



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
DEPARTAMENTO DE MEDICINA SOCIAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA



Forma corporal aos seis anos: componentes e determinantes

Tese de doutorado

Leonardo Pozza dos Santos

**Pelotas - RS
2016**

Leonardo Pozza dos Santos

Forma corporal aos seis anos: componentes e determinantes

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Epidemiologia.

Orientador: Prof. Dr. Alúcio Jardim Dornellas de Barros

Coorientador: Ken K Ong

Pelotas – RS

2016

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S237f Santos, Leonardo Pozza dos

Forma corporal aos seis anos : componentes e determinantes / Leonardo Pozza dos Santos ; Aluísio J D Barros, orientador ; Ken K Ong, coorientador. — Pelotas, 2016.

231 f.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Pelotas, 2016.

1. Epidemiologia. 2. Crianças. 3. Crescimento. 4. Forma corporal. 5. Estudos de coorte. I. Barros, Aluísio J D, orient. II. Ong, Ken K, coorient. III. Título.

CDD : 614.4

Elaborada por Carmen Lucia Lobo Giusti CRB: 10/813

Leonardo Pozza dos Santos

Forma corporal aos seis anos: componentes e determinantes

Banca Examinadora

Prof. Dr. Aluísio J D Barros (presidente)

Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Maria Cristina Gonzalez (examinadora)

Universidade Católica de Pelotas

Prof. Dr. Pedro Curi Hallal (examinador)

Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Maria Cecília Formoso Assunção (examinadora)

Universidade Federal de Pelotas

“Para tudo há um tempo, para cada coisa há um momento debaixo dos céus: tempo para nascer, e tempo para morrer; tempo para plantar, e tempo para colher o que se plantou.”

(Eclesiastes 3, 1-2)

À Deus;

À família;

Aos amigos;

Pelo Brasil

Agradecimentos

Passado todo o trabalho envolvido ao longo desses quatro anos de doutorado, é hora de agradecer. Agradeço a Deus por ser meu alicerce, iluminar meu caminho e possibilitar experiências antes inimagináveis. Agradeço também à minha família e aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado. Em especial aos meus pais, que em todos os momentos de minha vida incentivaram a busca do saber, mostrando-me desde cedo a importância da educação em nossas vidas.

Agradeço também ao meu orientador, Aluísio JD Barros, por quem tenho muita admiração e respeito. Aluísio abriu-me inúmeras portas ao longo do doutorado, auxiliando em meu crescimento como pesquisador, fazendo com que me tornasse um profissional independente e maduro. E a Ken Ong, que me recebeu de portas abertas em Cambridge, possibilitando uma experiência incrível em uma das melhores Universidades do mundo.

Citando Margaret Thatcher, não existe dinheiro público, o que existe é o dinheiro dos pagadores de impostos. Por isso, devo agradecimento ao contribuinte brasileiro, que financiou de forma indireta toda a minha formação, através da elevada carga tributária imposta. O mínimo que posso fazer para retribuir o financiamento a mim confiado é produzir conhecimento do mais alto nível para o desenvolvimento de nosso país. Cabe destacar aqui os membros da Coorte de Nascimentos de 2004 e seus responsáveis. Sem eles, o trabalho não seria possível.

Por fim, é importante salientar que não há amor sem renúncia! Diante disso, agradeço à minha esposa, Stela B Machado, que esteve ao meu lado durante todo o período deste doutorado, período em que deixamos de ser simples namorados e passamos a ser uma família. Ela que por determinado período renunciou à carreira, aos amigos e aos familiares para se aventurar em terras distantes e ser o meu suporte em tempos de aprendizado e angústia, de novidades e saudades. Sem ela, os fardos teriam sido mais pesados! Sem ela, o caminho teria sido mais espinhoso! A ela, a minha eterna gratidão!

Resumo

Santos, Leonardo Pozza. **Forma corporal aos seis anos: componentes e determinantes**. Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia. Universidade Federal de Pelotas (UFPel), 2016.

O acúmulo de tecido adiposo, principalmente na região central (forma corporal androide), é usualmente avaliado por medidas tradicionais, como o índice de massa corporal e circunferência da cintura, e tem sido associado a risco de doenças crônicas. No entanto, essas medidas tradicionais podem não avaliar a variabilidade total da forma corporal, subestimando outras possíveis dimensões presentes. Entre 2010 e 2011, 3350 crianças com idade média de 6,8 anos participaram do acompanhamento da coorte de nascimentos de 2004 e foram examinadas pelo *Three-Dimensional Photonic Scanner*, que calculou mais de 30 medidas, entre circunferências, medidas de comprimento e volume corporal, entre outras. O primeiro artigo desta tese objetivou descrever a variabilidade total da forma corporal aos seis anos, a partir das diferentes medidas calculadas pelo scanner, e sua correlação com medidas tradicionais de antropometria e composição corporal. Usando análise de componentes principais, identificamos quatro componentes da forma corporal (*corpulência, razão centro-periférica, altura e comprimento dos braços e diâmetro dos ombros*), sendo que apenas um deles (*corpulência*) apresentou forte correlação com medidas tradicionais de antropometria e composição corporal. Além disso, tais componentes apresentaram diferenças de acordo com algumas características das crianças, tais como sexo, nível socioeconômico e peso ao nascer. Neste artigo, concluímos que existem dimensões da forma corporal que podem não estar sendo bem capturadas por medidas tradicionais de antropometria e composição corporal. Ademais, diferenças nesses componentes de acordo com características sociodemográficas podem indicar potenciais riscos futuros. Após, realizou-se uma revisão sistemática no intuito de identificar os determinantes da forma corporal no período pré-pubertal. Nessa revisão identificamos que a forma corporal é avaliada de diferentes formas (circunferência da cintura e quadril, pregas cutâneas ou medidas regionais calculadas pelo DXA) e que o peso ao nascer e o ganho de peso na infância

precoce foram os determinantes mais evidentes da forma corporal antes da puberdade. Diferenças por sexo foram observadas desde idades precoces, mas foram dependentes da maneira como a forma corporal foi avaliada. Em nossa revisão, encontramos evidência limitada a respeito dos efeitos da cor da pele, características maternas e aleitamento materno e alimentação na infância sobre a forma corporal. Por fim, no último artigo da tese investigamos o efeito da alimentação na infância precoce (1, 2 e 4 anos) na determinação da forma corporal aos 6 anos. Apesar de haver uma relativa estabilidade nos padrões alimentares indentificados de 1 a 4 anos de idade, tais padrões não apresentaram associação consistente com o IMC e com a forma corporal aos 6 anos após ajuste para fatores sociodemográficos. Sendo assim, nossa tese permite concluir que há dimensões da forma corporal que podem estar sendo marginalizadas pelas medidas típicas que avaliam a forma corporal. Peso ao nascer e rápido ganho de peso são determinantes evidentes da forma aos 6 anos e diferenças por sexo já são evidentes desde cedo. Por fim, os padrões alimentares na infância precoce estão mais relacionados a fatores sociais e não determinam a forma corporal aos 6 anos.

Asbtract

Santos, Leonardo Pozza. **Forma corporal aos seis anos: componentes e determinantes**. Thesis (Doctoral Thesis). Post-graduate Program in Epidemiology. Federal University of Pelotas (UFPel), 2016.

Central body shape is usually assessed by traditional anthropometry (e.g. BMI and waist and hip circumferences) and is associated with adverse outcomes. However, these measures may underestimate the total variability of body shape, not detecting other possible dimensions. Between 2010 and 2011, 3350 children from 2004 Pelotas Birth Cohort Study (6.8 years average age) were followed and examined by *Three-Dimensional Photonic Scanner*, and more than 30 different measures among circumnferences, body lengths and body volume were calculated. The first paper of our thesis aimed to describe the variation of body shape and size in 6 year-old children and assess how these dimensions are captured by traditional anthropometric and body composition measurements. Using Principal Component Analysis, we found four different body shape's components (*corpulence, central:peripheral ratio, height & arm lengths e shoulder diameter*), and only one (*corpulence*) was well correlated with traditional anthropometry and body composition measures. Moreover, these components presented differences according to some children's characteristics, such as sex, socioeconomic position and birth weight. We concluded that some dimensions of children's body shape and size are not well captured by traditional anthropometry or body composition measures. In addition, differences in these novel components by sex, birth weight, socio-economic position and skin colour may indicate their potential relevance to disease risks. After, we carried out a systematic review where we aimed to identify the determinants of body shape in pre-pubertal children. In this study, we identified that body shape is defined in different ways (waist and/or hip circumferences, skinfold thickness measurements, or regional body composition by DXA scanning). Birth weight and infancy weight gain were the most evident determinants of children's body shape. Sex differences in body shape were dependent on the type of measurement. In our systematic review, there was limited evidence reported for effects of ethnicity, maternal characteristics, and breastfeeding and dietary practices in infancy on body shape. Finally, in the last

paper we investigated the effect of dietary intake patterns at 1, 2 and 4 years on BMI z-score and body shape. Despite we have found a relative tracking of dietary intake pattern from 1 to 4 years of age, these patterns were not consistently associated with BMI z-score and body shape after adjustment for sociodemographic characteristics. We concluded that there are different dimensions of children's body shape and size which may not being well captured by anthropometry and body composition measures. Birth weight and infancy weight gain are the most determinants of children's body shape, and sex differences are dependent of the way body shape is defined. Finally, dietary intake patterns from 1 to 4 years are more associated with sociodemographic characteristics than with body shape at 6 years.

