12:482-87.
- 9- GOMES MA, RECH CR, GOMES MBA, SANTOS DL. Correlação entre índices antropométricos e distribuição de gordura corporal em mulheres idosas. Rev bras cineantropom desempenho hum.2006; 8:16-22.
- 10- VALDEZ R. A simple model-based index of abdominal adiposity. J Clin Epidemiol. 1991; 44:955-6.
- 11- PITANGA FJG, LESSA I. Razão cintura-estatura como discriminador do

- risco coronariano de adultos. Rev Assoc Med Bras. 2006; 52:157-61.
- 12- 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; 24:1453–58.
- 13- LIN WY, LEE LT, CHEN CY, LO H, HSIA HH, LIU IL *et al.* Optimal cut-off values for obesity: using simple anthropometric indices to predict cardiovascular risk factors in Taiwan. Int J Obes Relat Metab Disord. 2002;26:1232-38.
- 14- ZHU S, WANG Z, HESHKA S, HEO M, FAITH MS, HEYMSFIELD SB. Waist circumference and obesity-associated risk factors among whites in the third National Health and nutrition Examination Survey: clinical action thresholds. Am J Clin Nutr.2002; 76: 743-49.
- 15- HO SY, LAM TH, JANUS ED. Waist to stature ratio is more strongly associated with cardiovascular risk factors than other simple anthropometric indices. Ann Epidemiol.2003; 13:683-91.
- 16- 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: 33-40.
- 17- NAMBIAR S, TRUBY H, ABBOTT RA, DAVIES PSW. Validating the waist-height ratio and developing centiles for use amongst children and adolescents. Acta Paediatr. 2009; 98:148-52.
- 18- MÂNGIA, C.M.F. Índices primários de bioimpedância corporal: resistência e reactância em crianças. São Paulo; 2000 [Dissertação de mestrado- Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo/UNIFESP].
- 19- OKASORA K, TAKAYA R, TOKUDA M, FUKUNAGA Y, OGUNI T, TANAKA H *et al.* Comparison of bioelectrical impedance analysis and dual energy X-ray absorptiometry for assessment of body composition in children. Pediatr Int. 1999; 41:121-25.
- 20- FREITAS AE, OLIVEIRA, TH, LACERDA DR, LAMOUNIER JÁ, SOARES DD, ANSALON JA, SILVA CAM. Prevalência de obesidade e sobrepeso em escolares de 6 a 9 anos nas escolas públicas de Ouro Preto-

- MG. Rev Med Minas Gerais. 2007;17:152.
- 21- COLE TJ, BELLIZZI MC, FLEGAL KM, DIETZ WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 2000; 320:1240-3.
- 22- TRIBESS S, PETROSKI EL, RODRIGUEZ-AÑEZ CR. Percentual de gordura em praticantes de condicionamento físico pela impedância bioelétrica e pela técnica antropométrica. *Lecturas Educación Física y Deportes*. 2003; 9:1-10.
- 23- LOHMAN TG, ROCHE AF, MARTORELI R. Anthropometric Standartization Reference Manual. Illinois: Human Kinectics Books, 1988.
- 24- WU YT, NIELSEN DH, CASSADY S, COOK JS, JANZ KF, HANSEN JR. Cross-validation of bioelectrical impedance analysis of body composition in children and adolescents. *Phys Ther*.1993; 73: 320-7.
- 25- KIDA K, NISHIZAWA RN, SAITO K, KIMURA T, NAKAMURA H, FUKUDA H *et al*. Estimation of body composition by bioelectrical impedance and anthropometric technique in Japanese children. *Nutrition Research*.1999; 19:861-8.
- 26- FERNANDES RA, ROSA CSC, BUONANI C, OLIVEIRA AR, JUNIOR IFF. The use of bioelectrical impedance to detect excess visceral and subcutaneous fat. ? *J Pediatr*. 2007; 83: 529-34.
- 27- SANT'ANNA MSL, TINOCO ALA, ROSADO LEFPL, SANT'ANNA LFR, MELLO AC, BRITO ISS *et al*. Body fat assessment by bioelectrical impedance and its correlation with different anatomical sites used in the measurement of waist circumference in children. 2009; 85:61-6.
- 28- VALDEZ R, SEIDELL JC, AHN YL, WEISS KM. 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*. 2000; 17:.239- 48.
- 29- PÉREZ B, JIMÉNES ML, VÁSQUES M. Fat distribution in Venezuelan children and adolescents estimated by the conicity index and waist/hip ratio. *American Journal of Human Biology*. 2002; 14:15-20.
- 30- ASHWELL M. Waist to height ratio and the Ashwell shape chart could predict risks of obesity in adults and children in all ethnic groups. *Nutr and*

- Food Sci. 2005; 36:359-64.
- 31- YAN W, BINGXIAN H, HUA Y, JIANGHONG D, JUN C, DONGLIANG G *et al.* Waist-to-height ratio is an accurate and easier index for evaluating obesity in children and adolescents. *Obesity*.2007;15:748-52.
- 32- ASHWELL M. Obesity risk: importance of the waist-to-height ratio. *Nursing Standard*.2009; 23: 49-54.

7.6 ARTIGO III – Correlação entre bioimpedância e indicadores antropométricos em crianças

Resumo

Objetivo: Correlacionar o percentual de gordura corporal por bioimpedância tetrapolar e indicadores antropométricos em crianças.

Métodos: Trata-se de um estudo transversal realizado com 89 crianças (amostra de conveniência) com idade entre 7 e 11 anos, obtidas através de um estudo prévio de avaliação da prevalência de obesidade e sobrepeso em 1019 crianças no município de Ouro Preto- MG. Foram avaliados o estado nutricional e as variáveis antropométricas IMC, IC, RCE, RCQ, além, do percentual de gordura corporal (%GC) por pregas cutâneas, Tanita (bioimpedância bipedal) e bioimpedância tetrapolar, considerada neste estudo como variável resposta.

Resultados: Das 89 crianças avaliadas 15,7% eram (eutóxicas), 54% (sobrepesas) e 30,3 % (obesas). Quanto ao %GC por bioimpedância tetrapolar, meninas apresentaram maiores %GC quando comparadas com meninos ($p=0,002$). Foram encontradas moderadas correlações entre %GC por bioimpedância tetrapolar e as variáveis: %GC por pregas cutâneas, %GC por tanita (bioimpedância bipedal) ($r=0,588$; $r= 0, 694$). No que se refere as correlações encontradas entre %GC por bioimpedância tetrapolar e as variáveis antropométricas, neste estudo moderadas correlações foram encontradas com IMC, IC e RCE. Em contrapartida, não observou-se correlações entre %GC por bioimpedância tetrapolar e as variáveis RCQ, altura e idade, além disso, fracas correlações foram encontradas entre %GC por bioimpedância tetrapolar e peso ($r=0.297$), respectivamente.

Conclusões: No presente estudo, as melhores correlações encontradas com o %GC por bioimpedância tetrapolar foram com as variáveis: %GC por Tanita (bioimpedância bipedal), %GC por pregas cutâneas, RCE, IC e IMC. Não foram encontradas correlações entre %GC por bioimpedância tetrapolar, RCQ, idade e altura para grupo estudado.

Palavras-chave: criança, composição corporal, avaliação nutricional, antropometria, obesidade, impedância elétrica.

Correlation between bioimpedance and anthropometric indicators in children

Abstract

Objective: To correlation the percentage of body fat by bioelectrical impedance and anthropometric indicators in children.

Methods: This is a cross-sectional study with 89 (convenience sample) aged between 7 and 11 years, obtained from a previous study assessing the prevalence of obesity and overweight in 1019 children in the city of Ouro Preto- MG. We evaluated the nutritional status and anthropometric variables: BMI, IC, and Waist-height ratio (WHR), in addition, the percentage of body fat (% BF) by skinfolds thickness, Tanita (bioimpedance bipedal) and tetrapolar bioimpedance analysis, considered in this study as the dependent variable.

Results: Of the 89 children assessed 15,7% were (eutrofic), 54% (overweight) and 30,3% (obese). The %BF by tetrapolar bioimpedance, girls had higher %BF than boys ($p=0.002$). We found moderate correlations between %BF by tetrapolar bioimpedance and variables: %BF by skinfolds thickness, %BF by Tanita (bioimpedance bipedal) with ($r=0.588$, $r=0,694$).Regarding the correlations between %BF by tetrapolar bioelectrical impedance and anthropometric variables in this study moderate correlations were found with BMI, IC and WHR. However, no correlation was observed between %BF by bioelectrical impedance and variables: waist-hip ratio, height and age, in besides, weak correlations were found between %BF by tetrapolar bioelectrical impedance and weight ($r=0,297$).

Conclusions: In this study, the best correlations with %BF by tetrapolar bioimpedance were with the variables with %BF by Tanita (bioimpedance bipedal), %BF by skinfolds thickness, WHR, IC and BMI. No correlations were found between %BF by tetrapolar bioimpedance, waist-hip ratio, height and age.

Key-words: children, body composition, nutritional assessment, anthropometry, obesity, electric impedance.

Introdução

A obesidade é definida como uma condição de acúmulo anormal ou excessivo de gordura no organismo que pode ocasionar prejuízo à saúde do indivíduo ¹. Atualmente, é considerada um distúrbio crônico em expansão, com prevalência crescente em todas as faixas etárias, tanto em países desenvolvidos quanto aqueles em desenvolvimento, sendo considerada um problema de saúde pública e uma epidemia mundial ²⁻⁵.

Hoje existe uma grande preocupação voltada para prevenção, diagnóstico e tratamento da obesidade na infância ⁶. Segundo a literatura, o controle da obesidade em adultos tem se mostrado pouco eficaz, parecendo ser mais adequado identificar as crianças com o risco e fazer a profilaxia do distúrbio nutricional ⁷.

O diagnóstico de obesidade durante a etapa infantil e pré-escolar é considerado um fator importante para a prevenção da obesidade, visto que durante a infância e no período escolar ocorre um aumento substancial das prevalências de obesidade bem como dos seus fatores associados ⁸.

Devido à obesidade ter se tornado um sério problema de saúde pública, especialmente em crianças, a avaliação da composição corporal assume grande importância como ferramenta de avaliação, contenção e prevenção da obesidade, pois fornece informações cruciais tanto em pesquisas clínicas e epidemiológicas ^{9,10}.

Como a medida direta da composição corporal in vivo não é possível em seres humanos, uma série de estimativas indiretas dos componentes do corpo foram desenvolvidas ¹¹. Nos dias atuais, estão disponíveis vários métodos para avaliação da composição corporal em crianças, dentre os quais são encontrados métodos relativamente simples, tais como bioimpedância elétrica (BIA) e medidas de espessura de dobras cutâneas e também métodos laboratoriais mais sofisticados como hidrodensitometria, método de diluição isotópica (deutério), absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA) ¹².

Para a escolha do método de avaliação nutricional deve eleger-se aquele que melhor detecte o problema em estudo, pensando-se nos custos, na habilidade para aplicação do método, no tempo e a aceitação da população que será submetida ao mesmo ¹³.

A bioimpedância (BIA) é um dos métodos mais recomendados para avaliação da composição corporal, por ser um método rápido, não invasivo e seguro. À avaliação é realizada através do uso de um equipamento portátil muito útil em estudos de campo e em populações infantis ¹⁴. Os aparelhos disponíveis para este tipo de avaliação fornecem os

valores de massa de gordura, massa magra e água corporal por meio de equações preditivas ajustadas para sexo, idade, peso, altura e nível de atividade física¹⁵.

Pesquisas envolvendo comparação de métodos de avaliação da composição corporal demonstram que, comparada às equações antropométricas, a BIA tetrapolar produz estimativas da composição corporal com menores erros¹⁶⁻¹⁸.

O método de bioimpedância tetrapolar utiliza quatro eletrodos aplicados à mão, ao pulso, ao pé e ao tornozelo. Uma corrente de excitação a 50 kHz (baixa intensidade) é aplicada aos eletrodos-fonte (distais) na mão e no pé, e a queda da impedância, é detectada pelo eletrodo sensor (proximal) no pulso e tornozelo. Assim, a impedância ou resistência ao fluxo da corrente elétrica é medida pela BIA através do corpo. Como a impedância varia de acordo com o tecido mensurado, sendo a massa magra um bom condutor de energia por possuir alta concentração de água e eletrólitos e a massa gorda um mau condutor de energia, pode-se dizer que a impedância é diretamente proporcional ao percentual de gordura corporal¹⁹.

WU *et al.* (1993)²⁰ em um estudo avaliando 47 crianças e adolescentes entre 8 a 20 anos de idade, encontraram coeficientes de correlação entre bioimpedância e pesagem hidrostática (“*gold standard*”) de $r=0,98$ em meninos e de $r=0,97$ nas meninas.

Em pesquisa realizada por OKASORA *et al.* (1999)²¹, avaliando o percentual de gordura corporal, a massa livre de gordura e a massa gorda em 104 crianças através da BIA e pelo DEXA, os autores observaram altos coeficientes de correlação para o percentual de gordura corporal ($r=0,90$), massa livre de gordura ($r=0,90$) e massa gorda ($r=0,95$), sugerindo que a bioimpedância deve ser utilizada como instrumento para a análise da composição corporal em crianças.