Sumário

Apresentação.....	11
Seção 1 – Projeto de doutorado.....	13
Projeto de Doutorado.....	14
Modificações feitas no projeto.....	94
Relatório do doutorado sanduíche.....	97
Seção 2 – Artigos 1, 2 e 3 e comunicado à imprensa.....	105
<u>Artigo 1</u> - <i>Body shape and size in 6-year old children: assessment by three-dimensional photonic scanning.....</i>	106
<u>Artigo 2</u> - <i>Determinants of body shape in pre-pubertal children: a systematic review.....</i>	128
<u>Artigo 3</u> – <i>Relationship among dietary intake patterns from 1 to 4 years and their association with BMI z-score and body shape at 6 years.....</i>	151
Comunicado à imprensa.....	172
Seção 3 – Anexos.....	177
Anexo 1 – Relatório do trabalho de campo: acompanhamento 6-7 anos.....	178
Anexo 2 – Recordatório alimentar 1, 2 e 4 anos.....	226
Anexo 3 – Medidas possíveis de serem calculadas pelo Photonic Scanner e aquelas utilizadas em nosso estudo da forma corporal.....	230

Apresentação

A tese apresentada foi preparada de acordo com as normas adotadas pelo Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas. O volume é composto de quatro capítulos.

Na primeira seção apresentamos o projeto de doutorado elaborado e qualificado no ano de 2013, com as sugestões da banca examinadora incorporadas ao texto. Em seguida, apresentamos as modificações realizadas no projeto e o relatório do doutorado sanduíche realizado na Universidade de Cambridge, onde os três artigos da tese foram elaborados.

Na segunda seção temos o primeiro artigo da tese, intitulado '*Body shape and size in 6-year old children: assessment by three-dimensional photonic scanning*'. Esse artigo apresenta uma descrição das diferentes dimensões da forma corporal, suas relações com medidas tradicionais de antropometria e composição corporal e suas diferenças de acordo com características sociodemográficas. O manuscrito foi aceito para publicação no periódico *International Journal of Obesity*.

Na segunda seção apresentamos também o artigo de revisão intitulado '*Determinants of body shape in pre-pubertal children: a systematic review*'. Neste artigo verificamos como a forma corporal tem sido avaliada através dos diferentes métodos e seus principais determinantes em crianças no período anterior a puberdade. O manuscrito está submetido no periódico *Nutrition Reviews*.

O último artigo da seção 2 é o trabalho intitulado '*Relationship among dietary intake patterns from 1 to 4 years and their association with BMI z-score and body shape at 6 years*', que utilizou dados de alimentação infantil do 1 aos 4 anos de idade para avaliar o efeito da alimentação no IMC e na forma corporal aos 6 anos. Esse artigo será submetido ao periódico *European Journal of Clinical Nutrition*.

Ainda na segunda seção apresentamos também um comunicado à imprensa com base nos resultados dos nossos três artigos científicos, que será disponibilizado aos principais meios de comunicação da cidade.

Por fim, na última seção desta tese apresentamos o relatório do trabalho de campo do acompanhamento dos 6-7 anos da Coorte de Nascimentos de 2004, bem como os anexos utilizados durante o doutorado e relevantes para a tese.

Seção 1 – Projeto de Doutorado



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
DEPARTAMENTO DE MEDICINA SOCIAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA



Forma corporal aos seis anos: componentes e determinantes

Projeto de Pesquisa

Doutorando: Leonardo Pozza dos Santos
Orientador: Aluísio Jardim Dornellas de Barros

Pelotas - RS

2013

Leonardo Pozza dos Santos

Forma corporal aos seis anos: componentes e determinantes

Projeto de pesquisa apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Epidemiologia.

Orientador: Aluísio Jardim Dornellas de Barros

Pelotas – RS

2013

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	20
2. REVISÃO DA LITERATURA	22
2.1. O estudo das medidas corporais e da forma corporal	22
2.1.1. Medidas corporais ao longo da vida e seus impactos para a saúde	24
2.2. A evolução da técnica tri-dimensional no estudo das medidas corporais	25
2.3. Modelo conceitual	42
2.3.1 Características demográficas e econômicas	42
2.3.2. Período pré-natal e peso ao nascer	43
2.3.3. Aleitamento materno, alimentação e ganho de peso na infância	44
2.3.4. Estado nutricional e composição corporal	45
2.3.5. Construção do modelo teórico de determinação da forma corporal	45
3. JUSTIFICATIVA	47
4. OBJETIVOS	48
5. HIPÓTESES	49
6. METODOLOGIA	50
6.1. A coorte de nascimentos de 2004	50
6.2. Metodologia do projeto	51
6.2.1. Delineamento	51
6.2.2. População-alvo	51
6.2.3. Critérios de exclusão	51
6.2.4. Definição do desfecho	51
6.2.5. Variáveis independentes	54
6.2.6. Instrumentos	55
6.2.7. Poder amostral	56
6.2.8. Seleção e treinamento de equipe	57
6.2.9. Logística do trabalho de campo	57
6.2.10. Processamento dos dados	58

6.2.11. Análise de dados	58
6.2.12. Materiais.....	61
6.2.13. Aspectos éticos	61
6.2.14. Cronograma	61
6.2.15. Orçamento.....	61
6.2.16. Divulgação dos resultados	61
REFERÊNCIAS	63
ANEXOS	75
Anexo 1.	75
Anexo 2.	90
Anexo 3.	91

Resumo

Será realizado um estudo com o intuito de avaliar a forma corporal e seus componentes aos seis anos, bem como analisar seus determinantes precoces. Ademais, pretende-se avaliar a capacidade do Three Dimensional Photonic Scanner como técnica para obtenção de medidas antropométricas. A coorte de nascimentos de 2004, realizada na cidade de Pelotas, constitui uma valiosa fonte de informações para este estudo, pelo fato de possuir dados desde o nascimento dos participantes. Trata-se de um estudo prospectivo longitudinal, com foco na visita que foi realizada entre os anos de 2010 e 2011, tendo os participantes da coorte seis anos de idade. Será utilizado o Three Dimensional Photonic Scanner, da marca TC², para obter informações sobre as medidas corporais indicadoras da forma corporal dos indivíduos estudados, através de imagens coletadas por técnicos treinados e padronizados. Além disso, serão utilizadas informações a respeito de variáveis contemporâneas relativas à escolaridade dos pais, renda familiar, hábitos alimentares das crianças e prática de atividade física por meio de questionário semi-estruturado. Os aspectos metodológicos do estudo e logística de campo seguirão o projeto geral da coorte. O projeto será submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas.

Artigos Planejados

De modo a cumprir os pré-requisitos impostos à obtenção do título de doutor em Epidemiologia, serão escritos quatro artigos científicos baseados nesse projeto, a saber:

- 1- Fazer um artigo descritivo mostrando as diferenças forma corporal aos seis anos de acordo com o sexo e a cor da pele das crianças, com as medidas de gordura e massa magra e com os padrões alimentares aos seis anos.
- 2- Estudar a associação entre variáveis precoces (peso ao nascer, alimentação na infância e crescimento), padrão alimentar atual e as medidas corporais indicadoras da forma corporal aos seis anos.
- 3- Revisão sistemática sobre a forma corporal ao longo da vida e suas diferenças e determinantes nos diferentes estágios da vida.

Lista de figuras, quadros e tabelas

Figura 1. Forma corporal androide e forma corporal ginecoide.	10
Figura 2. Exemplo de 3DPS que capta imagem via fotogrametria (a), modelo que utiliza raios-laser (b) e modelo que utiliza ondas de rádio (c).....	13
Figura 3. Usos do 3DPS em diversas áreas do conhecimento (Adaptado de Lerch et. al., 2007).....	15
Figura 4. Fluxograma da busca nas bases de dados dos estudos sobre as medidas corporais das crianças.....	21
Figura 5. Modelo teórico da determinação das medidas corporais na infância.....	32
Figura 6. Exemplo de imagem tridimensional obtida pelo 3DPS com as medidas corporais captadas pelo aparelho.....	39
Figura 7. Exemplo de imagem tridimensional obtida pelo 3DPS (perfil)	40
Figura 8. Modelo hierárquico para análise da associação entre a forma corporal em crianças e variáveis precoces e contemporâneas.....	46
Quadro 1. Artigos da área da saúde que utilizaram o 3DPS.....	16
Quadro 2. Artigos sobre medidas corporais e forma corporal.....	22
Quadro 3. Descrição dos dados de acompanhamento da Coorte de Nascimentos de 2004. Pelotas, RS.....	36
Quadro 4. Principais exposições precoces de acordo com o ano de coleta	41
Quadro 5. Cálculo do poder amostral.....	43

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre forma corporal tem sido de extrema importância para as pesquisas sobre obesidade e a prática clínica. Instituído ainda no século XIX por Adolph Quetelet, o Índice de Massa Corporal (IMC) foi e ainda é explorado como um índice bruto de forma corporal (GARROW et. al., 1985), porém não faz distinção entre massa gorda e massa livre de gordura. Por isso, algumas circunferências corporais, tais como circunferência da cintura e razão cintura-quadril, passaram a ser utilizadas nos estudos antropométricos por providenciarem informações mais detalhadas sobre a forma corporal do que o IMC (WELLS et. al., 2008).

O uso dessas medidas não se deu somente pelo fato delas refletirem a quantidade de gordura do abdômen, mas também por serem de fácil aplicação e não invasivas (WELLS et. al., 2007), assim como as medidas de peso e altura. O problema é que tais medidas não são totalmente isentas de viés, devido aos erros na obtenção das mesmas, como compressão da pele e erro intra-observador, por exemplo.

Por isso, em meados da década de 1960 começaram a surgir técnicas de escaneamento da superfície corporal, que passaram a ser testadas para avaliar as medidas corporais de indivíduos. (JONES & RIOUX, 1997). As imagens tridimensionais do corpo humano oriundas desta técnica são utilizadas em diferentes campos de estudo, entre eles a indústria de vestuário, a engenharia e, mais recentemente, a área da saúde, principalmente nos estudos sobre a forma corporal. A utilização da imagem tridimensional do corpo humano possui um grande potencial para contribuir nas pesquisas epidemiológicas e clínicas sobre forma corporal, principalmente quando se trata do público infantil, visto que ela pode ser utilizada amplamente sem haver contraindicação para o seu uso (JONES et. al., 1995; WELLS et. al., 2007).

Mais recentemente, pela facilidade na mensuração de circunferências através do escaneamento da superfície corporal, outras medidas têm sido empregadas no estudo da forma corporal, tais como circunferência da coxa, do braço, razão cintura-coxa e razão cintura-altura, além da circunferência da cintura e RCQ já utilizadas há mais tempo (WANG et. al., 2006; WELLS et. al., 2008). Os pesquisadores mostram que medidas centrais de adiposidade são associadas a efeitos adversos a saúde, enquanto medidas periféricas de adiposidade, como a circunferência da cintura e da

coxa, por exemplo, são associadas a efeitos protetores à saúde (SNIJDER et. al., 2004; YUSUF et. al., 2005).

Entretanto, apesar da facilidade em obter medidas corporais indicadoras da forma corporal, pouco se têm explorado sobre a forma corporal de crianças, seus determinantes e os possíveis agravos que ela pode acarretar. Estudos deste tipo podem ser úteis para a comunidade científica por apontar quais os impactos do aumento das medidas centrais de adiposidade e quais fatores que levam a esse aumento. Além disso, pouco tem sido explorado sobre a relação entre as medidas de composição corporal (percentual de gordura corporal, percentual de massa livre de gordura) e as medidas de forma corporal.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Foi realizada uma busca sistemática para a construção e redação do projeto. Utilizou-se os termos “*Body measurements*” OR “*Body shape*” OR “*Body circumferences*” para a busca de artigos científicos que contribuíssem para a revisão de literatura sobre o assunto, a partir das bases de dados *PubMed* e *Web of Science*.

A estratégia de busca incluiu a presença dos termos citados localizados no título, no resumo ou no corpo do artigo. Os limites estabelecidos pela busca foram em termos de idioma (inglês, espanhol e português).

A seguir, será apresentada uma revisão a respeito da evolução do conhecimento sobre o estudo da antropometria e das medidas corporais. Na seção seguinte, será apresentado um breve histórico sobre o uso de imagens tridimensionais para a aferição de medidas corporais, as diferentes técnicas para isso e a atual importância do 3DPS como técnica de captação dessas medidas. Finalmente, serão discutidas as definições e a epidemiologia da obesidade e seu impacto sobre a distribuição das medidas corporais, assim como as diferenças nas medidas corporais ao longo da vida, sob a perspectiva da epidemiologia do ciclo vital.

2.1 O ESTUDO DAS MEDIDAS CORPORAIS E DA FORMA CORPORAL

O estudo das medidas corporais começou no final do século XIX e início do século XX. No início, o tema era visto como importante para a construção de equipamentos e uniformes de soldados dos exércitos nacionais (HAMMOND, 1955). Entretanto, no período pós-segunda guerra mundial, tal tema passou a ganhar relevância entre os profissionais de saúde, que entenderam que as medidas corporais como peso, altura e algumas circunferências eram importantes na avaliação da saúde de crianças e adultos (STUART e MEREDITH, 1946; HAMMOND, 1955).

Inicialmente, o foco dos trabalhos sobre medidas corporais era apenas fazer comparações entre sexos, grupos étnicos e verificar o crescimento e o estado nutricional das crianças. Além disso, a avaliação das medidas corporais se dava sob uma perspectiva bidimensional, cuja avaliação era feita, principalmente, em termos

das medidas de peso e altura, bem como de algumas medidas de comprimento (MILES W.R., 1928; STUART e MEREDITH, 1946; HAMMOND, 1955; TANNER et. al., 1956; SMIT et. al., 1967).

Somente a partir da década de 1960 começou-se a procurar entender a relação entre as medidas corporais e possíveis agravos a saúde (SPAIN et. al., 1963; DAMON et. al., 1969). No entanto, a literatura médica ainda dava ampla evidência apenas à quantidade de gordura total do corpo, independente da localização desse tecido, apesar de Vague em 1956 (VAGUE, 1956) já ter descrito que a gordura centralizada é mais diretamente associada às desordens metabólicas.

Já na década de 1970 e 1980, o rumo das pesquisas científicas começou a levar em conta o que foi proposto por Vague, dando mais ênfase ao aspecto tridimensional do corpo humano, através das circunferências. Tanto que em 1980 há o primeiro relato de que a relação cintura-quadril poderia ser um bom indicador de localização da gordura corporal, tendo relações com a morbimortalidade de adultos, independente do peso do indivíduo (RIMM et. al., 1980). É nessa mesma época que surgem os termos “forma corporal ginecoide”, representada por um acúmulo de tecido adiposo na região inferior do corpo, e “forma corporal androide”, representada por um acúmulo de tecido adiposo na região superior do corpo (RIMM et. al., 1988) (Figura 1).

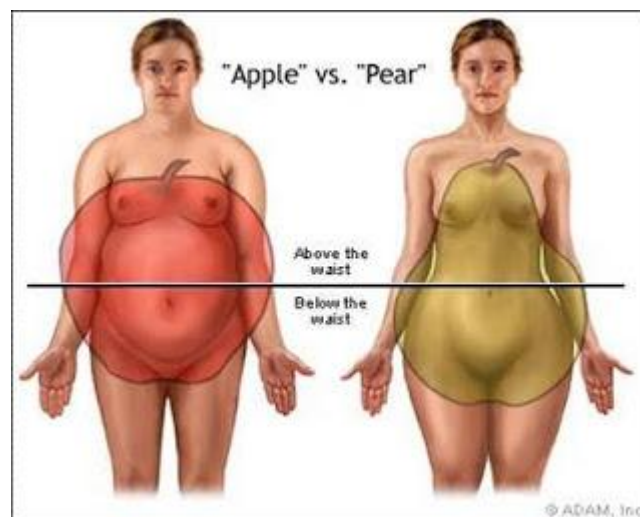


Figura 1: Forma corporal androide e forma corporal ginecoide.

Com a evolução do conhecimento sobre a forma corporal, cresceu o interesse dos pesquisadores em estudar a distribuição da gordura corporal a partir das circunferências, principalmente de cintura e quadril. A partir do estudo de Damon e

colaboradores (1969), diversas pesquisas buscaram tentar entender a relação da forma corporal com possíveis agravos a saúde, através de medidas indicadoras de adiposidade central (RIMM et. al., 1988; BONITHON-KOPP et. al., 1991; LEE et. al., 1995), sempre utilizando tais medidas com fator de exposição principal a determinadas doenças e agravos. Somente a partir da década de 1990, que os estudos começam a focar nas medidas corporais indicadoras da forma corporal como desfecho principal, tentando entender quais mecanismos que estão envolvidos no aumento da gordura corporal e conseqüente aumento dessas medidas, alterando, assim, a forma corporal.