Visto a necessidade de evidências que facilitem ao pesquisador na tomada de decisão quanto ao método de avaliação da composição corporal e os indicadores antropométricos mais adequados em crianças, o presente estudo objetivou correlacionar o percentual de gordura corporal por BIA tetrapolar e indicadores antropométricos e verificar quais variáveis se relacionam com o percentual de gordura corporal através da bioimpedância elétrica tetrapolar em crianças

Métodos

Trata-se de um estudo de delineamento transversal, com crianças de 7 a 11 anos pertencentes à zona urbana de Ouro Preto, Minas Gerais. Foi realizada uma pesquisa prévia de avaliação da prevalência de obesidade e sobrepeso em 1019 escolares, onde foram encontradas prevalências de 3,0% de obesidade e 8,6% de sobrepeso²². A partir deste estudo anterior, foi retirada uma sub-amostra de 89 crianças (amostra de conveniência) pertencentes à faixa etária de 7 a 11 anos, matriculados em 7 escolas públicas municipais nos turnos da manhã e tarde da fase introdutória até a fase IV para comporem o presente trabalho. Foram excluídas crianças portadoras de doenças infecciosas, distúrbios do equilíbrio, histórias de cirurgias cerebrais e aquelas que não seguiram as recomendações para avaliação da composição corporal através do método de bioimpedância elétrica pré-coleta de dados (1- Não comer ou ingerir líquidos 4 a 5 horas antes do teste; 2- Não realizar exercícios físicos extenuantes nas 12 horas antecedentes ao teste; 3- Não ingerir álcool ou cafeína antes da realização do teste; 4- Retirar objetos metálicos antes da realização do teste), bem como aquelas que se recusaram a participar do estudo.

Os dados do presente estudo foram coletados por 3 avaliadores previamente treinados e todas as avaliações foram realizadas no período da manhã. Um único avaliador mensurou as medidas de peso (kgf) e altura (cm) e o percentual de gordura corporal por Tanita (bioimpedância bipedal); o segundo examinador foi responsável pelas medidas circunferência da cintura, quadril e pregas cutâneas; o terceiro examinador foi responsável pela coleta de dados pela bioimpedância elétrica tetrapolar de acordo com o protocolo estabelecido pelo fabricante da BIA.

Antropometria

O peso e o percentual de gordura corporal (%GC) foram obtidos como o uso de uma balança eletrônica digital *Tanita (bioimpedância bipedal)*, modelo **BF-683 W**, com capacidade máxima de 150 kgf e precisão de 100g. Para a medida da estatura utilizou-se um antropômetro vertical da marca *Alturaexata*, com graduação em centímetros (cm) até 2,13 metros e precisão de 0,1cm. Para essa medida a criança foi mantida em pé, sem sapatos, de

forma ereta, com joelhos e calcanhares juntos e braços estendidos ao longo do corpo. A cabeça foi posicionada com a criança olhando para a linha do horizonte. Nesta posição a peça do antropômetro em um ângulo reto foi direcionada ao ponto mais elevado da sutura sagital. A partir das medidas de peso e altura, todas as crianças foram classificadas de acordo com os valores de percentil do IMC, sendo agrupados por sexo e idade segundo pontos de corte preconizados por COLE *et al.* (2000)²³.

A medida da circunferência da cintura foi obtida durante expiração normal tendo como ponto de referência o ponto médio entre margem da última costela e a crista ilíaca. A circunferência do quadril foi mensurada no ponto mais largo do quadril passando pelos trocânteres maiores do fêmur. Para ambas as medidas, utilizou-se uma fita métrica flexível e inelástica com extensão de 2m dividida em centímetros e subdividida em milímetros.

O índice de conicidade foi calculado a partir das medidas de circunferência da cintura, peso e estatura, conforme fórmula proposta por VALDEZ (1991)²⁴:

$$\text{Índice de Conicidade} = \frac{\text{Circunferência da cintura (m)}}{0,109 \sqrt{\text{peso (kgf)/estatura (m)}}$$

A relação cintura/estatura (RCE) foi calculada dividindo-se a circunferência da cintura (cm), pela medida da estatura (cm). Já a relação cintura/quadril (RCQ) foi obtida a partir da divisão da circunferência da cintura (medida em cm) pelo quadril (medida em cm).

Para a realização das medidas de pregas cutâneas tricípital (PCT) e panturrilha (PT), foi utilizado o adipômetro *Lange Skinfold Caliper*, com escala de 0 até 60 mm e precisão de ± 1 mm, o qual exerce uma pressão constante de ($\sim 10 \text{ g/mm}^2$) que não varia com a sua abertura, de acordo com as técnicas preconizadas por HEYWARD *et. al* (2000)²⁰. Todas as medidas foram realizadas no lado direito do corpo e com no mínimo de três repetições sucessivas no mesmo local, considerando-se como valor representativo da região a média aritmética. Utilizaram-se as seguintes referências para coleta das medidas de pregas cutâneas:

- ***Prega cutânea tricípital (PCT)***: a medida foi tomada na face posterior do braço direito (direção vertical), no ponto médio entre o acrômio da escápula e o olécrano da ulna.

- ***Prega cutânea da panturrilha (PT)***: a medida foi tomada na face medial da perna direita (direção vertical), no ponto de circunferência máxima da panturrilha, com o joelho e quadril flexionados a 90 graus.

A partir dos valores obtidos através da média aritmética dos dados de pregas cutâneas, obteve-se a estimativa do percentual de gordura corporal (%GC) através das equações propostas por SLAUGHTER *et al.* (1988)²⁵, demonstradas no quadro 1 :

QUADRO 1 - Equação para estimativa do % de GC em crianças, por SLAUGHTER *et al.* (1988)²⁵, utilizando-se as pregas cutâneas.

Método	Etnia/Sexo	Equação
	<i>Negros e Brancos</i>	
∑ DOC tríceps (PCT) + panturrilha	Meninos (todas as idades)	1. % GC= 0, 735(∑ DOC) + 1,0
	Meninas (todas as idades)	2. % GC= 0, 610(∑ DOC) + 5,1
Legenda: ∑ DOC= somatório das dobras cutâneas; GC= gordura corporal		

Para avaliação da composição corporal através do método de BIA tetrapolar foi utilizado o equipamento de bioimpedância elétrica horizontal da marca **Bodystat, modelo Quadscan 4000**, que fornece informações sobre as variáveis: % gordura corporal, % massa magra, % volume total de água, gordura (kgf), massa magra (músculo, osso e água) (kgf), massa magra (músculo, osso) (kgf). Para a coleta de dados de BIA a criança foi posicionada sobre uma superfície não condutora, na posição supina, com braços e pernas abduzidos, sem que as partes do corpo se toquem. Antes da colocação dos eletrodos, as áreas de contato foram limpas com algodão embebido em álcool para retirada do excesso de oleosidade da pele. Os quatro eletrodos emissores auto-adesivantes foram colocados no corpo, sendo 2 colocados na mão (superfície dorsal da articulação metacarpofalangeana e proeminências distais do rádio e da ulna) e 2 eletrodos no pé direito (região metatarsofalangeana e entre os maléolos medial e lateral), seguindo as instruções do fabricante.

As informações coletadas foram digitadas em um banco de dados desenvolvido no Excel®. Foram utilizados para as análises estatísticas os softwares SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 14.0 e o programa Minitab (*Minitab Statistical Software*) versão 15. Os resultados descritivos foram obtidos utilizando frequências e porcentagens para as características das diversas variáveis categóricas e da obtenção de medidas de tendência central e medidas de dispersão para as variáveis quantitativas. Todas as variáveis estudadas foram testadas quanto a sua normalidade pelo teste de *Kolmogorov-Smirnov*. O teste t de *Student* foi utilizado para comparação entre as médias de grupos independentes com distribuição paramétrica e o teste *Mann-Whitney* para as amostras com distribuição não paramétrica. Para avaliação das correlações entre a variável percentual de gordura corporal por bioimpedância tetrapolar e as variáveis antropométricas e de composição corporal

realizou-se os testes de correlação de *Person* e *Spearman*. Utilizou-se um modelo de regressão linear múltiplo para entender quais variáveis explicavam o percentual de gordura corporal por bioimpedância. Para seleção do modelo melhor de regressão linear foram utilizados dois métodos de seleção automática “*Best Subsets*” e “*Stepwise Backward*”. Finalmente foi realizada a análise de resíduos para verificar as suposições de ajuste do modelo de regressão. O Teste de normalidade *Ryan-Joiner*, similar ao Teste *Shapiro-Wilk* foi utilizado para verificar a normalidade dos resíduos, respeitando um valor de $p > 0,10$ o que indica que a distribuição do resíduo é normal. Para as demais variáveis estudadas adotou-se como nível de significância estatística o valor de $p < 0,05$.

Resultados

Um total de 89 crianças entre 7 e 11 anos de idade participaram do estudo. Quarenta e cinco crianças foram do sexo feminino (50,6%) e 44 crianças do sexo masculino (49,4%). Quanto ao estado nutricional, houve um maior percentual de crianças com sobrepeso 54% (n=48) quando comparadas com crianças obesas 30,3 % (n=27) e eutróficas 15,7 % (n=14) de acordo com os valores de IMC¹⁹. As características descritivas bem como a comparação entre as variáveis com distribuição normal de acordo com sexo para o grupo estudado estão representadas na tabela 1.

Os resultados encontrados na tabela 1 demonstram que ao se avaliar o percentual de gordura corporal por: bioimpedância tetrapolar, pregas cutâneas e Tanita (bioimpedância bipedal) e as variáveis RCE, RCQ, gordura em (kgf), maiores médias e medianas foram encontradas para crianças do sexo feminino quando comparadas com o sexo masculino. Para as variáveis massa muscular magra (kgf), % volume total de água, % massa magra, massa magra (kgf) foram encontrados menores valores de média e mediana no sexo feminino quando comparados com sexo masculino (tabela 1).

TABELA 1: Características descritivas e comparação entre grupos estudados de acordo com sexo (n=89).

Variável	FEMININO (n = 45)				MASCULINO (n = 44)				Valor-p
	Média (D.P.)	Med.	Mín.	Máx.	Média	Med.	Mín.	Máx.	
Idade (anos)	8,5 (1,1)	8,0	7,0	11,0	8,7 (0,9)	9,0	7,0	11,0	0,412 ²
Peso (kgf)	42,6 (9,2)	40,9	23,6	66,3	41,5 (8,9)	42,4	24,1	64,2	0,564 ¹
Altura (cm)	137,9 (7,6)	137,5	124,4	155,9	139,6 (7,6)	139,5	122,6	155,6	0,316 ¹
IMC	22,2 (3,2)	21,4	15,3	31,2	21,1 (3,1)	20,9	14,5	28,3	0,111 ¹
% GC por BIA	40,7 (7,1)	40,0	27,3	53,3	35,1 (7,6)	37,9	17,4	47,7	0,002 ²
% GC por Tanita	32,1 (6,8)	32,5	5,0	45,6	25,3 (8,9)	25,8	10,9	42,8	0,000 ²
%GC Pregas Cutâneas	33,1 (5,9)	32,8	21,2	47,4	29,7 (7,9)	31,0	10,1	42,7	0,023 ¹
Índice de Conicidade (IC)	1,26 (0,06)	1,25	1,12	1,40	1,25 (0,07)	1,25	1,12	1,38	0,278 ¹
Relação Cintura/Estatura (REC)	0,55 (0,05)	0,60	0,43	0,71	0,53 (0,06)	0,53	0,41	0,65	0,060 ¹
Relação Cintura /Quadril (RCQ)	0,98 (0,17)	0,98	0,24	1,37	0,86 (0,22)	0,89	0,40	1,40	0,008 ²
% Massa Magra	59,3 (6,9)	60,0	47,1	72,7	64,9 (7,6)	63,1	52,3	82,6	0,002 ²
% Volume Total de água	46,1 (5,2)	46,8	36,5	56,0	49,7 (5,7)	48,4	40,2	63,5	0,003 ¹
Gordura em (kgf)	17,4 (5,1)	17,2	6,7	35,1	14,9 (5,1)	15,2	4,2	26,1	0,026 ²
Massa Magra (kgf)	25,2 (5,9)	22,7	16,9	39,3	26,7 (5,3)	26,1	17,4	42,6	0,110 ²
Massa Muscular Magra (kgf)	5,8 (1,4)	5,1	3,8	9,0	6,3 (1,3)	6,2	4,0	10,5	0,051 ²

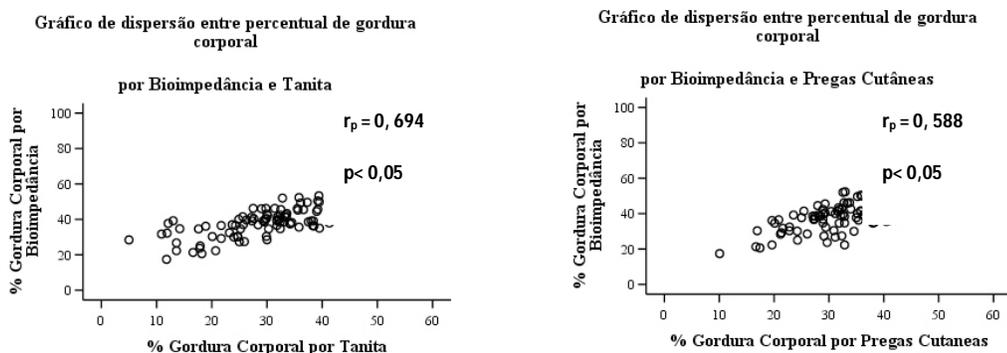
Legenda: IMC- índice de massa corporal; GC- Gordura Corporal; BIA- bioimpedância; (kgf)- quilograma força; Massa Magra (osso, músculo); Massa Muscular Magra (osso, músculo e água); Mín- Mínimo; Máx.- Máximo; D.P.- Desvio padrão; Med.- mediana - 1- Teste *t-student*; 2- Teste *Mann-Whitney*.

Ao realizar comparações entre os grupos estudados observaram-se diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) para as variáveis %GC por BIA tetrapolar, %GC por Tanita (bioimpedância bipedal), %GC por pregas cutâneas, RCQ, % massa magra, % volume total de água, gordura (kgf), massa muscular magra (kgf). Ao nível de significância de 6%, a comparação das médias de relação cintura/estatura de acordo com o sexo foi estatisticamente significativa.

As análises de correlação entre o % GC por BIA tetrapolar e as variáveis antropométricas e de composição corporal foram baseadas nos coeficientes de correlação de *Pearson* e *Spearman*. Encontraram-se moderadas correlações positivas entre o % GC por BIA tetrapolar, %GC por Tanita (bioimpedância bipedal), %GC por pregas cutâneas, como representados na figura 1.

As correlações entre o % GC por BIA tetrapolar e as demais variáveis antropométricas e de composição encontradas neste estudo, podem ser observadas na tabela 2.