Atualmente, o advento de novas técnicas de aferição das medidas corporais, em especial o 3DPS, tem possibilitado o estudo de diferentes circunferências corporais no entendimento da relação entre forma corporal e desfechos de saúde na população (WANG et. al., 2006; WELLS et. al., 2007; HEYMSFIELD et. al., 2008).

2.1.1 MEDIDAS CORPORAIS AO LONGO DA VIDA E SEUS IMPACTOS PARA A SAÚDE

A obesidade é o acúmulo de tecido adiposo no corpo humano (OMS, 2000). É definida através do IMC, sendo seus pontos de corte definidos e amplamente aceitos (OMS, 1995). A obesidade abdominal é definida como o acúmulo de tecido adiposo na região abdominal, sendo considerado um componente da síndrome metabólica (ZALESIN, 2008). Este tipo de obesidade pode ser avaliado usando a circunferência da cintura ou através de outros indicadores, como a razão cintura-quadril ou a razão cintura-altura.

Ao longo das últimas décadas têm se observado um aumento na prevalência de excesso de peso em diversos países, tanto em crianças, como em adultos (ONIS et. al., 2010; MÁRQUEZ-SANDOVAL et. al., 2011), por conta da transição nutricional vivida ao redor do mundo. Juntamente com o aumento do excesso de peso, ocorre o aumento de algumas circunferências corporais, indicando que há uma tendência de aumento da obesidade abdominal em diversas populações (LISSNER et. al., 1998; LAHTI-KOSKI et. al., 2000).

Diversos estudos apontam que o aumento nas medidas corporais, principalmente naquelas que são indicativas de obesidade abdominal, provoca aumento no risco de desenvolvimento de inúmeras doenças, principalmente doenças do aparelho circulatório (PATEL et. al., 1999; RODRIGUES-RODRIGUES

et. al., 2010) e câncer (MACINNIS et. al., 2004; TEHARD AND CLAVEL-CHAPELON, 2006).

Sabe-se que a distribuição de tecido adiposo é diferente entre os sexos na idade adulta, tendo os homens mais tecido adiposo acumulado na região androide e as mulheres mais tecido adiposo acumulado na região ginecoide, sendo a primeira forma mais associada aos tipos de doenças supracitados. No entanto, no público infantil essa diferença na forma corporal não é tão elucidada, visto que ora se observa que há diferença entre os sexos (GREIL, 2006; ZHOU et. al., 2006; RODRIGUES-RODRIGUES et. al., 2010; AEBERLI et. al., 2011) e ora se observa que não há diferenças, sendo que alguns estudos apontam que as diferenças na forma corporal só começam a aparecer na puberdade por conta da circulação de diferentes hormônios e do aumento na diferença da distribuição de gordura corporal entre os sexos (LOOMBA-ALBRECHT & STYNE, 2009; SCHEFFLER & OBERMÜLLER, 2012).

Independente de haver ou não diferença na distribuição da gordura corporal e, conseqüentemente, na forma corporal entre os sexos na infância, o que se sabe é que o acúmulo de tecido adiposo na região central nesse período da vida é indicador de risco a saúde, pois está associado ao aumento do colesterol, da resistência à insulina e outros marcadores metabólicos (GILLUM, 1999; RODRIGUES-RODRIGUES et. al., 2010;) com possíveis conseqüências a saúde no curto e no longo prazo.

Além das conseqüências metabólicas já descritas, uma alteração na forma corporal de crianças fora dos padrões considerados adequados em termos estéticos, principalmente aquelas com medidas de adiposidade abdominal maiores do que o desejado, pode resultar em outros agravos a saúde, como, por exemplo, estresse ou distúrbios alimentares como anorexia ou bulimia (EPEL et. al., 2000; GORDON et. al., 2010).

2.2 A EVOLUÇÃO DA TÉCNICA TRI-DIMENSIONAL NO ESTUDO DAS MEDIDAS CORPORAIS

Os estudos das medidas tridimensionais do corpo humano iniciaram em meados da década de 1960, com a criação das primeiras técnicas de extração da imagem tridimensional do corpo humano (JONES & RIOUX, 1997; LERCH et. al., 2007). No início, a obtenção das imagens era muito demorada e a interpretação dos

dados também era de difícil manuseio (JONES et. al., 1995; JONES & RIOUX, 1997). Com o passar dos anos, essa técnica começou a ficar cada vez mais aprimorada, utilizando diferentes métodos para obtenção das medidas.

Existem três tipos de métodos para obtenção das medidas corporais. O primeiro deles é a fotogrametria, que projeta padrões de luz sobre o corpo e a partir da distância entre os pontos de luz e as extremidades corporais é que se constrói a imagem tridimensional. O segundo é o método que constrói a imagem tridimensional através de raios laser, partindo do mesmo princípio que o primeiro. Outro modelo mais recente e mais moderno capta essa imagem via ondas de rádio, utilizando uma matriz linear para obter a imagem tridimensional. Segundo os fabricantes, não é necessário extrair as medidas com roupas especiais para que se construa uma imagem tridimensional adequada através desta técnica (ISTOOK & HWANG, 2000; TRELEAVEN & WELLS, 2008). A figura 2 mostra exemplos de aparelhos que captam imagens tridimensionais do corpo através destes três métodos.

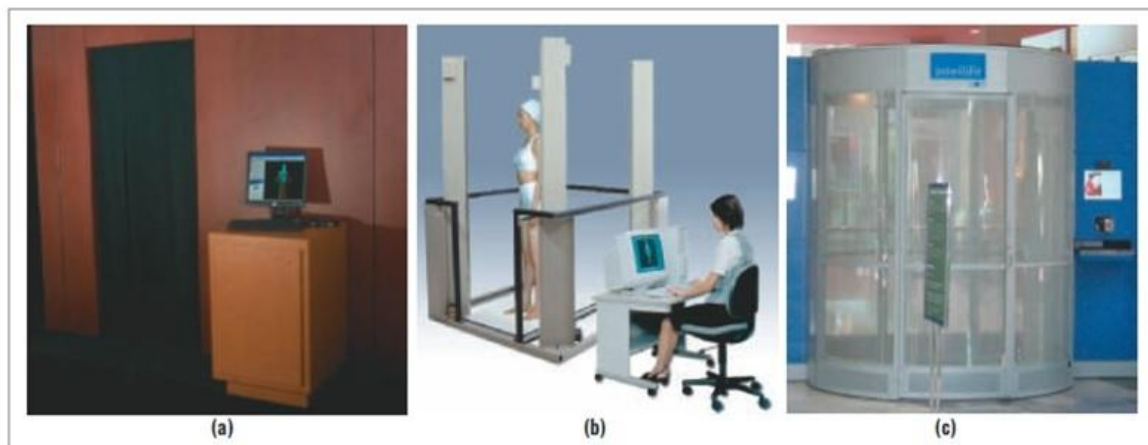


Figura 2. Exemplo de 3DPS que capta imagem via fotogrametria (a), modelo que utiliza raios-laser (b) e modelo que utiliza ondas de rádio (c).

No início, essa técnica de extração de medidas era utilizada basicamente na indústria de vestuário, para a confecção de roupas, mas com o aumento da qualidade e da rapidez na extração das imagens, passou a ser útil também em inúmeros campos científicos (LERCH et. al., 2007), conforme ilustra a figura 3.

Na área da saúde, em especial no campo da epidemiologia, a obtenção de medidas tridimensionais do corpo tem sido utilizada em diversos estudos. Alguns pesquisadores têm proposto a comparação do 3DPS com outros métodos de composição corporal, tais como hidrodensitometria, pletismografia por deslocamento

de ar, Densitômetro Ósseo com Raio-X (DXA), entre outros (WELLS et. al., 2000; WANG et al., 2006; CHAMBERS et. al., 2008). O estudo de Wells e colaboradores (2000) mostrou que o erro padrão do 3DPS na medida do volume corporal foi de apenas 3% para adultos e de 5% para crianças na comparação com a hidrodensitometria e pletismografia por deslocamento de ar. Já Wang et. al. (2006), não encontrou diferenças significativas no percentual de gordura corporal medido pelo 3DPS e pela hidrodensitometria.

Apesar da boa comparabilidade do 3DPS com outras técnicas de mensuração da composição corporal, outras pesquisas indicam que a melhor forma de utilização deste aparelho é verificando a forma corporal dos indivíduos através das medidas que ele extrai, comparando com as medidas antropométricas obtidas por meio do método tradicional (WELLS et. al., 2007; HEUBERGER et. al., 2008; WELLS et. al., 2008). Os estudos apontam que essa seria uma forma mais rápida e eficaz de obter medidas corporais, sem o erro intraobservador, sendo um facilitador nos estudos que avaliam as medidas corporais dos indivíduos, não importando a idade. Além disso, o número de medidas extraídas pelo 3DPS é muito maior daquelas aferidas na prática clínica, geralmente resumidas à circunferência da cintura, do quadril e uma ou duas medidas a mais, ampliando o conhecimento da associação da forma corporal com agravos à saúde de indivíduos e populações.