FIGURA 1: Correlações entre percentual de gordura corporal por Bioimpedância tetrapolar e % Gordura Corporal por Tanita (bioimpedância bipedal) e Pregas Cutâneas.



No presente estudo não observou correlação estatisticamente significativa entre RCQ, altura e idade, além disso, fracas correlações positivas foram encontradas entre o peso (kgf) e o % GC por BIA tetrapolar (tabela 2). Em contrapartida, moderadas correlações positivas foram encontradas entre percentual de gordura corporal por bioimpedância e as variáveis: IMC, IC, RCE e gordura (kgf), como representados na tabela 2.

Como demonstrado na figura 1 e tabela 2, no presente estudo as maiores correlações encontradas com o % GC por BIA tetrapolar ao nível de significância de 5 % foram: %GC por Tanita (bioimpedância bipedal) ($r = 0,694$), relação cintura /estatura ($r = 0,715$), índice de conicidade ($r = 0,673$), % GC por pregas cutâneas ($r = 0,588$) e IMC ($r = 0,529$). Em relação às variáveis de bioimpedância tetrapolar, foi observado as maiores correlações negativas com as variáveis: % massa magra ($r = -0,999$), % volume água total ($r = -0,975$).

TABELA 2: Coeficientes de correlação entre percentual de gordura corporal por bioimpedância e variáveis antropométricas e de composição corporal (n=89).

Variável	Coefficiente de Correlação	Valor - p
Idade (anos)	$r_s = -0,241$	$p = 0,05$
Peso (kgf)	$r_p = 0,297$	$p \leq 0,05$
Altura (cm)	$r_p = -0,087$	$p = 0,416$
IMC	$r_p = 0,529$	$p < 0,05$
Índice de Conicidade (IC)	$r_p = 0,673$	$p < 0,05$
Relação Cintura/Estatura (REC)	$r_p = 0,715$	$p < 0,05$
Relação Cintura /Quadril (RCQ)	$r_p = 0,298$	$p = 0,05$
% Massa Magra	$r_p = -0,999$	$p < 0,05$
% Volume Total de água	$r_p = -0,975$	$p < 0,05$
Gordura em (kgf)	$r_p = 0,779$	$p < 0,05$
Massa Magra (kgf)	$r_p = -0,261$	$p < 0,05$
Massa Muscular Magra (kgf)	$r_p = -0,273$	$p < 0,05$

Legenda: (kgf)- quilograma força; Massa Magra (osso, músculo); Massa Muscular Magra (osso, músculo e água); r_p - coeficiente de correlação Person; r_s - coeficiente de correlação Spearman.

A partir da análise univariada do %GC por bioimpedância tetrapolar e as covariáveis: idade, peso, altura, índice de massa corporal (IMC), índice de conicidade, relação cintura/estatura, relação cintura/quadril, foram obtidos os valores de β , IC- 95% de β e o valor-p, como representados na tabela 3.

TABELA 3: Análise de Regressão Linear Univariada para crianças do estudo (n=89).

Variáveis	B	IC-95 % de β	Valor -p
Idade (anos)	- 1,60	[- 3,14; -0,05]	0, 043
Peso (kgf)	0,26	[0,08; 0,43]	0, 005
Altura (cm)	- 0,09	[- 0, 31; 0,13]	0, 416
IMC	1,30	[0,86; 1,75]	0, 000
Índice de Conicidade	76,55	[58,61; 94,48]	0, 000
Relação Cintura /Estatura	94,48	[74,80; 114,15]	0, 000
Relação Cintura/ Quadril	11,30	[3,57; 19,02]	0, 005

Legenda: IMC- índice de massa corporal

Em relação às variáveis que influenciam o percentual de gordura corporal por bioimpedância, os resultados apresentados na tabela 3 demonstram que a única variável que não foi estatisticamente significativa foi à altura que apresentou um $p > 0,05$.

Para a escolha do melhor modelo de regressão multivariado foi utilizado o método de seleção automática “*Best Subsets*” que inclui todas variáveis significativas do modelo univariado. Este método apontou para 3 modelos de regressão multivariado (tabela 4).

Após a análise “*Best Subset*” dos parâmetros, foi realizado o método de seleção automática “*Stepwise Backward*” considerando as variáveis do modelo completo (modelo I) apresentados pelos resultados do “*Best Subset*”. Assim, passo a passo foram retiradas as variáveis menos significativas para construção final do modelo de regressão multivariada. Os 2 modelos de regressão linear ajustados de acordo com o método “*Stepwise Backward*” para o presente estudo estão demonstrados na tabela 5.

Para análise de regressão multivariada, optou-se em não incluir as variáveis de bioimpedância: % massa magra, % volume total de água, gordura em (kgf), massa magra (osso e músculo) em (kgf), massa muscular magra (osso, músculo e água), devido apresentarem alta correlação com o percentual de gordura corporal por bioimpedância e as variáveis porcentagem de gordura corporal por pregas cutâneas e por Tanita (bioimpedância bipedal) por predizerem o percentual de gordura corporal.

TABELA 4: Modelos de Regressão Linear provenientes dos melhores modelos do ‘‘Best Subset’’.

Modelos	r ²	Coeficiente	Erro-padrão	Valor-p	IC95%	
					Inferior	Superior
Modelo I	64,9%					
Constante		- 165,7	67,0	0, 016	- 299,0	- 32,3
Idade		- 2,2	0,6	0, 001	- 3,5	- 1,0
Peso		- 1,9	0,8	0, 024	- 3,5	- 0,3
IMC		10,3	4,7	0, 032	- 0,9	19,7
Relação Cintura/Estatura		- 0,8	2,8	0, 766	- 6,3	4,7
Índice de Conicidade		266,9	109,1	0, 017	49,9	483,9
Relação Cintura/Quadril		- 474,2	253,7	0, 065	- 978,8	30,4
Modelo II	64,8%					
Constante		- 163,4	66,2	0, 016	- 295,1	- 31,6
Idade		- 2,2	0,6	0, 001	- 3,4	- 1,0
Peso		- 1,8	0,8	0, 024	- 3,4	- 0, 2
IMC		10,1	4,6	0, 032	0,9	19,3
Índice de Conicidade		262,5	107,5	0, 017	48,7	476,3
Relação Cintura/Estatura		- 464,8	250,2	0, 067	- 962,6	33,0
Modelo III	63,4%					
Constante		42,2	11,3	0, 000	- 64,5	19,7
Idade		-2,0	0,6	0, 002	-3,2	- 0,8
Peso		-0,4	0,1	0, 012	-0,7	1,0
IMC		1,5	0, 4	0, 000	0,7	2,3
Índice de Conicidade		63,7	9,9	0, 000	44,0	83,5

Legenda: GC- Gordura Corporal

TABELA 5: Modelos de regressão linear provenientes do método ‘‘Stepwise Backward’’.

Modelos	R ²	Coeficiente	Erro-padrão	Valor-p	IC95%	
					Inferior	Superior
Modelo I	64,9%					
Constante		- 165,7	67,0	0, 016	- 299,0	- 32,3
Idade		- 2,2	0,6	0, 001	- 3,5	- 1,0
Peso		- 1,9	0,8	0, 024	- 3,5	- 0,3
IMC		10,3	4,7	0, 032	- 0,9	19,7
Relação Cintura/Estatura		- 0,8	2,8	0, 766	- 6,3	4,7
Índice de Conicidade		266,9	109,1	0, 017	49,9	483,9
Relação Cintura/Quadril		- 474,2	253,7	0, 065	- 978,8	30,4
Modelo II	64,8%					
Constante		- 163,4	66,2	0, 016	- 295,1	- 31,6
Idade		- 2,2	0,6	0, 001	- 3,4	- 1,0
Peso		- 1,8	0,8	0, 024	- 3,4	- 0, 2
IMC		10,1	4,6	0, 032	0,9	19,3
Índice de Conicidade		262,5	107,5	0, 017	48,7	476,3
Relação Cintura/Estatura		- 464,8	250,2	0, 067	- 962,6	33,0

Apesar do método ‘‘Best Subsets’’ apontar para o modelo completo (modelo I) para explicar a relação entre %GC por bioimpedância e as demais covariáveis, este não é o melhor modelo, pois existem relações que não são estatisticamente significativas.

Desta forma o modelo II da tabela 5, foi escolhido como modelo final de regressão multivariado, uma vez que nele se encontram as melhores relações significativas ($p \leq 0,05$) com o %GC por bioimpedância tetrapolar. Neste modelo foram encontrados os seguintes valores: R^2 ajustado= 64,8, Mallows C_p = 5,1 e S = 4,8. Este modelo foi composto por 5 variáveis que apresentaram valores estatisticamente significantes, como demonstrado na tabela 5. A equação de regressão linear multivariada do presente estudo foi:

$$\% \text{ GC BIA} = - 163 - 2,21. \text{ idade} - 1,83. \text{ peso} + 10,1. \text{ IMC} + 263. \text{ índice de conicidade} - 465. \text{ relação cintura/estatura}$$

A partir do modelo de regressão linear multivariado, constatou que o acréscimo de uma unidade a idade, peso e relação cintura/estatura acarretam uma diminuição de -2,2; -1,8; -464,8 no percentual de gordura corporal por bioimpedância. Já as variáveis índice de massa corporal (IMC) e índice de conicidade, o acréscimo de uma unidade acarreta um aumento de 10,1 e 262,5 no percentual de gordura por bioimpedância.

A análise de resíduos demonstrou que os erros são normais, independentes e a variância foi constante.

Discussão

Atualmente, a população mundial está enfrentando um exorbitante aumento de obesidade e sobrepeso em adultos, crianças e adolescentes e proporcionalmente observa-se um aumento de doenças crônicas como: doenças cardiovasculares, diabetes e câncer²⁶. Neste sentido, cresce cada vez mais a consciência e o interesse em avaliar a composição corporal (gordura corporal) em pediatria²⁷.

Os resultados referentes ao percentual de gordura corporal preditos por bioimpedância tetrapolar, pregas cutâneas e por Tanita (bioimpedância bipedal) demonstraram que meninas apresentaram maiores médias de percentual de gordura corporal que meninos na população estudada, resultados similares a outros estudos da literatura^{19, 28, 29}.

No que se refere às variáveis % massa magra, massa magra em (kgf), os achados do presente estudo apontam que meninos apresentam maiores valores médios que meninas. Uma possível hipótese para este achado pode ser atribuída á meninos se envolverem e mais atividades recreativas do que meninas, todavia, ressaltamos que são necessários novos estudos avaliando a frequência e o nível de atividade física para que esta hipótese venha ser confirmada.

No presente estudo moderadas correlações positivas foram encontradas entre o %GC por BIA tetrapolar, % GC por Tanita (bioimpedância bipedal), %GC por pregas cutâneas, chamando-se atenção ao melhor valor de correlação entre o % GC por BIA tetrapolar e %GC por Tanita (bioimpedância bipedal). Considerando os coeficientes de correção entre %GC por BIA tetrapolar e os outros dois métodos mencionados acima, o método de avaliação do %GC

por Tanita (bioimpedância bipedal) foi o método que melhor se correlacionou ($r = 0,694$) com o percentual de gordura corporal por bioimpedância tetrapolar. Uma possível justificativa seria atribuída ao mesmo princípio físico utilizado nos dois métodos, onde um sinal elétrico de baixa intensidade percorre o corpo e determina sua composição. Desta forma, parece ser mais interessante utilizar o equipamento bioimpedância bipedal do que pregas cutâneas para estimativa do percentual de gordura corporal. Além disso, quando comparado com o método de avaliação através de pregas cutâneas, a bioimpedância bipedal é economicamente mais viável, prática e não há necessidade de um avaliador com grande experiência, além de demandar um menor tempo para estimar o percentual de gordura corporal.

Corroborando os achados do nosso estudo, SANT'ANA (2008)³⁰ observou altas correlações entre o percentual de gordura corporal obtido por bioimpedância tetrapolar e bioimpedância bipedal tanto para meninos ($r = 0,77$; $p < 0,01$) quanto para meninas ($r = 0,82$; $p < 0,01$), para uma amostra de 205 crianças entre 6 e 9 anos no município de Viçosa – Minas Gerais.

Em relação às estratégias de interpretação das medidas de espessura das pregas cutâneas, vale ressaltar, que uma das maneiras é considerar as medidas de espessura das pregas cutâneas de diferentes regiões anatômicas separadamente, procurando oferecer informações sobre a distribuição relativa da gordura subcutânea de região para região do corpo³¹. Para estes fins, existem equações validadas para estimar a composição corporal através das medições das pregas cutâneas em crianças, a partir dos 3 meses³². De acordo com SANT'ANNA *et al.* (2009a)³³, as equações mais utilizadas para cálculo do percentual de gordura corporal por meio das pregas cutâneas são as propostas por DEURENBERG *et al.* (1990)³⁴ em que são considerados no cálculo sexo, etnia, idade e estágio de maturação sexual (pré-púbere ou pós-púbere) e a equação proposta por SLAUGHTER *et al.* (1988)²⁵ na qual são considerados gênero e etnia. Neste sentido consideramos que é de extrema importância adequação da equação para estimativa do %GC de acordo com as características da população em estudo.

Apesar do nosso estudo não encontrar correlação entre %GC por bioimpedância e a RCQ, foi observado diferenças estatisticamente significativas entre RCQ entre meninos RCQ= 0,86 e meninas RCQ= 0,98. Contrapondo nossos achados SOAR *et al.* (2004)³⁵, avaliaram um total de 419 crianças com idades entre 7 a 9 anos e encontraram maiores valores RCQ para sexo masculino (RCQ= 0,85) do que em meninas (RCQ= 0,82) com valor de

$p < 0,01$. Estes autores observaram que ao estratificar a população de acordo com sexo e idade, os valores RCQ os mantêm similares no sexo masculino (em torno de 0,85), enquanto no sexo feminino nota-se uma diminuição do RCQ com a idade (0,83, 0,82 e 0,80, aos sete, oito e nove anos de idade, respectivamente). Consideramos que estes resultados devem ser interpretados com cautela uma vez que a população estudada foi restrita a uma única escola. Já TAYLOR *et al.* (2000)³⁶ ao avaliar a correlação entre RCQ com a gordura da região central observaram baixa correlação ($r = 0,40$), sugerindo, desse modo que RCQ não seria o melhor indicador de tipo de adiposidade em crianças.

A utilização do IMC como indicador de gordura corporal é defendida por alguns autores, por ser um método simples, seguro, barato, além de válido e acurado, sendo universalmente utilizado tanto clinicamente quanto em pesquisas envolvendo crianças, adolescentes e adultos (KOGA, 2005)³⁷.

As maiores correlações encontradas com o %GC por bioimpedância tetrapolar no nosso estudo foram com as variáveis IMC, IC e RCE, com valores ($r = 0,529$; $r = 0,0673$; $r = 0,715$) respectivamente. Apesar da média de idade do nosso estudo ser superior ao do estudo de EISENMANN *et al.* (2004)³⁸, estes autores encontraram moderadas correlações entre %GC por bioimpedância tetrapolar e IMC ($r = 0,61$, $p < 0,05$) para amostra composta por 75 crianças com idade média 5,8 anos.

Segundo PECOARO *et al.* (2003)³⁹, em estudo conduzido com 228 crianças com idade de 6 anos, altas correlações foram encontradas entre a gordura corporal em (kgf) por BIA tetrapolar e IMC ($r = 0,92$). Estes autores especularam que estas altas correlações poderiam estar relacionadas com a evolução do crescimento, embora, a população estudada não tenha sofrido nenhuma influência dos hormônios da pré-puberdade.

Nos últimos anos tem se dado destaque à circunferência da cintura, ao índice de conicidade e a relação cintura/estatura como indicadores de obesidade central³⁰. Em pesquisa recente com quase 3.000 crianças australianas com idades de 8 a 16 anos (NAMBIAR *et al.* 2009)⁴⁰ concluíram que a RCE é o melhor índice para estudos voltados a saúde clínica e populacional.

As correlações encontradas entre o %GC por bioimpedância tetrapolar e a RCE no presente estudo foram moderadas ($r = 0,715$; $p < 0,05$). Além disso, observou-se que meninas apresentavam maiores valores RCE quando comparadas com meninos. Em estudo conduzido por SANT'ANA (2008)³⁰, observou-se que meninos apresentavam maiores médios RCE do que meninas (RCE = 0,46; RCE = 0,45), entretanto não foram encontradas diferenças

estatisticamente significativas entre os dois grupos. Para os maiores valores de RCE encontrados no nosso estudo, uma possível hipótese pode atribuída devido grande parte da população apresentar sobrepeso ou obesidade, o que não ocorreu no estudo SANT'ANA (2008)³⁰, onde cerca de 75,1% das crianças foram classificadas como eutróficas e somente 7,3 % sobrepeso e 11,2 % obesidade. Acreditamos que nossos resultados não devem ser generalizados, uma que a amostra do nosso estudo foi obtida por conveniência e houve predominância de sobrepeso e obesidade em relação ao número eutróficos.

Poucos estudos tem sido conduzidos utilizando índice de conicidade (IC) em crianças, neste sentido, tivemos dificuldades em encontrar evidências na literatura. Um ponto positivo encontrado durante nosso levantamento bibliográfico foi que segundo (PITANGA *et al.* 2004)⁴¹ o IC é o indicador que melhor discrimina risco coronariano em adultos do sexo masculino, além disso, (PEREZ *et al.* 2000)⁴² afirmam que inclusão do peso e da estatura no calculo IC, o qualifica como indicador de distribuição corporal mais abrangente, pois leva em consideração o total massa corporal. Como verificado na tabela 2 encontramos moderadas correlações encontradas entre %GC por BIA tetrapolar e o IC. Achados similares ao do SANT'ANA (2008)³⁰, onde os coeficientes de correlação foram para $r= 0,64$; $p<0,01$ para meninos e $r= 0,57$; $p<0,01$ para meninas, respectivamente.

Em estudo realizado por (MUELLER *et al.* 1996)⁴³ com 60 adolescentes com idades entre 15 e 16 anos foram encontrados moderadas correlações entre IC e %GC por BIA tetrapolar tanto no sexo masculino ($r= 0,62$) e feminino ($r=0,66$). Estes autores ressaltam que o IC parece ter uma leve vantagem em relação ao índice de cintura/quadril, pois reflete melhor a gordura corporal total. Neste sentido o IC pode ser um indicador útil em pesquisas envolvendo adolescentes⁴³.

Verificamos através da análise de regressão linear que as variáveis idade, peso, IMC, IC e RCE são as que mais influenciam o percentual de gordura para o grupo estudado. Acreditamos que a equação multivariada gerada neste estudo, possa ter utilidade em populações com características semelhantes. Ressaltamos as variáveis incluídas no modelo final de regressão multivariada são variáveis que normalmente são coletadas em estudos de avaliação da composição corporal, pela facilidade e praticidade durante a coleta, além disso, incorporam indicadores relacionados com risco de doenças cardiovasculares, logo podem ser úteis em predizer o %GC por BIA tetrapolar.

Acreditamos que resultados encontrados neste estudo possam gerar subsídios para o surgimento de novos estudos correlacionando o %GC por BIA e indicadores antropométricos.

Todavia ressaltamos que este estudo apresentou limitações tais como: a utilização de uma amostra de conveniência; os equipamentos de bioimpedância utilizados não fornecem a equação que prediz o percentual de gordura.

Conclusão

Diante do presente estudo, conclui-se que moderadas correlações positivas foram encontradas entre %GC por BIA tetrapolar e as variáveis: %GC por Tanita (bioimpedância bipedal), %GC por pregas cutâneas, RCE, IC e IMC. Em contrapartida, não foram encontradas correlações estatisticamente significativas entre %GC por BIA tetrapolar e RCQ, idade e altura. As variáveis que mais se relacionaram com %GC por BIA tetrapolar foram a idade, peso, IMC, IC e a RCE.

Sugerem-se novos estudos na população brasileira com amostra representativa para que novas evidências sejam estabelecidas entre o percentual de gordura corporal e os indicadores antropométricos crianças.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Obesity: Preventing and managing the global epidemic. (2000). Geneva: World Health Organization Report of WHO Consultation. [WHO Technical Report, series,894].
- 2- FLORENCIO TMMT, ERREIRA HS, FRANÇA APT de, CAVALCANTE JC, SAWAYA ML. Obesity and undernutrition in a very-low-income population in the city of Maceió, northeastern Brazil. *Br Journal Nutr.*2001; 86: 277-84.
- 3- REILLY JJ, WILSON ML, SUMMERBELL CD, WILSON DC. Obesity: diagnosis, prevention, and treatment; evidence based answers to common questions. *Arch Dis Child.*2002; 86:392-4.
- 4- STETTLER N. Comment: the global epidemic of childhood obesity: is there a role for the paediatrician? *Obes Rev.*2004; 5:1-3.
- 5- GIGANTE DP, COSTA JSD, OLINTO MTA, MENEZES AMB, MACEDO S. Adult obesity in Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil, and the association with socioeconomic status. *Cad. Saúde Pública.* 2006; 22:1873-9.
- 6- ABRANTES MM, LAMOUNIER JA, COLOSIMO EA. Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes das regiões Sudeste e Nordeste. *J Pediatr.* 2002; 78: 335-40.
- 7- GAMBA EM, JUNIOR AAB. A utilização do Índice de Massa Corporal na avaliação da obesidade na infância: vantagens e limitações. *Rev. paul. pediatr.* 1999;17:181-9.
- 8- KAIN JB, LERA LM, ROJAS JP, UAUY RD. Obesidad em preescolares de La Región Metropolitana de Chile. *Rev. méd. Chile.* 2007; 135:63-70.
- 9- BONACCORSI G, BAGGIANI L, BASSETTI A, COLOMBO C, LORINI C, MANTERO S, OLIMPI N *et al.* Body composition assessment in a sample of eight-year-old children. *Nutrition.* 2009, ARTICLE IN PRESS: 1-9.
- 10- PIETROBELLI A. Outcome measurements in paediatric obesity prevention trials. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004; 28:86-89.
- 11- BRODIE E, MOSCRIP V, HUTCHEON R. Body composition measurement: a review of hidrodensitometry, anthropometry, and impedance methods. *Nutrition.* 1998; 14: 296-310.
- 12- COSTA RF. Composição corporal: teoria e prática da avaliação. São Paulo:

- Manole; 2001 184p.
- 13- SIGULEM DM, DEVINCENZI UM, LESSA AC. Diagnóstico do estado nutricional da criança e do adolescente. *J Pediatr.* 2000; 76: 275- 84.
 - 14- RODRÍGUEZ PN, BERMÚDEZ EF, RODRÍGUEZ GS, SPINA MA, ZENI SN, FRIEDMAN SM *et al.* Composición corporal en niños preescolares: comparación entre métodos antropométricos simples, bioimpedancia y absorciometría de doble haz de rayos X. *Arch. argent. pediatr.* 2008; 106:102-9.
 - 15- REZENDE F, ROSADO L, FRANCESCHINI S, RIBEIRO R, MARINS JCB. Revisão crítica dos métodos disponíveis para avaliar a composição corporal em grandes estudos populacionais e clínicos. *ALAN [online].* 2007; 57:327-34.
 - 16- DURNIN JVGA, WORMERSLEY J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr.* 1974; 32: 77-97.
 - 17- JACKSON AS, POLLOCK ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr.* 1978; 40: 497-504.
 - 18- STOLARCZYK LM, HEYWARD VH, LOAN MDV, HICKS VL, WILSON WL, REANO LM. The fatness-specific bioelectrical impedance analysis equations of Segal et al: are they generalizable and practical? *Am J Clin Nutr.* 1997; 66:8-17.
 - 19- WU YT, NIELSEN DH, CASSADY S, COOK JS, JANZ KF, HANSEN JR. Cross-validation of bioelectrical impedance analysis of body composition in children and adolescents. *Phys Ther.* 1993; 73: 320-7.
 - 20- HEYWARD VH, STOLARCZYK LM. Avaliação da composição corporal. São Paulo: Editora Manole; 2000 243p.
 - 21- OKASORA K, TAKAYA R, TOKUDA M, FUKUNAGA Y, OGUNI T, TANAKA H *et al.* Comparison of bioelectrical impedance analysis and dual energy X-ray absorptiometry for assessment of body composition in children. *Pediatr Int.* 1999; 41:121-25.
 - 22- FREITAS AE, OLIVEIRA, TH, LACERDA DR, LAMOUNIER JÁ, SOARES DD, ANSALON JA, SILVA CAM. Prevalência de obesidade e sobrepeso em escolares de 6 a 9 anos nas escolas públicas de Ouro Preto-MG. *Rev Med Minas Gerais.* 2007; 17:152.
 - 23- COLE TJ, BELLIZZI MC, FLEGAL KM, DIETZ WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ.*

- 2000; 320:1240-3.
- 24- VALDEZ R. A simple model-based index of abdominal adiposity. *J Clin Epidemiol.* 1991; 44:955-6.
- 25- SLAUGHTER MH, LOHMAN TG, BOILEAU RA, HORSWILL CA, STILLMAN RJ, LOAN MDV *et al.* Skinfold equations for estimations of body fatness in children and youth. *Hum Biol.* 1988; 60:709-23.
- 26- SAMPEI MA, SIGULEM DM. Field methods in the evaluation of obesity in children and adolescents. *Rev. Bras. Saude Mater. Infant.* 2009; 9: 21-29.
- 27- REILLY JJ. Assessment of body composition in infants and children. *Nutrition;* 1998, 14:821-5.
- 28- GUTIN B, LITAKER M, MANOS T, SMITH C, TREIBER F. Body-composition measurement in 9-11-y-old children by dual-energy X-ray absorptiometry, skinfold-thickness measurements, and bioimpedance analysis. *Am J Clin Nutr.* 1996; 63: 287-92.
- 29- SANT'ANNA MSL, TINOCO ALA, ROSADO LEFPL, SANT'ANA LFR, MELLO AC, BRITO ISS *et al.* Avaliação de gordura corporal pela bioimpedância elétrica e sua correlação com diferentes pontos anatômicos de medida da circunferência da cintura em crianças. *J Pediatr.* 2009; 85:61-6.
- 30- SANT'ANA MSL. Indicadores antropométricos como preditores de gordura corporal em crianças de 6 a 9 anos de idade, atendidas pelos Programas de Saúde da Família do município de Viçosa-MG. Dissertação [mestrado]. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2008, 121p.
- 31- GUEDES DP. Recursos antropométricos para análise da composição corporal. *Rev. bras. Educ. Fís. Esp.* 2006; 20:115-19.
- 32- SCHMELZLE HR, FUSCH C. Body fat neonates and Young infants: validation of skinfold thickness versus dual-energy X-ray absorptiometry. *Am J Clin Nutr.* 2003;76:1096-1100.
- 33- SANT'ANNA MSL, PRIORI SE, FRANCESCHINI SCC. Métodos de avaliação da composição corporal em crianças. *Rev. paul. pediatr.* 2009a; 27: 315-21.
- 34- DEURENBERG P, PIETERS JLL, HAUTVAST JGAJ. The assessment of the body fat percentage by skinfold thickness measurements in childhood and Young adolescence. *Br J Nutr.* 1990; 63:293-303.
- 35- SOAR C, VASCONCELOS FAG, ASSIS MAA. A relação cintura quadril e o

- perímetro da cintura associados ao índice de massa corporal em estudo com escolares. *Cad. Saúde Pública*. 2004; 20:1609-1616.
- 36- TAYLOR RW, JONES IE, WILLIAMS SM, GOULDING A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measures by dual-energy by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3-19 y. *Am J Clin Nutr*.2000;72:490-495.
- 37- KOGA CR. Estado nutricional de escolares de 7 a 10 anos de idade: diagnóstico e comparação de métodos. Dissertação [mestrado]. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005, 144p.
- 38- EISENMANN JC, HEELAN KA, WELK GJ. Assessing body composition among 3- to 8- year old children: anthropometry, bia and dexa. *Obes Res*.2004;12:1633-40.
- 39- PECORARO, O.; GUIDA, B.; CAROLI, M.; TRIO, R.; FLACONI, C.; PRINCIPATO, A.; PIETROBELLI, A. Body mass index and skinfold thickness versus bioimpedance analyses: fat mass prediction in children. *Acta Diabetol*.2003; 40:S278-81.
- 40- NAMBIAR S, TRUBY H, ABBOTT RA, DAVIES PSW. Validating the waist-height ratio and developing centiles for use amongst children and adolescents. *Acta Paediatr*.2009; 98: 148-52.
- 41- PITANGA FJG, LESSA I. Sensibilidade e especificidade do índice de conicidade como discriminador do risco coronariano de adultos em Salvador, Brasil. *Rev. Bras. Epidemiol*. 2004;7:259-69.
- 42- PEREZ B, LANDAETA-JIMENEZ M, VÁSQUEZ M. Distribución de la adiposidad en adolescentes mediante el indice de conicidad. *Acta cient. venez*.2000; 51: 244-51.
- 43- MUELLER HW, MEININGER JC, LIEHR P, CHAN W, CHANDLER PS. Conicity: A New Index of Body Fat Distribution – What Does It Tell Us? *Am J Hum Biol*. 1996;8:489-96.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que se refere ao estado nutricional da população estudada, observou-se que grande parte das crianças incluídas no presente estudo apresentaram sobrepeso ou obesidade. Em relação aos valores médios encontrados para percentual de gordura corporal (%GC), observou-se diferenças estatisticamente significativas entre meninos e meninas. Para os valores de %GC preditos neste estudo, constatou-se que os valores médios do %GC por bioimpedância tetrapolar foram superiores aos valores encontrados para o %GC por Tanita (bioimpedância bipedal) e o %GC por pregas cutâneas, além disso, meninas apresentaram maiores %GC do que meninos para os três métodos de avaliação.