No entanto, há pouca exploração na literatura da associação entre forma corporal e medidas de composição corporal, tais como medidas de massa gorda e massa livre de gordura. O entendimento dessa relação poderia ser muito útil no entendimento da obesidade e seus agravos. Além disso, observa-se que a maioria dos estudos que foram realizados até agora utilizando o 3DPS utilizaram adultos como população-alvo. Fazem-se necessários estudos com crianças no sentido de observar e comparar as medidas extraídas do 3DPS com outras técnicas, testando sua aplicabilidade para o grupo infantil.

O quadro 1 apresenta um resumo do uso do 3DPS em diversos estudos da área da saúde desde 1994, quando o uso para este fim começou a se tornar um pouco mais popular.

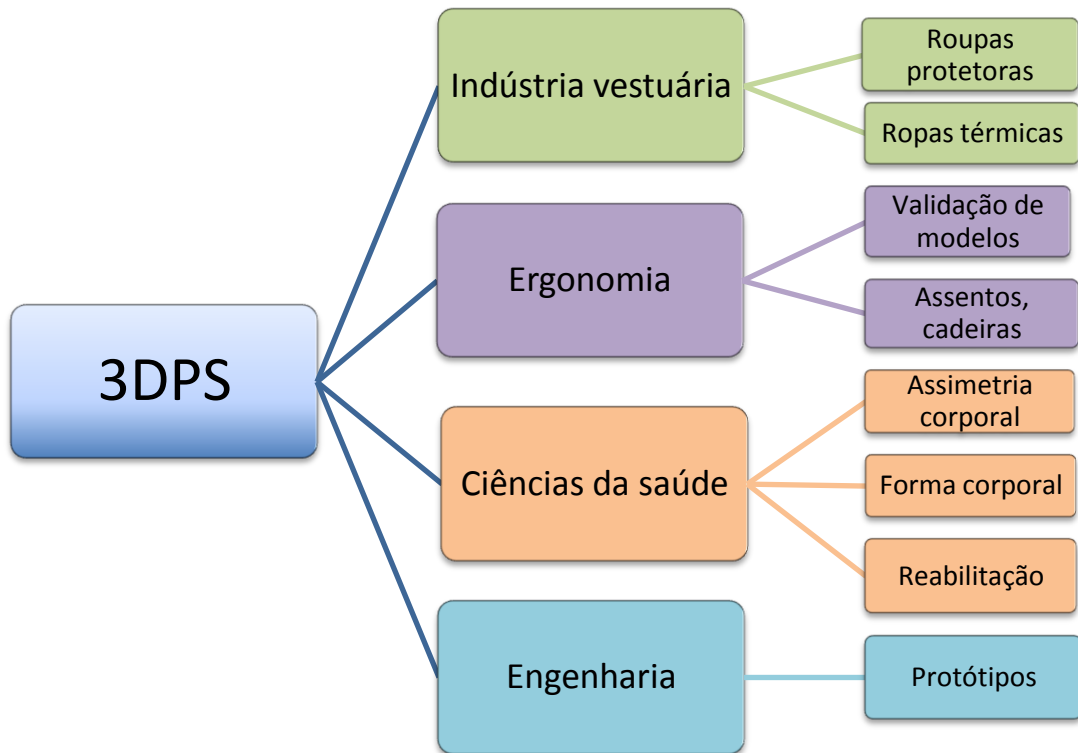


Figura 3. Usos do 3DPS em diversas áreas do conhecimento (Adaptado de Lerch et. al., 2007).

Quadro 1. Artigos da área da saúde que utilizaram que utilizaram o 3DPS.

Autor, local e ano de publicação	Delineamento e população	Objetivo	Principais resultados
Jones et. al., 1994, Inglaterra.	Caso-controle. Casos: 16 crianças entre 3 e 15 anos. Controles: 28 crianças com idade entre 3 e 11 anos.	Determinar a adequação do LASS (scanner) para estudos em crianças e investigar a aplicabilidade de uma equação geral na determinação da SCT em crianças com doença hepática.	Somente a circunferência abdominal diferiu significativamente entre os grupos. A medida de SCT obtida pelo LASS foi menor compara àquela obtida pela equação de Haycock et al. (1978) em ambos os grupos. A SCT obtida pela antropometria e pelo LASS teve alta correlação com aquela medida pela equação de Haycock.
Wells et. al., 2000, Inglaterra.	Transversal com 22 adultos, sendo 11 de cada sexo, e 10 crianças com idade de 7 a 11 anos.	Avaliar medidas de VC do 3DPS usando hidrodensitometria e ADP como referência e determinar quanto a versão adulta do scanner pode ser usada em crianças.	Na comparação entre o VC do 3DPS com o da hidrodensitometria, houve uma correlação alta. O 3DPS teve e.p. <3% para adultos e <5% para crianças. Em crianças, o viés absoluto no volume corporal foi similar ao dos adultos.
Lin et. al., 2002, Taiwan.	Transversal com 1204 adultos.	Utilizar medidas do 3DPS para avaliar sujeitos com obesidade central criando um índice de saúde.	Para homens, IMC, RCQ e o índice de saúde (HI) foram maior para o grupo com 50-59 anos. Para mulheres, o IMC foi maior no grupo de 50-59 anos, enquanto a RCQ e HI foi maior para o grupo de 60-69 anos. O HI apresentou alta correlação com IMC e área cintura-quadril.
Simmons and Istook, 2003.	Transversal 16 diferentes medidas do 3DPS.	Comparar as medidas obtidas através de três tipos de 3DPS (TC ² , Cyberware e SYMCAD).	Há diferenças entre os pontos de medida de diversos locais com aqueles estabelecidos pela literatura para aferição de medidas antropométricas. Também se observou que há diferenças entre as medidas dos diferentes aparelhos. O TC ² foi o equipamento que mais seguiu os padrões recomendados para aferição de medidas antropométricas.

Autor, local e ano de publicação	Delimitação e população	Objetivo	Principais resultados
Yu et. al., 2003, China.	Transversal com 3951 chineses adultos.	Medir a SCT usando 3DPS e obter uma fórmula simples para obtenção da SCT para chineses adultos.	A média da SCT foi de 1,60m ² , variando de 1,26m ² a 2,09m ² . A fórmula proposta pelos autores foi diferente de quase todas as outras fórmulas, supostamente por ter sido baseada apenas em adultos. Homens do grupo de idade mais jovem apresentou maior SCT, enquanto mulheres de 52-71 anos apresentaram maior SCT.
Lin et. al, 2004, Taiwan.	Transversal retrospectivo com 3975 indivíduos adultos com média de idade de 53 anos.	Analisar diferenças em medidas antropométricas e achados laboratoriais em indivíduos com e sem síndrome metabólica.	Sujeitos diabéticos tiveram maior RCQ, razão cintura-altura e HI. Nas medidas obtidas pelo 3DPS, constatou-se que os indivíduos com sobrepeso tiveram maior RCQ e razão cintura-altura do que os com IMC normal..
Wang et al., 2006, EUA.	92 sujeitos com idade variando entre 6 e 83 anos e peso corporal entre 23 e 182 Kg.	Validar a acurácia e a reprodutibilidade do novo 3DPS para medidas de VCT e dimensões corporais.	Todas as medidas de volume, circunferências e comprimento tiveram correlação intraclasse >0.97. Os volumes e circunferências medidos pelo 3DPS comparados à hidrodensitometria ou à fita métrica foram maiores. Não foi observada diferença entre o %GC medido pelo 3DPS e pela hidrodensitometria.
Olivares et. al., 2007, EUA.	Transversal com 34 latinos e 40 caucasianos.	Investigar a relação entre VCT e regional e suas associações com IMC, circunferência da cintura e %GC em latinos e brancos.	Não houve diferença na comparação entre sexo e grupo etário para VCT, circunferência da cintura, do quadril, RCQ e %GC.
Wang et. al., 2007, EUA.	Transversal. 32 pessoas severamente obesas e 58 pessoas com IMC < 35Kg/m ² .	Investigar a eficácia do 3DPS na avaliação da composição corporal e investigar a relação entre volume corporal regional e sua associação com IMC, CC e %GC em indivíduos obesos, comparando com indivíduos com IMC <35.	Homens apresentaram maior CC, independente do IMC. Nos com IMC <35, mulheres tiveram maior %GC. Nos obesos, homens tiveram maior VCT, de tronco e de membros, exceto nas pernas. Na regressão linear, em mulheres o VCT aumentou com o aumento do IMC, circunferência da cintura e %GC. Em homens, o VCT aumentou com o aumento do IMC, circunferência da cintura e %GC.
Wells et. al., 2007,	Transversal com 9617	Investigar a relação entre forma	Em homens, as médias de altura, circunferência da cabeça e