Em relação ao índice de conicidade não foi observado uma diminuição dos valores médios com o avançar da idade.

Os valores médios encontrados para relação cintura/estatura para o grupo estudado estão acima dos limites preconizados pela literatura, todavia, ressaltamos que a maioria das crianças que participaram do estudo apresentaram sobrepeso e obesidade. Como é bem documentado na literatura o RCE é um importante preditor de risco cardiovascular, acreditamos que uma abordagem multidisciplinar com medidas de controle do excesso de peso, orientações nutricionais bem como a prática de atividade física monitorada, possam trazer benefícios para a população estudada.

Quando avaliadas as correlações entre percentual de gordura corporal mensurado pela bioimpedância tetrapolar, %GC por Tanita (bioimpedância bipedal) e pregas cutâneas, moderadas correlações positivas foram encontradas neste estudo.

Entre os indicadores antropométricos, as melhores correlações encontradas com percentual de gordura corporal por bioimpedância tetrapolar foram com a relação cintura/estatura, índice de conicidade, índice de massa corporal.

Não foram encontradas correlações entre o %GC por bioimpedância tetrapolar, altura, idade e a relação cintura/quadril, ademais, fracas correlações foram encontradas entre peso e %GC por bioimpedância tetrapolar.

Sugerimos novos estudos envolvendo utilização da bioimpedância e os indicadores antropométricos em crianças na população brasileira.

ANEXOS

ANEXO 1

Valores de IMC para sobrepeso e obesidade agrupados por sexo e idade segundo Cole *et al.* (2000)

IDADE Anos	IMC 25 - SOBREPESO		IMC 30 – OBESIDADE	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
2.0	18.41	18.02	20.09	19.81
2.5	18.13	17.76	19.80	19.55
3.0	17.89	17.56	19.57	19.36
3.5	17.69	17.40	19.39	19.23
4.0	17.55	17.28	19.29	19.15
4.5	17.47	17.19	19.26	19.12
5.0	17.42	17.15	19.30	19.17
5.5	17.45	17.20	19.47	19.34
6.0	17.55	17.34	19.78	19.65
6.5	17.71	17.53	20.23	20.08
7.0	17.92	17.75	20.63	20.51
7.5	18.16	18.03	21.09	21.01
8.0	18.44	18.35	21.60	21.57
8.5	18.76	18.69	22.17	22.18
9.0	19.10	19.07	22.77	22.81
9.5	19.46	19.45	23.39	23.46
10.0	19.84	19.86	24.00	24.11
10.5	20.20	20.29	24.57	24.77
11.0	20.55	20.74	25.10	25.42
11.5	20.89	21.20	25.58	26.05
12.0	21.22	21.68	26.02	26.67
12.5	21.56	22.14	26.43	27.24
13.0	21.91	22.58	26.84	27.76
13.5	22.27	22.98	27.25	28.20
14.0	22.62	23.34	27.63	28.57
14.5	22.96	23.66	27.98	28.87
15.0	23.29	23.94	28.30	29.11
15.5	23.60	24.17	28.60	29.29
16.0	23.90	24.37	28.88	29.43
16.5	24.19	24.54	29.14	29.56
17.0	24.46	24.70	29.41	29.69
17.5	24.73	24.85	29.70	29.84
18.0	25.00	25.00	30.00	30.00

Fonte: COLE, T.J.; BELLIZZI, M.C.; FLEGAL, K.M.; DIETZ, W.H. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey.

British Medical Journal, v. 320, n. 7244, p. 1240 1243, 2000.

ANEXO 2

Universidade Federal de Minas Gerais
Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG - COEP

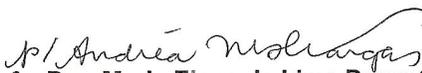
Parecer nº. ETIC 471/06

Interessado: **Prof. Joel Alves Lamounier**
Departamento de Pediatria
Faculdade de Medicina-UFMG

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP, aprovou no dia 29 de novembro de 2006, o projeto de pesquisa intitulado “**Avaliação do impacto de um programa de atividade física na concentração plasmática de adipocitocinas em crianças obesas e com sobrepeso de escolas públicas dos municípios de Ouro Preto e Barbacena, MG**” bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do referido projeto.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.


Prof.ª Dra. Maria Elena de Lima Perez Garcia
Presidente do COEP/UFMG

PROJETS 30 / NOV / 2006 12:12 17/06 2/2

ANEXO 3



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE

Ofício SUB.SPAS.Nº 0180/2006

Belo Horizonte, 04 de maio de 2006.

Parabenizando-o por participação em importantíssimo e relevante projeto para o Brasil, comunico o interesse da Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais em efetivar essa parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais e Universidade Federal de Ouro Preto.

Acato sugestão e indico a Dra. Maria Beatriz Monteiro de Castro Lisbôa, da Coordenação Estadual de Alimentação e Nutrição, que já desenvolve ações nesta área enquadrando-se no enfoque do projeto.

Manifestamos sempre nossa disposição em firmar parcerias para o desenvolvimento de projetos que visem a melhoria da qualidade de vida e de saúde da população mineira.

Atenciosamente,

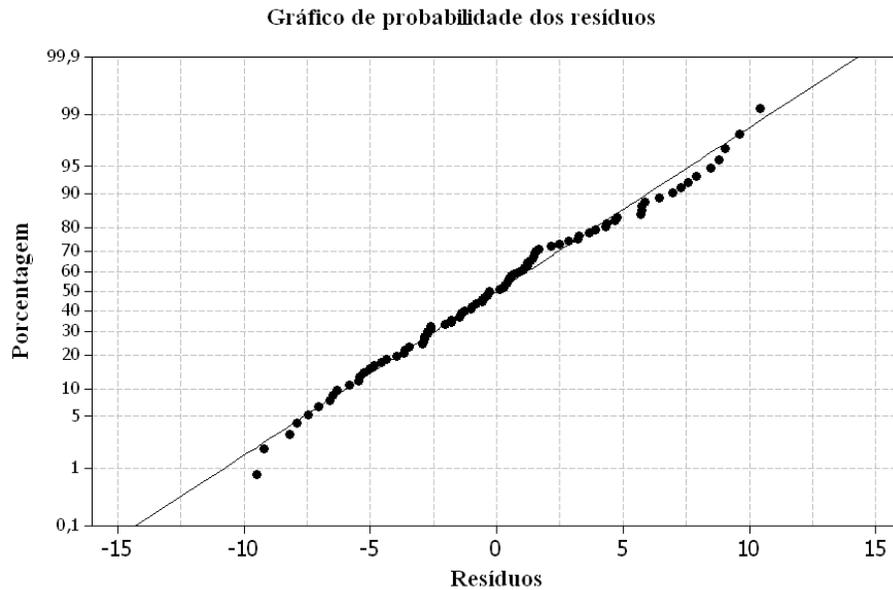

José Maria Borges
Subsecretário de Ações e
Políticas de Saúde

Exmo
Dr. Joel Alves Lamounier
Professor Titular de Pediatria
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Ciências de Saúde
Faculdade de Medicina da UFMG

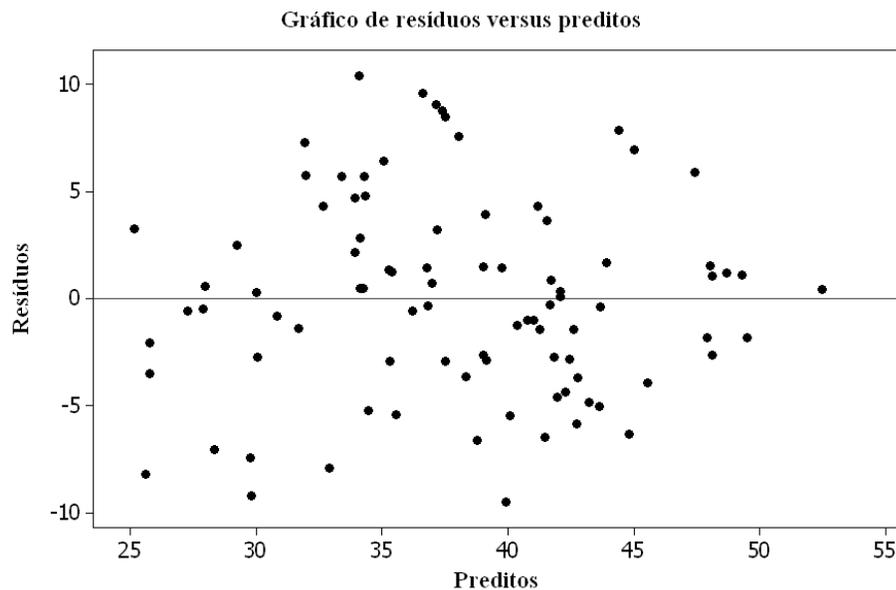
Rua Sapucaí, 429 – CEP: 30.150-050 – Belo Horizonte – Minas Gerais – Brasil.

ANEXO 4

A análise de resíduos.

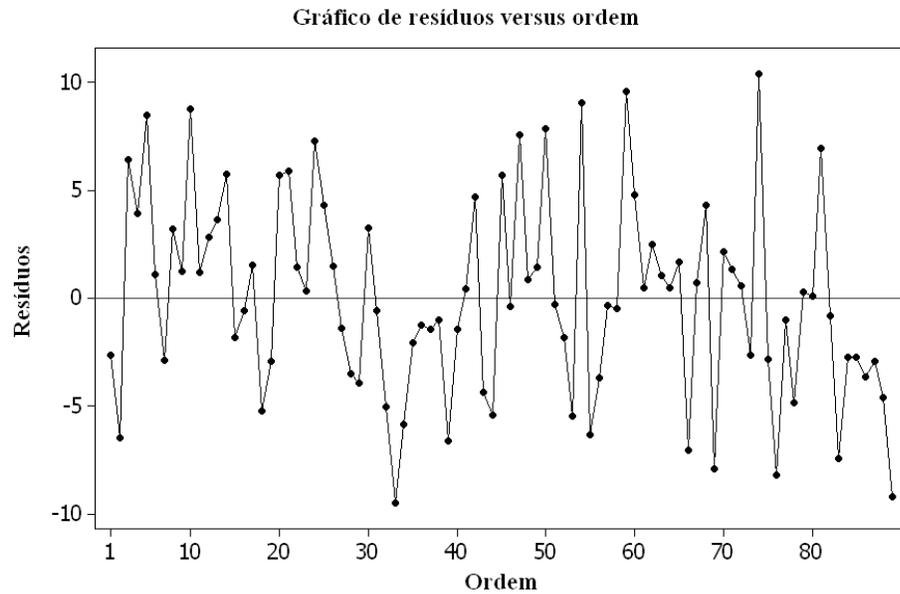


Através do teste de normalidade *Ryan-Joiner*, similar ao teste *Shapiro-Wilk*, conclui-se que ao nível de significância de 5 %, os resíduos apresentaram uma distribuição normal.



De acordo com o gráfico dos resíduos versus preditos, os valores apresentaram distribuição aleatória, assim, pode-se concluir que os resíduos têm variância constante.

ANEXO 5



Como demonstrado no gráfico de resíduos versus ordem, os dados estão aleatoriamente distribuídos, assim, pode-se concluir que os resíduos são independentes.

ANEXO 6

OUTRAS ANÁLISES

A análise descritiva foi realizada através das medidas de média, mediana, desvio padrão (D.P.), 1º quartil, 3º quartil, mínimo e máximo das variáveis: idade, peso, altura, índice de massa corporal (IMC), percentagem de gordura corporal por bioimpedância tetrapolar, percentagem de gordura corporal por Tanita (bioimpedância bipedal), percentagem de gordura corporal por pregas cutâneas, percentagem de massa magra, percentagem do volume total de água, quantidade de gordura em (kgf), quantidade de massa magra (osso e músculo) em (kgf), quantidade de massa muscular magra (osso, músculo e água) em (kgf) é apresentada na (Tabela 3) respectivamente.

TABELA 3: Descrição das variáveis quantitativas em estudo.