Autor, local e ano de publicação	Delimitação e população	Objetivo	Principais resultados
Inglaterra.	adultos com idade entre 16 e 91 anos.	corporal e IMC e examinar associações entre idade, sexo e forma.	da coxa diminuiu conforme o aumento da idade, enquanto a circunferência do joelho e da cintura aumentou. Em mulheres, todas as dimensões aumentaram com a idade, exceto a coxa, a altura e a cabeça. As circunferências do quadril, da coxa e do braço foram positivamente associadas à circunferência da cintura, enquanto a circunferência da coxa e a altura foram negativamente associadas.
Chambers et. al., 2008, EUA.	Transversal com 27 mulheres negras com mais de 40 anos.	Determinar quanto medidas de adiposidade no tronco são associadas com função pulmonar.	%PFEV1 e %PFVC não foram associados com medidas de adiposidade no tronco ou com MLG. O %GC foi associado com %PFVC. IMC e massa corporal total foi associado com valores de função pulmonar.
Heuberger et. al., 2008, EUA.	Transversal com 85 estudantes do sexo feminino com idade entre 18 e 25 anos.	Validar a acurácia das medidas do 3DPS com aquelas medidas por fita métrica para medida da circunferência da cintura e do quadril e da forma corporal.	Os resultados indicam diferenças significativas entre as medidas obtidas pelo 3DPS e as obtidas pela fita métrica. As medidas de circunferência da cintura e quadril foram maiores quando obtidas pelo 3DPS. Ademais, a variabilidade entre as medidas de um mesmo indivíduo foi maior nas medidas oriundas da fita métrica.
Wells et. al., 2008, Inglaterra.	Transversal com cerca de 9 mil adultos com idade entre 18 e 80 anos.	Descrever a variabilidade associada à idade na forma corporal característica de homens e mulheres com sobrepeso e obesidade.	As associações entre circunferências e grupos de IMC foram significativas para todas as idades. A CC ajustada pela CQ e do peito aumentou através dos grupos de IMC, mas não através dos grupos de idade em homens. Em contrapartida, mulheres mais velhas tiveram maiores CC ajustada para o quadril. Além disso, a idade também influenciou a CC de mulheres ajustada pela coxa. Por fim, a circunferência da cintura ajustada pelo busto em mulheres teve forte relação com o grupo de IMC e a idade das mulheres, sendo mais alto no grupo de mulheres mais velhas.
Bretschneider et. al.,	Transversal contendo uma coluna e um cone	Determinar a precisão do <i>VITUS</i>	A precisão da medida do Photonic esteve dentro de 1mm da medida real. A diferença entre a medida do aparelho com a

Autor, local e ano de publicação	Delimitação e população	Objetivo	Principais resultados
2009, Alemanha.	com medidas conhecidas e 13 voluntários para avaliar a circunferência da coxa.	<i>XXL body scanner.</i>	medida da fita métrica em um cone foi de 0,1 cm nas circunferências dos limites inferior e superior e em um ponto aleatório do objeto. Em 12 voluntários humanos o desvio na circunferência da coxa foi de 5.3mm em comparação à medida da fita métrica.
Weiss et. al., 2009, EUA.	Transversal com 30 indivíduos com média de idade de 42 anos.	Comparar a precisão e reprodutibilidade de medidas corporais obtidas através de técnica manual e tridimensional.	Para as medidas da coxa direita e esquerda, a variância das medidas obtidas pelo método manual foi 20,5% maior do que a diferença na medida obtida pelo aparelho. Para a circunferência da cintura, essa variação nas diferenças chegou a 231,3%.
Han et. al., 2010, Coreia do Sul.	Transversal com 1794 mulheres com idade entre 20 e 75 anos.	Comparar as medidas obtidas pelo 3DPS com aquelas obtidas pela fita métrica.	A medida que obteve maior diferença entre os dois métodos de medida foi a circunferência do torso. Além disso, os autores encontraram que a medida que aumenta o IMC aumenta também a diferença nas medidas entre as duas técnicas.
Pepper et. al., 2010, EUA.	Transversal com 70 mulheres com idade entre 18 e 65 anos.	Avaliar a validade do 3DPS para estimar circunferência da cintura e do quadril e RCQ.	A análise de reprodutibilidade pequenas diferenças nas medidas entre-sujeitos dessas circunferências. A avaliação da medida de cintura e quadril não diferiu significativamente entre aquela obtida pelo 3DPS e aquela obtida pela fita métrica.
Wells et. al., 2010, Inglaterra.	Transversal com 4130 mulheres com idade entre 16 e 75 anos.	Estudar a variabilidade na forma corporal relacionada à idade e a paridade de mulheres.	Ajustando para idade e altura, mulheres que tiveram filhos tinham maiores dimensões da cintura, do abdômen, da coxa, do braço e do quadril, bem como maior RCQ e RCC. Na regressão, houve uma tendência de acúmulo de gordura na cintura e perda de gordura na coxa depois dos 40 anos.
Wells et. al., 2011, Tailândia.	Transversal com 5889 homens e 6449 mulheres	Investigar associação entre forma corporal, idade e número de filhos	Em ambos os sexos, o aumento na paridade foi associado com maior peso e circunferências, mas com menor altura. Já

Autor, local e ano de publicação	Delineamento e população	Objetivo	Principais resultados
	com idade entre 16 e 90 anos.	em homens e mulheres tailandeses.	um aumento na idade foi associado a uma diminuição na altura, aumento no IMC e na circunferência da cintura. Em mulheres com menos de 40 anos, a paridade foi associada a uma maior circunferência da cintura e dos braços e com reduzida circunferência do tornozelo e RCQ e razão cintura-coxa. Já em mulheres com mais de 40 anos, a paridade aumentou a circunferência do braço e do busto e a RCQ e razão cintura-coxa e diminuiu a circunferência do quadril, da coxa e do tornozelo. Em homens, a paridade só foi associada a uma maior circunferência do braço. Mulheres com filhos tendem a ter maior circunferência da cintura e menor circunferência da coxa.
Wells, et. al, 2012. Inglaterra e Tailândia.	Transversal com 7672 ingleses adultos e 12388 adultos da Tailândia.	Explorar diferenças entre tailandeses e ingleses na forma corporal e suas associações com altura, idade e IMC.	Em ambas as populações os homens apresentaram maiores médias de peso e da maioria das circunferências, menos quadril e coxa. Em todas as medidas os tailandeses tiveram médias menores do que os ingleses. Ao ajustar para o peso, os tailandeses apresentaram menores médias de cintura e quadril e, também, de peito para homens e busto para mulheres. Além disso, os tailandeses apresentaram maiores medidas de braço e coxa, além de maior medida de joelhos para mulheres, indicando uma menor distribuição de peso no tronco.

SCT = Superfície corporal total; VC = Volume corporal; IMC = Índice de Massa Corporal; RCQ = Razão Cintura-Quadril; SCT = Superfície Corporal Total; HI = Índice de Saúde; VCT = Volume Corporal Total; GC = Gordura Corporal; CC = Circunferência da Cintura; CQ = Circunferência do Quadril;

Para a construção da revisão contida no quadro 2, foram selecionados para leitura completa artigos que continham as seguintes informações:

- Utilizassem no resumo algum dos termos definidos na busca para avaliação das medidas corporais (*Body measurements*, *body shape* ou *body circumferences*);
- Utilizassem as medidas corporais como desfecho principal do estudo;
- Utilizassem crianças como público-alvo;
- Fizessem alguma menção a diferença nas medidas corporais de adiposidade entre o sexo das crianças, entre cor da pele ou grupos étnicos ou relacionasse as medidas corporais a variáveis precoces como peso ao nascer, alimentação na infância, entre outros.

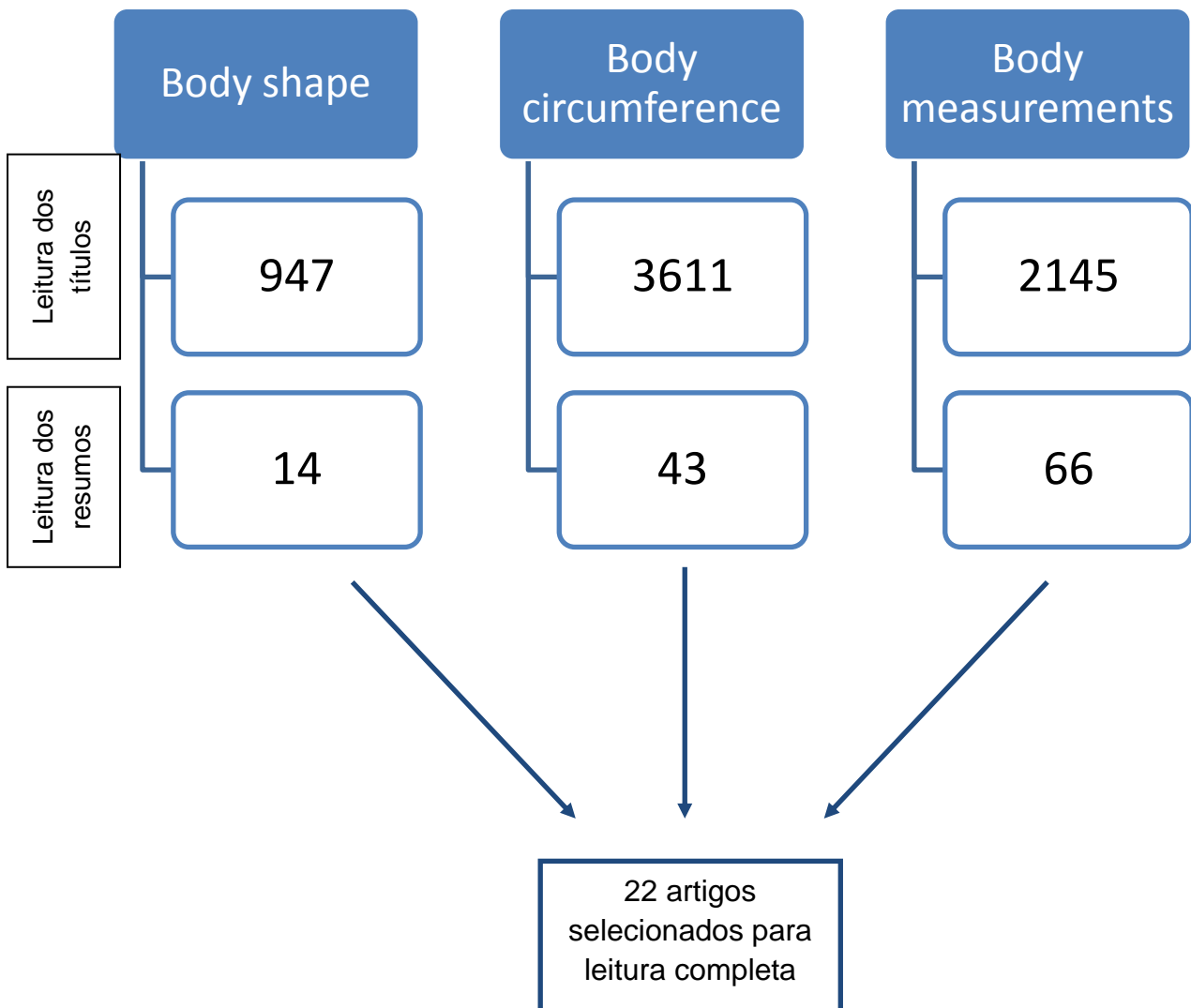


Figura 4. Fluxograma da busca nas bases de dados dos estudos sobre as medidas corporais das crianças.

Quadro 2. Artigos sobre medidas corporais e forma corporal.

Autor, local e ano de publicação	Delineamento e população	Objetivo	Medidas obtidas	Principais resultados e conclusões
Miles W.R., EUA, 1928.	Transversal com 552 homes jovens da Universidade de Stanford.	Testar a correlação entre algumas medidas corporais de jovens adultos brancos do sexo masculino.	Peso, altura, altura sentada, diâmetro do quadril e diâmetro do ombro.	A média de idade da população era de 19 anos de idade. As correlações entre todas as medidas foram todas positivas, o que era esperado. As maiores correlações foram entre a altura e a altura sentada, o peso e a altura. Ademais, a medida do quadril se correlacionou melhor às outras do que a medida dos ombros e as duas se correlacionaram melhor ao peso, indicando que as duas medidas contribuem para o peso corporal.
Stuart e Meredith, EUA, 1946.	Manual para aplicação das medidas antropométricas em crianças.	Padronizar e explicar o uso e a interpretação de medidas antropométricas em escolas com o intuito de acompanhar a saúde das crianças.	Peso, altura, circunferência do peito, amplitude do quadril e circunferência da perna.	Estabelecer uma avaliação anual de todas as crianças que frequentam a escola, utilizando métodos padronizados, adotando as medidas utilizadas como medidas básicas para avaliação do crescimento infantil.
Hammond, Inglaterra, 1955.	Longitudinal com 70 crianças sendo acompanhadas por 4 anos.	Verificar diferentes medidas de crianças e comparar com outro grupo de crianças.	Peso, comprimento/altura, altura sentado, comprimento das pernas, largura do peito, largura do quadril, largura do joelho, circunferência do braço e do peito.	Segundo os autores, algumas medidas corporais podem ser preditas se soubermos o peso e a altura das crianças. As correlações observadas entre altura e o comprimento de algumas medidas e o peso e as circunferências mostra que essas relações são constantes ao longo da idade.
Smit et. al., 1967, África do Sul.	Transversal com 2250 crianças de 6 a 15 anos de idade.	Verificar a variação nas medidas corporais entre diferentes grupos étnicos da África do Sul.	Peso, altura, pregas cutâneas tricipital, subescapular e para umbilical, circunferência do antebraço e do pulso.	Os resultados indicam que crianças brancas foram maiores e mais pesadas que crianças dos demais grupos étnicos estudados. Com relação à gordura corporal, medida pelas pregas cutâneas, crianças brancas apresentaram maior conteúdo deste segmento. Analisando o efeito do sexo, observou-se que meninas foram mais pesadas, tiveram maiores

Autor, local e ano de publicação	Delimitação e população	Objetivo	Medidas obtidas	Principais resultados e conclusões
				circunferências e maiores pregas cutâneas.
Booth et. al., 1999, Austrália.	Transversal com 5518 crianças com idade entre 6 e 16 anos.	Descrever a distribuição sociodemográfica de gordura corporal das crianças e determinar se a distribuição de gordura corporal entre os NSE varia de acordo com a idade das crianças.	Peso, altura, IMC, circunferência da cintura e do quadril e pregas cutâneas tricipital, bicipital e subescapular.	Não houve diferença de IMC, pregas cutâneas, circunferência da cintura e RCQ entre meninos de área urbana e rural. Porém, meninas de área urbana tem uma RCQ maior que meninas da área rural. Não houve diferença para a relação entre as medidas corporais e NSE entre os meninos. Mas entre as meninas, as do tercil mais rico apresentaram menor IMC, circunferência da cintura e RCQ, diferença que não variou conforme a idade das crianças.
Gillum, 1999, EUA.	Transversal com 7987 crianças e adolescentes de 4 a 19 anos de idade.	Descrever a distribuição da RCQ e avaliar a associação com HDL.	Peso, altura, pregas cutâneas tricipital, subescapular, suprailíaca e da coxa e circunferência da cintura, do quadril e da coxa.	A média de RCQ variou conforme a idade e mostrou uma negativa associação com o HDL e uma positiva associação com colesterol total. A associação entre os demais índices de gordura corporal (RCC e pregas cutâneas) não foram tão fortes quanto da RCQ.
Hindmarsh et. al., 2002, Inglaterra.	Longitudinal com 1218 gestantes acompanhadas desde a 20ª semana de gestação até o nascimento da criança.	Comparar as medidas antropométricas fetais com as medidas antropométricas ao nascimento.	Medidas no útero: Circunferência da cabeça, diâmetro biparietal, circunferência abdominal e comprimento do fêmur. Medidas ao nascer: Peso, comprimento, circunferência da cabeça e do antebraço e pregas cutâneas tricipital, quadricipital e subescapular.	Há diferenças nas medidas corporais entre os sexos no útero e ao nascimento e essas diferenças são importantes determinantes da forma e do tamanho corporal. Houve uma baixa correlação entre as medidas pré-natais e o tamanho corporal ao nascimento, sendo que outros fatores comportamentais podem influenciar essa relação.
Kaarma et. al., 2003,	Transversal com cerca de 3 mil	Verificar a mudança nas medidas corporais de	Peso, altura, circunferência do peito e da cintura e	Houve aumento da altura em 5%, da profundidade torácica e abdominal em 2%, aumento na