Variável	n	Média	D.P.	Mínimo	1º quartil	Mediana	3º quartil	Máximo
Idade (anos)	89	8,6	1,1	7	8,0	9	9,0	11,0
Peso (kgf)	89	42,1	9,0	23,6	35,9	41,7	47,0	66,3
Altura (cm)	89	138,7	7,7	122,6	132,7	138,3	144,6	158,6
IMC	89	21,7	3,2	14,5	19,8	21,0	24,0	31,2
% GC por BIA	89	38,0	7,8	17,4	34,6	38,6	42,8	53,3
% GC por Tanita	89	28,8	8,6	5,0	24,2	30,0	35,0	45,6
% GC por Pregas Cutâneas	89	31,4	7,1	10,1	27,3	32,1	36,1	47,4
% Massa Magra	89	62,1	7,7	47,1	57,2	61,4	65,4	82,6
% Volume Total de água	89	47,8	5,7	36,5	44,4	47,6	50,4	63,5
Gordura em (kgf)	89	16,2	5,3	4,2	12,2	16,3	18,9	35,1
Massa Magra (kgf)	89	6,0	1,4	3,8	5,0	5,8	7,0	10,5
Massa Muscular Magra (kgf)	89	25,9	5,6	16,9	21,8	24,8	30,3	42,6

Legenda: GC- Gordura Corporal, (kgf)= quilograma força; Massa Magra (osso, músculo); Massa Muscular Magra (osso, músculo e água); D.P.- Desvio padrão.

De acordo com a tabela 3 para grupo estudado pode-se observar: a média e o desvio padrão (D.P.) da idade foram 8,6 (D.P. 1,1); o peso médio encontrado foi de 42,1 (D.P. 9,0); altura média 138,7 (D.P. 7,7); quanto ao IMC a média foi 21,7 (D.P. 3,2). Ao avaliar o percentual de gordura corporal por bioimpedância tetrapolar, Tanita (bioimpedância bipedal) e pregas cutâneas os resultados médios (D.P.) os valores médios encontrados foram

respectivamente: 38,0 (D.P. 7,8); 28,8 (D.P. 8,6) e 31,4 (D.P. 7,1).

Na tabela 4 encontram-se os resultados da análise estratificada de acordo com sexo, além da comparação entre as variáveis do estudo. Para a comparação das variáveis quantitativas com distribuição gaussiana, foi utilizado o teste *t-student* e para comparação das variáveis quantitativas sem distribuição gaussiana foi utilizado teste de *Mann-Whitney*. A normalidade foi confirmada através do teste *Ryan-Jones* similar ao teste de *Shapiro- Wilks*.

TABELA 4: Análise estratificada das variáveis do estudo de acordo com sexo e comparação entre os grupos.

Variável	FEMININO (n = 45)				MASCULINO (n= 44)				Valor-p
	Média (D.P.)	Mediana	Mín.	Máx.	Média	Mediana	Mín.	Máx.	
Idade (anos)	8,5 (1,1)	8,0	7,0	11,0	8,7 (0,9)	9,0	7,0	11,0	0,412 ²
Peso (kgf)	42,6 (9,2)	40,9	23,6	66,3	41,5 (8,9)	42,4	24,1	64,2	0,564 ¹
Altura (cm)	137,9 (7,6)	137,5	124,4	155,9	139,6 (7,6)	139,5	122,6	1558,6	0,316 ¹
IMC	22,2 (3,2)	21,4	15,3	31,2	21,1 (3,1)	20,9	14,5	28,3	0,111 ¹
% Gordura Corporal por BIA	40,7 (7,1)	40,0	27,3	53,3	35,1 (7,6)	37,9	17,4	47,7	0,002 ²
% GC por Tanita	32,1 (6,8)	32,5	5,0	45,6	25,3 (8,9)	25,8	10,9	42,8	0,000 ²
%GC Pregas Cutâneas	33,1 (5,9)	32,8	21,2	47,4	29,7 (7,9)	31,0	10,1	42,7	0,023 ¹
Índice de Conicidade	1,26 (0,06)	1,25	1,12	1,40	1,25 (0,07)	1,25	1,12	1,38	0,278 ¹
Relação Cintura/Estatura	0,55 (0,05)	0,60	0,43	0,71	0,53 (0,06)	0,53	0,41	0,65	0,060 ¹
Relação Cintura /Quadril	0,98 (0,17)	0,98	0,24	1,37	0,86 (0,22)	0,89	0,40	1,40	0,008 ²
% Massa Magra	59,3 (6,9)	60,0	47,1	72,7	64,9 (7,6)	63,1	52,3	82,6	0,002 ²
% Volume Total de água	46,1 (5,2)	46,8	36,5	56,0	49,7 (5,7)	48,4	40,2	63,5	0,003 ¹
Gordura em (kgf)	17,4 (5,1)	17,2	6,7	35,1	14,9 (5,1)	15,2	4,2	26,1	0,026 ²
Massa Magra (kgf)	25,2 (5,9)	22,7	16,9	39,3	26,7 (5,3)	26,1	17,4	42,6	0,110 ²
Massa Muscular Magra (kgf)	5,8 (1,4)	5,1	3,8	9,0	6,3 (1,3)	6,2	4,0	10,5	0,051 ²

Legenda: GC- Gordura Corporal; BIA- bioimpedância; (kgf)- quilograma força; Massa Magra (osso, músculo); Massa Muscular Magra (osso, músculo e água); Mín- Mínimo; Máx.- Máximo; D.P.- Desvio padrão; - 1- Teste *t-student*; 2- Teste *Mann-Whitney*.

Ao nível de significância 5%, as comparações de médias e mediana estatisticamente significantes foram: percentual gordura corporal por bioimpedância tetrapolar, percentual de gordura corporal por Tanita (bioimpedância bipedal), percentual de gordura corporal por pregas cutâneas, relação cintura/quadril, percentual de massa magra, percentual do volume total de água, gordura corporal em quilos, massa muscular magra em quilos. Ao nível de

significância de 6%, a comparação das médias de relação cintura/estatura por sexo foi estatisticamente significativa.

Quando avaliado o percentual de gordura corporal por: bioimpedância tetrapolar, Tanita (bioimpedância bipedal), pregas cutâneas e as variáveis relação cintura/estatura, relação cintura/quadril, gordura corporal em quilos, foram observadas maiores médias e medianas para sexo feminino quando comparadas com o sexo masculino. Já as variáveis de massa muscular magra, percentual do volume total de água, percentual de massa magra foram encontradas valores de média e mediana inferiores para sexo feminino quando comparadas com o sexo masculino.

Na tabela 5 e 5a encontram-se os valores médios e as medianas das variáveis: índice de conicidade, relação cintura/estatura e relação cintura/quadril de acordo com a idade.

TABELA 5: Valores médios e a mediana das variáveis índice de conicidade, relação cintura/estatura de acordo com a idade.

Idade	INDICE DE CONICIDADE (IC)						RELAÇÃO CINTURA/ESTATURA (RCE)					
	Masculino (n=44)			Feminino (n= 45)			Masculino (n=44)			Feminino (n= 45)		
	Média (D.P.)	n	Med.	Média (D.P.)	n	Med.	Média (D.P.)	n	Med.	Média (D.P.)	n	Med.
7	1,21 (0,07)	5	1,23	1,23 (0,05)	8	1,23	0,51(0,05)	5	0,50	0,53 (0,05)	8	0,51
8	1,26 (0,07)	14	1,28	1,27 (0,91)	17	1,28	0,54 (0,07)	14	0,53	0,57 (0,07)	17	0,58
9	1,24 (0,06)	17	1,24	1,29 (0,43)	11	1,29	0,52 (0,06)	17	0,51	0,55 (0,04)	11	0,55
10	1,28 (0,08)	7	1,31	1,25 (0,03)	6	1,26	0,55 (0,05)	7	0,57	0,55(0,05)	6	0,56
11	-	1	-	1,29 (0,06)	3	1,33	-	1	-	0,58(0,07)	3	0,58

Legenda: D.P.- Desvio padrão.

TABELA 5a: Valores médios e a mediana da variável relação cintura/quadril de acordo com a idade.

Idade (anos)	RELAÇÃO CINTURA/ QUADRIL					
	Masculino (n= 44)			Feminino (n=45)		
	Média (D.P.)	n	Mediana	Média (D.P.)	n	Mediana
7	0,95 (0,32)	5	1,05	1,00 (0,15)	8	1,00
8	0,89 (0,16)	14	0,93	1,00 (0,24)	17	1,06
9	0,83 (0,25)	17	0,80	0,94 (0,09)	11	0,93
10	0,82 (0,22)	7	0,88	0,90 (0,10)	6	0,88
11	-	1	-	1,00 (0,14)	3	0,98

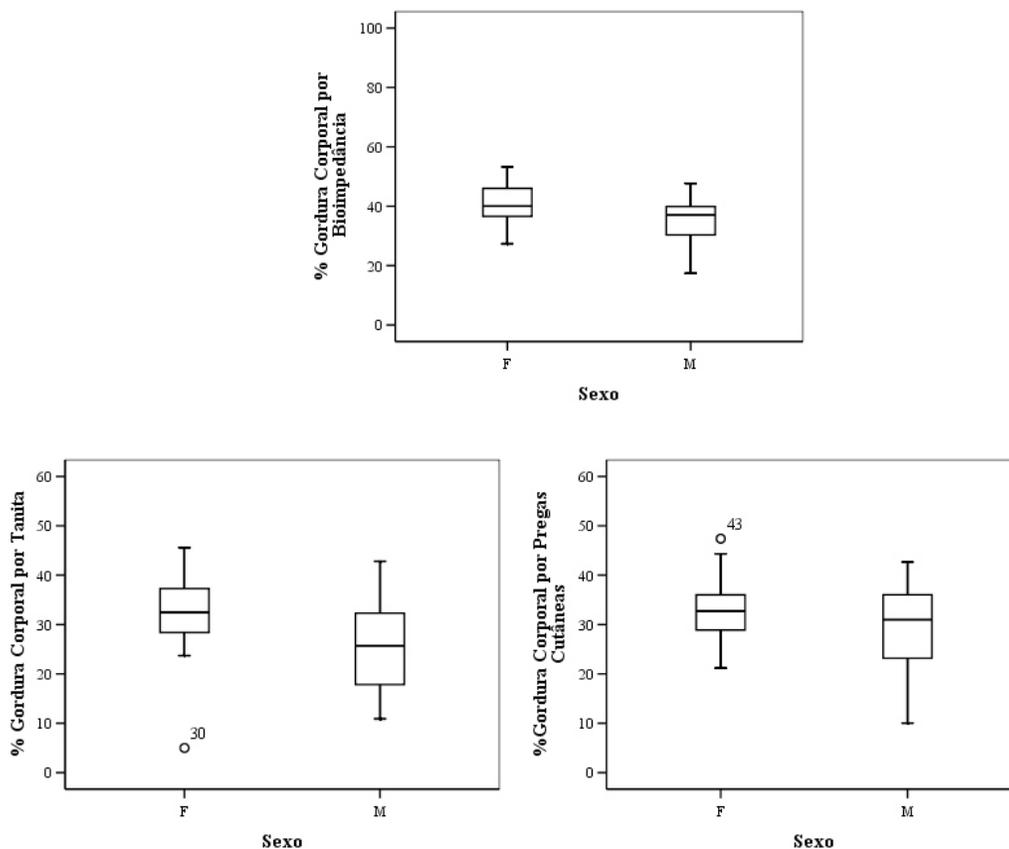
Legenda: D.P.- Desvio padrão.

No presente estudo parece que as maiores médias de índice de conicidade, relação cintura e estatura, relação cintura/quadril foram para as crianças do sexo feminino em relação ao masculino (tabela 5). Os maiores valores médios encontrados para o IC no sexo feminino foram para as idades de 8 anos (IC= 1,27) e 9 anos (IC= 1,29), respectivamente. Os maiores

valores de relação cintura/estatura observados foram de 0,55 para crianças de 10 anos do sexo masculino e 0,58 para crianças do sexo feminino aos 11 anos (tabela 5). No que se refere à relação cintura/quadril as maiores médias para todas as idades foram encontradas em crianças do sexo feminino (tabela 5a). Os maiores valores do RCQ foram de (RCQ= 1,00) para crianças de 7 anos e (RCQ=1,00) para 8 anos de idade.

Construiu-se um gráfico box-plot do percentual de gordura corporal por bioimpedância tetrapolar, Tanita (bioimpedância bipedal) e pregas cutâneas de acordo com o sexo (figura 1).

FIGURA 1: Percentual de gordura corporal pela bioimpedância, Tanita e pregas cutâneas de acordo com o sexo.



Interpretando o box-plot com os dados referentes ao percentual de gordura por bioimpedância tetrapolar, foi observado que, 25% das observações estão abaixo de 36,6 para o sexo feminino e 30,4 sexo masculino (primeira linha horizontal da parte inferior da caixa), 50% estão abaixo de 40,0 para sexo feminino e 36,9 sexo masculino (segunda linha horizontal) e 75% dos valores são inferiores a aproximadamente 46,0 para sexo feminino e 39,9 sexo masculino (terceira linha horizontal).

Quando avaliado o percentual de gordura corporal através da Tanita (bioimpedância bipedal) (Figura 1) observou que 25% das observações estão abaixo de 28,0 para o sexo feminino e 17,8 para sexo masculino, 50% estão abaixo de 32,5 para sexo feminino e 25,7 para sexo masculino e 75% dos valores são inferiores a aproximadamente 37,4 para sexo feminino e 32,3 para sexo masculino.

Finalmente, avaliando o percentual de gordura corporal por pregas cutâneas (Figura 1), foi observado que 25% das observações estão abaixo de 28,6 para o sexo feminino e 22,9 para sexo masculino, 50% estão abaixo de 32,7 para sexo feminino e 31,0 para sexo masculino e 75% dos valores são inferiores a aproximadamente 36,8 para sexo feminino e 36,1 para sexo masculino.

ANÁLISES DE REGRESSÃO

Em muitas pesquisas, o objetivo principal é entender as relações entre variáveis. As análises de regressão possibilitam entender se uma variável é explicada matematicamente por outras variáveis e qual tipo de relação elas possuem. Entender essas relações constitui um problema de análise de regressão. Este termo começou com Francis Galton que o empregou pela primeira vez num estudo da relação entre as alturas de pais e filhos. Sempre que possível, procuramos expressar ou aproximar as relações entre grandezas conhecidas e grandezas que devem ser determinadas em termos de equações matemáticas. Desta forma, o presente estudo, utilizou um modelo de regressão linear múltiplo para entender quais variáveis explicam a porcentagem de gordura corporal por bioimpedância tetrapolar.

Iniciou-se por uma análise univariada da porcentagem de gordura corporal por bioimpedância tetrapolar e as seguintes covariáveis: idade, peso, altura, índice de massa corporal (IMC), índice de conicidade, relação cintura/estatura, relação cintura/quadril. Assim foram obtidos os valores de β , IC- 95% de β e o valor-p. Os resultados da análise univariada podem ser visualizados na tabela 6.

TABELA 6: Análise de Regressão Linear univariada para crianças do estudo (n=89).

Variáveis	B	IC-95 % de β	Valor -p
Idade (anos)	- 1,60	[- 3,14; -0,05]	0, 043
Peso (kgf)	0,26	[0,08; 0,43]	0, 005
Altura (cm)	- 0,09	[- 0, 31; 0,13]	0, 416
IMC	1,30	[0,86; 1,75]	0, 000
Índice de Conicidade	76,55	[58,61; 94,48]	0, 000
Relação Cintura /Estatura	94,48	[74,80; 114,15]	0, 000
Relação Cintura/ Quadril	11,30	[3,57; 19,02]	0, 005

Em relação às variáveis que influenciam o percentual de gordura corporal por bioimpedância tetrapolar, na tabela 6 demonstra que a única variável que não foi estatisticamente significativa foi à altura que apresentou um $p > 0,05$.

Para seleção do modelo multivariado foram utilizadas às análises “*Best Subsets*” e “*Stepwise Backward*”. Finalmente foi realizada uma análise de resíduos para verificar as suposições (normalidade dos resíduos, variância constante dos resíduos e independência dos resíduos) para ajuste do modelo de regressão.

A análise dos modelos multivariados para o percentual de gordura corporal por bioimpedância tetrapolar e as covariáveis do estudo foram conduzidas da seguinte maneira: 1) Foram ajustados todos os modelos de regressão univariados, isto é, a variável resposta com cada covariável; 2) A partir dos ajustes no modelo de regressão univariado, foram selecionadas às variáveis que obtiveram valor- $p \leq 0,25$; 3) Utilizou-se dois métodos de seleção automática denominados “*Stepwise Backward*” e “*Best Subset*” (método de ajuste de todos os modelos possíveis) que utilizam as medidas R-sq, R-sqadj, Mallows Cp e S. Desta forma, os modelos que obtiveram melhores resultados em conjunto dessas estatísticas foram escolhidos; 4) Finalmente, foi verificado através da análise de resíduos às pressuposições do modelo de regressão linear, no qual foram verificados se os resíduos apresentam um distribuição normal, são independentes (não correlacionados) e possuem variância constante.

Para melhor atender a modelagem de regressão linear houve à necessidade de métodos estatísticos complementares, assim, foram utilizadas as metodologias “*Stepwise Backward*” e “*Best Subsets*”. Ambas as metodologias permitem a escolha do melhor modelo de regressão multivariado. Todavia, vale ressaltar que as pressuposições do modelo de regressão não são avaliadas na metodologia “*Best Subsets*” e “*Stepwise Backward*”.

Para as análises estatísticas complementares o presente estudo utilizou os seguintes programas estatísticos: SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 14.0 para a realização da metodologia *“Stepwise Backward”* e o Programa Minitab (*Minitab Statistical Software*) versão 15 para análise de *“Best Subsets”*.

Uma breve descrição sobre as metodologias *“Stepwise Backward”*, *“Best Subset”* podem ser observadas abaixo:

Metodologia *“Stepwise Backward”*

O processo inicia com a inclusão de todas as variáveis do modelo de regressão e ao decorrer do ajuste as variáveis de menor relevância são excluídas da análise sucessivamente. Assim, somente as variáveis mais relevantes e com significância de 5% integram o modelo final de regressão multivariada.

Nesta metodologia é utilizado R² ajustado para comparação entre os modelos de regressão.

Metodologia *“Best Subset”* (Ajuste de todos os modelos possíveis)

O método *“Best Subset”* é usado para ajudar a determinar quais variáveis preditoras (independente) devem ser incluídas no modelo de regressão múltipla. Este método envolve a análise de todos os modelos criados a partir de todas as combinações possíveis de variáveis preditoras. A regressão *“Best Subset”* utiliza R², R-SQ adj = R² ajustado, Mallows Cp e o S para verificar o melhor modelo. A descrição de cada medida utilizada pelo método de *“Best Subsets”* seguem abaixo:

(1) R-SQ = R² (Coeficiente de determinação). Este coeficiente mede a porcentagem da variação da variável resposta que é explicada pelo modelo. Quando aumentamos o número de variáveis no modelo esta medida sofre influência.

(2) R-SQ adj = R² ajustado - Mede a porcentagem da variação da variável resposta que é explicada pelo modelo ajustado pela quantidade de variáveis no modelo. Esta medida é útil para comparar o poder explicativo dos modelos com diferentes quantidades de variáveis.

Os dois R² são porcentagens que variam de -100% a 100%, quanto mais próximo de

100% melhor são os modelos, isto é, a variação do modelo é muito bem explicada pelo modelo.

(3) Mallows Cp - Compara a precisão e o vício do modelo, se o valor do CP for próximo do número de variáveis + constante significa que o modelo é preciso e não viesado.

(4) S é usado como medida de ajuste do modelo de regressão e anova. Representa a distância padrão dos valores com a reta ajustada ou desvio-padrão dos resíduos. O melhor modelo tem menor valor de S.

No modelo multivariado não foram incluídas as variáveis da bioimpedância: percentagem de massa magra, percentagem do volume total de água, quantidade de gordura em (kgf), quantidade de massa magra (osso e músculo) em (kgf), quantidade de massa muscular magra (osso, músculo e água), devido apresentarem alta correlação com o percentual de gordura corporal por bioimpedância e as variáveis percentagem de gordura corporal por pregas cutâneas e por Tanita por predizerem o percentual de gordura corporal.

Após a análise *“Best Subset”* dos parâmetros, foi realizado o método de seleção automática *“Stepwise Backward”* considerando as variáveis do modelo completo (modelo I) apresentados pelos resultados do *“Best Subset”*. Assim, passo a passo foram retiradas as variáveis menos significativas para construção final do modelo de regressão multivariada. Desta forma, participaram do modelo final de regressão as seguintes variáveis: idade, peso (kgf), índice de massa corporal, índice de conicidade e relação cintura/estatura.

Para o modelo final foram realizadas análises de resíduos e se as suposições não fossem violadas, este modelo seria o modelo final multivariado. Assim, as suposições do modelo de regressão linear relacionadas com os resíduos, deveriam apresentar: distribuição normal, variância constante e serem independentes. Para esta análise foi realizado teste de normalidade do gráfico de dispersão entre resíduos versus preditos e resíduos versus ordem. Além disso, foi utilizado o Teste de normalidade *Ryan-Joiner*, similar ao Teste *Shapiro-Wilk* para verificar a normalidade dos resíduos. Neste teste $p > 0,10$ indica que a distribuição do resíduo é normal.

Os três modelos de regressão linear provenientes do resultado do *“Best Subset”* foram ajustados e estão apresentados na tabela 8. O primeiro modelo foi composto pelas variáveis idade, peso (kgf), IMC, relação cintura/estatura, índice de conicidade e relação cintura/quadril e apresentou r^2 igual a 64,9%; o segundo modelo foi composto por idade, peso (kgf), IMC,

índice de conicidade e relação cintura/estatura com r^2 igual a 64,8%; o terceiro modelo foi composto por idade, peso (kgf), IMC e índice de conicidade com r^2 igual a 63,4%.

No item 7.3 (artigo III) encontram-se apresentados os 3 modelos de regressão linear ajustados para o presente estudo de acordo com o método ‘*Best Subset*’.

Na tabela 7, encontram-se os valores das medidas estatísticas (Mallows Cp, S, R^2 ajustado) dos métodos de seleção do modelo ‘*Best Subsets*’ e ‘*Stepwise Backward*’.

TABELA 7: Valores das medidas estatísticas (Mallows Cp, S, R^2 ajustado) segundo os métodos de seleção ‘*Best Subsets*’ e ‘*Stepwise Backward*’.

Método	Modelos	R^2 ajustado	Mallows Cp	S	Número de variáveis
‘ <i>Best Subsets</i> ’	I	64,9 %	7,0	4,8	6
	II	64,8 %	5,1	4,8	5
	II	63,4 %	6,5	4,8	4
‘ <i>Stepwise Backward</i> ’	I	64,9 %	7,0	4,8	6
	II	64,8 %	5,1	4,8	5

No presente estudo, o modelo de regressão final multivariado foi o modelo II do método ‘*Stepwise Backward*’ (tabela 7) que apresentou medida de R^2 ajustado= 64,8, Mallows Cp= 5,1 e S= 4,8. Apesar de não apresentar o melhor R^2 ajustado, este modelo foi escolhido por apresentar um maior número de variáveis estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$).

O modelo de regressão linear escolhido para o presente estudo foi o modelo II (tabela 7) do método ‘*Stepwise Backward*’, na qual a equação de regressão é representada abaixo:

Equação de regressão linear multivariada:

$$\% \text{ GC BIA} = - 163 - 2,21. \text{ idade} - 1,83. \text{ peso} + 10,1. \text{ IMC} + 263. \text{ índice de conicidade} - 465. \text{ relação cintura/estatura}$$

Legenda: GC- Gordura Corporal, BIA- bioimpedância tetrapolar, IMC- índice de massa corporal.

A análise de resíduos demonstrou que para o presente o estudo os erros são normais, a variância foi constante e os resíduos foram independentes (ANEXO 4 e 5).

No intuito de verificar o risco cardiometabólico através do índice de conicidade e relação cintura/estatura, optou-se em adicionar dois novos objetivos que não foram contemplados nos artigos elaborados nesta dissertação. Os objetivos adicionados estão representados abaixo:

- Avaliar o risco cardiometabólico em uma sub-amostra de 89 escolares através do índice de conicidade, relação cintura/estatura de acordo com os pontos de corte propostos por SANT'ANNA (2008);
- Avaliar o risco cardiometabólico em uma sub-amostra de 89 escolares através da relação cintura/estatura, segundo pontos de corte recomendados por ASHWELL (2009);

Descrição dos resultados que foram adicionados nesta dissertação

Foram realizadas comparações entre os valores encontrados no presente estudo para o índice de conicidade e relação cintura/estatura e os pontos de corte propostos por SANT'ANA (2008) de acordo com o sexo e idade (tabela 8). As distribuições de frequências para as crianças com risco cardiometabólico através do índice de conicidade e relação cintura/estatura podem ser observados na tabela 8.

TABELA 8: Distribuições de frequências para as crianças com risco cardiometabólico através do índice de conicidade e relação cintura/estatura, de acordo com os pontos de corte propostos SANT'ANA (2008).

Idade (anos)	RISCO CARDIOMETABÓLICO ATRAVÉS DO ÍNDICE DE CONICIDADE				RISCO CARDIOMETABÓLICO ATRAVÉS DA RELAÇÃO CINTURA/ESTATURA			
	Masculino		Feminino		Masculino		Feminino	
	n	%*	n	%*	n	%*	n	%*
6	-	-	-	-	-	-	-	-
7	3	60	7	87,5	5	100	8	100
8	13	92,9	13	76,5	13	92,9	16	94,1
9	17	100	11	100	15	88,2	11	100

Legenda: *a porcentagem apresentada para cada idade e sexo não totalizam 100% uma vez que é a representação somente do percentual de risco.

Quando utilizados os pontos de corte propostos por SANT'ANA (2008), apresentados anteriormente na tabela 1, observou-se que no presente estudo crianças do sexo masculino

com idades de 8 e 9 anos apresentaram maior risco cardiometabólico. Já sexo feminino os maiores riscos foram encontrados para as crianças com 7 e 9 anos respectivamente (tabela 8).

Em relação à variável relação cintura/estatura na tabela 10, observou-se que meninos com idades de 7 e 8 anos apresentam maior risco cardiometabólico e no sexo feminino os maiores riscos foram observados para as idades 7 e 9 anos de idade.

Para os valores encontrados na relação cintura/estatura, foram realizadas comparações com o ponto de corte recomendados por ASHWELL (2009), no qual valores de RCE > 0,50 indicam risco cardiometabólico.

As distribuições de frequências para as crianças com risco cardiometabólico através da relação cintura/estatura segundo o ponto de corte recomendado por ASHWELL (2009), podem ser observadas na tabela 9.

TABELA 9: Distribuições de frequências para as crianças com risco cardiometabólico através da relação cintura/estatura, de acordo com os pontos de corte recomendados por ASHWELL (2009).

RISCO CARDIOMETABOLICO ATRAVÉS DA RELAÇÃO CINTURA/ESTATURA					
		Masculino		Feminino	
Idade (anos)	n	%*	n	%*	
6	-	-	-	-	-
7	3	60	4	50	
8	10	71,4	13	76,5	
9	10	58,8	10	90,9	
10	5	71,4	4	66,7	
11	1	100	3	100	

Legenda: *a porcentagem apresentada para cada idade e sexo não totalizam 100% uma vez que é a representação somente do percentual de risco.

Com relação à variável relação cintura/estatura na tabela 9, observou-se que meninos com idades de 8,10 e 11 anos apresentam maior risco cardiometabólico e no sexo feminino os maiores riscos foram observados para as idades 8, 9 e 11 anos de idade.

Para o presente estudo observou-se diferenças entre as comparações nos valores de relação cintura/estatura de acordo com a idade e os pontos de corte propostos por

SANT'ANA (2008) e o recomendado por ASHWELL (2009). Observou-se que para as comparações segundo pontos de corte propostos por SANT'ANA (2008), as crianças de 7,8 e 9 anos para ambos os sexos apresentaram maiores percentuais de risco cardiometabólico (tabela 8), quando comparadas com os valores recomendados por ASHWELL (2009) (tabela 9). Além disso, percebeu-se que de acordo com ponto de corte recomendado por ASHWELL (2009) crianças de 10 anos idade do sexo masculino apresentaram maior risco cardiometabólico do que meninas da mesma idade (tabela 9).

Para as comparações dos valores de índice de conicidade e relação cintura/estatura de acordo com a classificação do estado nutricional, foram utilizados os pontos de corte do IC e RCE propostos por SANT'ANA (2008). Os valores encontrados no presente estudo podem ser observados na tabela 10.

TABELA 10: Comparações dos valores de índice de conicidade e relação cintura/estatura propostos por SANT'ANA (2008) de acordo classificação do estado nutricional.

Classificação	RISCO CARDIOMETABÓLICO ATRAVÉS DO ÍNDICE DE CONICIDADE				RISCO CARDIOMETABÓLICO ATRAVÉS DA RELAÇÃO CINTURA/ESTATURA			
	Masculino		Feminino		Masculino		Feminino	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Eutrófico	7	70	2	66,7	7	70	2	66,7
Sobrepeso	17	100	16	80	17	100	20	100
Obesidade	9	100	13	100	9	100	13	100

Legenda: *a porcentagem apresentada para cada idade e sexo não totalizam 100% uma vez que é a representação somente do percentual de risco.

Em relação ao índice de conicidade e relação cintura/estatura versus classificação do estado nutricional, observou-se que crianças eutróficas apresentaram 70 % de risco cardiometabólico para sexo masculino e 66,7 % para o sexo feminino através do IC. Quando avaliadas as crianças com sobrepeso e obesidade, observou-se 100% de risco cardiometabólico para classificação em ambos os sexos via IC e RCE, exceto no IC para o sexo feminino que apresentou um risco cardiometabólico de 80 %.

Utilizando o ponto de corte recomendado por ASHWELL (2009), foram realizadas comparações dos valores encontrados para relação cintura/estatura neste estudo, segundo a classificação do estado nutricional. Os valores encontrados podem ser observados na tabela 11.

TABELA 11: Comparações dos valores encontrados de relação cintura/estatura segundo classificação do estado nutricional no presente estudo e os valores recomendado por ASHWELL (2009).

Classificação	RISCO CARDIOMETABÓLICO ATRAVÉS DA RELAÇÃO CINTURA/ESTATURA			
	Masculino		Feminino	
	n	%	n	%
Eutrófico	0	0	0	0
Sobrepeso	19	79,2	17	70,8
Obesidade	10	100	17	100

Legenda: *a porcentagem apresentada para cada idade e sexo não totalizam 100% uma vez que é a representação somente do percentual de risco.

No presente estudo, ao realizar as comparações dos valores de relação cintura/estatura segundo classificação do estado nutricional e o ponto de corte recomendado por ASHWELL (2009), observou-se que as crianças eutróficas apresentaram 0% risco cardiometabólico para ambos os sexos. Quando avaliadas crianças com sobrepeso observou-se maior risco cardiometabólico para sexo masculino 79,2 % quando comparado com o sexo feminino 70,8%. Já para a obesidade os valores de risco cardiometabólico encontrados foram de 100 % para ambos os sexos (tabela 11).

No presente estudo observou-se diferenças entre as comparações nos valores de relação cintura/estatura e os pontos de corte propostos por SANT'ANA (2008) e o recomendado por ASHWELL (2009). Observou-se que para as crianças eutróficas e sobrepeso, os valores propostos por SANT'ANA (2008) indicaram maiores riscos para ambos os sexos (tabela 10) quando comparados com os valores recomendado por ASHWELL (2009) (tabela 11). Para obesidade em ambas comparações encontraram 100% de risco cardiometabólico. Vale ressaltar, que para diferenças de riscos encontrados para crianças eutróficas e sobrepeso, os pontos de corte propostos por SANT'ANA (2008) são mais específicos para cada idade. Sendo assim, são necessários novos estudos com amostra representativa para verificar qual ponto de corte é mais adequado na população brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHWELL, M. Obesity risk: importance of the waist-to-height ratio. **Nursing Standard**, v.23, n.41, p. 49-54, 2009.

SANT'ANA, M.S.L. Indicadores antropométricos como preditores de gordura corporal em crianças de 6 a 9 anos de idade, atendidas pelos Programas de Saúde da Família do município de Viçosa-MG. Dissertação [mestrado]. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2008, 121p.

APÊNDICE



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

TCLE

1. Título do estudo:

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DE UM PROGRAMA DE ATIVIDADE FÍSICA NA CONCENTRAÇÃO PLASMÁTICA DE ADIPOCITOCINAS EM CRIANÇAS OBESAS E COM SOBREPESO DE ESCOLAS PÚBLICAS DOS MUNICÍPIOS DE OURO PRETO E BARBACENA, MG.

2. Objetivo do estudo:

Geral:

Avaliar programa de intervenção de atividade física com duração de 1 ano para prevenção e redução da obesidade infantil e fatores de riscos associados por meio de ações apropriadas visando à melhoria de políticas públicas nas comunidades de Ouro Preto e Barbacena, Minas Gerais.

Específicos:

- Caracterizar o estado nutricional e a composição corporal de 1600 escolares, na faixa etária de 6 a 9 anos;
- Caracterizar o hábito alimentar de 1600 escolares na faixa etária de 6 a 9 anos, matriculados em instituições públicas do município de Ouro Preto e Barbacena, Minas Gerais;
- Determinar o padrão de prática de atividade física entre 1600 crianças da faixa etária de 6 a 9 anos;
- Identificar fatores de risco para sobrepeso e obesidade em 1600 crianças da faixa etária de 6 a 9 anos;
- Avaliar o impacto das ações do programa de intervenção nutricional na redução do Índice de Massa Corporal das crianças;
- Avaliar o impacto das ações do programa de intervenção nutricional na redução do percentual de gordura corporal das crianças;
- Avaliar o impacto das ações do programa de intervenção nutricional nos hábitos alimentares das crianças, considerando: aumento do consumo de frutas, verduras,

legumes e redução de alimentos obesogênicos tais como refrigerantes, carboidratos simples, gorduras;

- Avaliar o impacto das ações do programa de intervenção nutricional e atividade física na redução do percentual de gordura corporal das crianças;
- Avaliar o impacto do programa de intervenção sobre a prática da atividade física sobre as concentrações plasmáticas de adipocitocinas (hormônios) associadas à obesidade: adiponectina, leptina e grelina.

3. Local de Execução:

O estudo será realizado nos municípios de Ouro Preto – MG e Barbacena - MG, sendo que as crianças serão recrutadas das escolas da rede pública de cada um dos municípios incluídos.

4. Contato dos pesquisadores:

Prof. Joel Alves Lamounier (UFMG): fone (031) 3409-9638 – Departamento de Pediatria

Prof. André Everton de Freitas (UFMG): Fone (031) 3409-9638 – Pós-graduação Ciências da Saúde – Faculdade de Medicina

Profa. Danusa Dias Soares: Fone (31) 34992334 - Laboratório de Fisiologia do Exercício – Escola de Educação Física - UFMG

Prof. Camilo A. Mariano da Silva (UFOP): fone (031) 3559-1838 – Escola de Nutrição

5. Critérios de Inclusão:

- Pertencer à faixa etária compreendida entre 6 a 9 anos, em boas condições de saúde (aptas para a prática de atividade física);
- Estar matriculada na rede pública (municipal) em turnos da manhã ou tarde dos municípios de Ouro preto e Barbacena;

6. Critérios de exclusão:

- Recusa da criança a participar do estudo;

- Recusa dos pais e/ou responsáveis em deixar a criança participar do estudo;
- Crianças na faixa etária de 6 a 9 anos portadora de enfermidades crônicas ou fizerem uso de medicamentos crônicos;
- Serão incluídas escolas com menos de 200 alunos e turmas do horário noturno.

7. Descrição do estudo:

Trata-se de um estudo clínico, longitudinal, para avaliar o impacto de um programa de intervenção para controle e redução da obesidade e sobrepeso em crianças de 6 a 9 anos de idade, matriculadas em escolas públicas nos municípios de Ouro Preto e Barbacena, Minas Gerais. Estudo com previsão de 1 ano, com monitoramento e avaliações dos resultados semestralmente com base em educação nutricional e promoção da atividade física nas crianças no contexto da escola e da comunidade.

Este trabalho objetiva avaliar programa de intervenção nutricional e atividade física com duração de 1 ano para prevenção e redução da obesidade infantil e fatores de riscos associados por meio de ações apropriadas visando a melhoria de políticas públicas nas comunidades de Ouro Preto e Barbacena, Minas Gerais.

Pretende-se neste estudo:

- Caracterizar o estado nutricional, hábito alimentar, composição corporal, padrão de prática de atividade física (gasto calórico) dos escolares, na faixa etária de 6 a 9 anos;
- Identificar fatores de risco para sobrepeso e obesidade;
- Avaliar o impacto das ações do programa de intervenção nutricional e atividade física na redução do Índice de Massa Corporal das crianças;
- Avaliar o perfil lipídico e a glicemia;
- Avaliar o impacto do programa de intervenção sobre a prática da atividade física sobre as concentrações plasmáticas de adipocitocinas (hormônios) associadas à obesidade: adiponectina, leptina e grelina.

Os voluntários serão submetidos à avaliação antropométrica, de composição corporal (pregas cutâneas e água marcada) e será aferida também a pressão arterial. Nestas avaliações, as técnicas preconizadas para obtenção correta destas medidas serão respeitadas.

Os parâmetros bioquímicos avaliados serão realizados por farmacêutico/bioquímico, por

punção venosa para: colesterol total,, Triglicérides (TG), Colesterol Total (CT) e Lipoproteína de Baixa Densidade (LDL) e Lipoproteína de alta Densidade (HDL), glicemia e concentração de Adipocitocinas, nos laboratórios de cada município estudado. Será ainda aplicado um questionário socioeconômico, psicológico e de estilo de vida e inquéritos dietéticos.

A partir dos dados coletados, será realizada uma criteriosa avaliação de cada participante, a fim de diagnosticar o percentual e a distribuição da gordura corporal, hábitos alimentares, nível de atividade física e perfis bioquímicos. Após esta etapa, os indivíduos serão distribuídos aleatoriamente para dois grupos (intervenção e controle). O grupo intervenção será submetido a um programa monitorado de atividade física e, tanto o grupo controle quanto o de intervenção, receberão palestras educativas de hábitos saudáveis de vida (qualidade de vida, hábitos alimentares, etc).

8. Critérios de atendimento e assistência:

Todo trabalho será realizado pela equipe e colaboradores treinados, sendo que todos os participantes receberão retorno específico à situação encontrada e sempre que necessário serão encaminhados aos serviços afins de cada uma das instituições de ensino envolvidas no projeto.

9. Benefícios para os indivíduos:

Os voluntários participarão de avaliação do estado de saúde, sendo considerado avaliação da porcentagem de gordura corporal, peso, IMC, pressão arterial, gasto calórico na atividade física e exames bioquímicos realizados. Todos os participantes receberão os resultados, orientações específicas e sempre que necessário serão encaminhados a serviço especializado.

10. Riscos para os indivíduos:

Não há qualquer tipo de risco para os envolvidos no desenvolvimento do trabalho. Os participantes e os pais e/ou responsáveis serão devidamente informados e orientados sobre todo procedimento.

11. Direito dos indivíduos de recusar-se a participar ou retirar-se do estudo:

A participação no estudo é voluntária e ao indivíduo confere-se o direito para recusar-se a participar ou retirar-se do estudo a qualquer momento, sem prejuízo ou justificativa.

12. Direitos dos indivíduos quanto à privacidade:

Os resultados da pesquisa serão analisados e aos envolvidos será assegurada a privacidade dos mesmos.

13. Publicação das informações:

Os dados obtidos estarão disponíveis para a equipe envolvida na pesquisa, e os mesmos serão publicados, sendo mantidos aos participantes, os direitos assegurados nos itens 11 e 12.

15. Informação financeira:

Os indivíduos que participarão da pesquisa serão voluntários sem contrato de trabalho e sem remuneração.

16. Danos à saúde:

Qualquer enfermidade ocorrida durante a pesquisa não é de responsabilidade da equipe, uma vez que a mesma não está associada a nenhum dano à saúde. Assim, a equipe de trabalho fica isenta da obrigação de tratamento de enfermidade durante o estudo.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Eu, _____(nome do responsável),
_____(grau de parentesco com a criança), estou ciente do estudo “Programa de intervenção para redução da obesidade e sobrepeso em escolares dos municípios de Ouro Preto e Barbacena, MG”; cujo objetivo é avaliar o impacto de um programa de intervenção de atividade física e nutricional para controle da obesidade em crianças de 6 a 9 anos de idade, matriculadas em escolas públicas do município de Ouro Preto, MG. Assim, autorizo a participação de meu filho _____(nome da criança), visto que todo trabalho será realizado por equipe treinada, sendo que a criança receberá retorno específico à situação encontrada e, se necessário, será encaminhada ao serviço de saúde local. A participação no estudo é voluntária, podendo tanto os pais e/ou responsáveis, quanto à criança recusar-se a participar ou se retirar do estudo a qualquer momento, sem prejuízo ou justificativa.

Assinaturas

Pai/responsável _____

Data ____/____/____

Responsáveis pelo estudo:

Prof. Joel Alves Lamounier: fone (031) 3409-9638 – Departamento de Pediatria (UFMG)

Prof. André Everton de Freitas: Fone (031) 34099638 – Pós-graduação Ciências da Saúde – Faculdade de Medicina (UFMG)

Profa. Danusa Dias Soares: Fone (31) 34992334 - Laboratório de Fisiologia do Exercício – Escola de Educação Física – (UFMG)

Prof. Camilo A. Mariano da Silva: fone (031) 3559-1838 – Escola de Nutrição (UFOP)