Autor, local e ano de publicação	Delimitação e população	Objetivo	Medidas obtidas	Principais resultados e conclusões
Estônia.	meninas com idade entre 7 e 18 anos em dois períodos.	meninas ao longo de 30 anos.	profundidade torácica e abdominal.	circunferência do peito de 8% e diminuição do IMC de 5%, sendo as mudanças mais modestas na pré-puberdade e mais acentuadas no pós-puberdade.
Greil, 2006, Alemanha.	Transversal com mais de 41 mil pessoas com idade entre zero e 60 anos de idade.	Verificar o padrão de dimorfismo sexual do nascimento a senescência.	Peso, altura, circunferência da cintura, do quadril e pregas cutâneas tricipital e subescapular.	Não importando a idade, as circunferências femininas são sempre menores do que as do sexo masculino. No entanto, essas diferenças são menores até os 13 anos de idade aumentando em cerca de 17% na vida adulta. Com relação à gordura subcutânea e gordura total, é sempre maior em mulheres.
Li et. al., 2006, EUA.	Transversal com dados infantis dos anos de 1989 a 2004 e de 1999 a 2004.	Examinar a tendência temporal na média de circunferência da cintura e da razão cintura-altura em crianças.	Peso, altura, circunferência da cintura	A média de circunferência da cintura aumentou em meninos e meninas de acordo com a idade. A prevalência de obesidade abdominal aumentou de 10,5% para 17,4% em meninos e de 10,5% para 17,8% para meninas.
McCarthy and Ashwell, 2006, Inglaterra.	Transversal com três grupos de crianças com idade entre 5 e 16 anos (1977, 1987, 1997).	Verificar a influência da idade e do sexo sobre a razão cintura-altura e verificar a mudança ao longo de duas décadas.	Peso, altura e circunferência da cintura.	A razão cintura altura diminuiu com a idade, sendo essa razão menor em meninas. 17% dos meninos e 11% das meninas excederam o limite proposto para a razão cintura-altura, tendo aumentado essas prevalências ao longo dessas duas décadas.
Joglekar et. al., 2007, Índia.	Coorte prospectiva com 698 crianças acompanhadas do nascimento aos 6 anos de idade.	Estudar a associação entre o tamanho corporal ao nascer e a composição corporal e o risco de DCV aos 6 anos.	Peso, altura, circunferência do braço e pregas cutâneas tricipital e subescapular.	Os autores encontraram que quanto a menor massa muscular na infância precoce pode aumentar a resistência à insulina, mas diminuir a pressão arterial. Crianças que cresceram mais e mais rápido em todas as medidas foram mais associadas a um perfil de risco de DCV.
Kwon et. al., 2007,	Transversal com	Verificar a utilidade dos	Peso, altura e circunferência da	Após verificar a associação entre essa medida

Autor, local e ano de publicação	Delineamento e população	Objetivo	Medidas obtidas	Principais resultados e conclusões
Coréia do Sul.	aproximadamente 1000 crianças com idade entre 10 e 15 anos.	desvios padrão da relação RCQ/altura como um índice antropométrico de obesidade infantil alternativo.	cintura e do quadril.	alternativa de obesidade infantil com o perfil lipídêmico das crianças, os autores concluíram que esse novo método é um marcador útil de obesidade em adição ao IMC.
Elshibly and Schmalisch, 2009, Sudão.	Transversal com mil mulheres e seus filhos recém-nascidos.	Investigar a relação entre medidas antropométricas maternas e neonatais.	Medidas da criança: peso ao nascer, circunferência da cabeça, do peito, do braço, da coxa e do abdômen e pregas cutâneas tricipital e subescapular. Medidas da mãe: peso, altura e circunferência do braço.	A idade e as medidas antropométricas da mãe foram associadas com as medidas antropométricas das crianças, principalmente com circunferência do braço e peso ao nascer. Massa magra materna pós-parto foi associada ao comprimento ao nascer, peso ao nascer e com as circunferências da criança, enquanto a educação materna foi associada com o peso ao nascer e com as circunferências, exceto a abdominal.
Myatt et. al., 2009, Somália/Etiópia.	Ecológico com dados de seis inquéritos nutricionais realizados com crianças na África.	Investigar a relação entre P/A e forma corporal e entre circunferência do antebraço e forma corporal.	Peso, altura em pé, altura sentada, circunferência do antebraço.	O P/A e a circunferência do braço foram bons preditores da prevalência de desnutrição. O P/A foi associado com a forma corporal e pode superestimar a desnutrição aguda em crianças, independente da forma corporal das mesmas.
Aeberli et. al., 2011, Suíça.	Transversal com 2303 crianças de 6 a 13 anos.	Desenvolver percentis de circunferência da cintura e de razão cintura-altura em uma amostra representativa.	Peso, altura, circunferência da cintura, pregas cutâneas bicipital, tricipital, subescapular e suprailíaca.	A média de circunferência da cintura, da razão cintura-altura e percentual de gordura corporal foram diferentes entre os sexos. Meninos apresentaram maior prevalência de obesidade.
Moon, 2011, Coreia do Sul.	Análise temporal do tamanho corporal infantil.	Mostrar a tendência secular do crescimento infantil na Coreia.	Altura, peso e circunferência da cabeça e do peito	Ao longo dos 40 anos, a diferença na altura de meninos e meninas foi de 4,5 cm. Um aumento no tamanho corporal foi visto ao longo desse tempo, com aumento concomitante da obesidade.

Autor, local e ano de publicação	Delimitação e população	Objetivo	Medidas obtidas	Principais resultados e conclusões
Rodrigues-Rodrigues et. al., 2011, Espanha.	Transversal com 556 crianças de 9 a 11 anos de idade.	Estudar a associação entre diferentes medidas antropométricas e resistência a insulina.	Peso, altura, circunferência da cintura e do quadril, e prega cutânea tricipital e bicipital.	Meninos tiveram maior CC e RCQ do que meninas e elas tiveram maiores pregas cutâneas, embora a prevalência de sobrepeso e obesidade não foi igual. Crianças com RI eram mais pesadas, com maior CC, do quadril, maior RCQ e pregas. Aumento de 1 cm na CC foi associado a aumento de 3% no índice de insulina.
Scheffler & Obermüller, 2012, Alemanha.	Transversal com 289 crianças com idade entre 6 e 11 anos.	Verificar a associação da distribuição de gordura com a forma corporal.	Altura, largura e profundidade torácica.	Concluiu-se que a distribuição de gordura (androide e ginecoide) é estabelecida por volta dos oito anos, pouco antes da puberdade.
Lu et. al., 2013, China.	Transversal com 2847 crianças com idade entre 7 e 12 anos.	Verificar o quanto a circunferência do braço pode ser um indicador de obesidade e quanto a razão braço-altura pode identificar obesidade.	Peso, altura e circunferência do braço e da cintura.	A acurácia da circunferência do braço para medir excesso de peso foi de 0,85 e a acurácia da razão braço-altura também foi de 0,85. Os autores concluíram que a circunferência do braço e a razão braço-altura podem ser usadas para identificar obesidade em crianças.
Gurzkowska et. al., 2013, Polônia.	Transversal com cerca de 10 mil crianças com idade entre 7 e 18 anos.	Verificar a associação entre medidas corporais e nível socioeconômico de crianças.	Peso, altura e circunferência da cintura.	Maior renda foi associado com maior peso, IMC e circunferência da cintura e, no caso dos meninos, também para estatura. As medidas corporais foram inversamente associadas ao número de crianças na família. O Odds de obesidade diminuiu em meninas conforme o aumento da escolaridade paterna.
Tognon et. al., 2013, Suécia.	Transversal com cerca de 16 mil crianças com idade entre 2 e 9 anos.	Determinar quanto o padrão alimentar mediterrâneo é associado com excesso de peso e de gordura corporal.	Peso, altura, circunferência da cintura.	Alto escore de aderência à dieta mediterrânea foi inversamente associado ao excesso de peso e de gordura corporal, independente de outras características sócio-demográficas. Um maior escore de aderência à dieta do mediterrâneo protegeu contra obesidade, circunferência da cintura e RCQ

Autor, local e ano de publicação	Delineamento e população	Objetivo	Medidas obtidas	Principais resultados e conclusões
				elevados.

CC= Circunferência da cintura; IMC = Índice de Massa Corporal; RCQ = Razão Cintura-Quadril; NSE = Nível Sócioeconômico; DCV = Doença Cardiovascular; RI = Resistência à Insulina

Na análise dos artigos científicos incluídos na revisão, pode se concluir que o termo forma corporal no sentido do estudo das medidas centrais de adiposidade, começou a ser empregado recentemente. Antes, o termo forma corporal era mais ligado ao estudo de distúrbios alimentares, como anorexia e bulimia, e sobre o biotipo dos indivíduos, como por exemplo, ser longilíneo ou brevilíneo.

Em termos das medidas corporais indicadoras da forma corporal das crianças, observa-se que elas são sempre maiores em meninos e que pouco antes da puberdade as diferenças começam a se acentuar, com os meninos apresentando forma corporal androide e as meninas apresentando forma corporal ginecoide. Entretanto, a quantidade de gordura corporal é sempre maior em meninas.

Ademais, alguns fatores estão associados ao acúmulo de adiposidade central e conseqüente forma corporal androide, como alimentação, composição corporal, variáveis precoces, entre outros. Além disso, uma forma corporal androide pode acarretar maior risco de doenças crônicas não transmissíveis, tais como diabetes e hipertensão.

Por fim, com a revisão foi possível observar que pouco tem sido explorado a respeito da forma corporal infantil e as conseqüências da forma corporal androide na infância. A maioria dos estudos tem focado na fase adulta.

Com base na revisão da literatura que fora apresentada e em outras publicações relevantes sobre o tema foi possível elaborar o modelo conceitual que será apresentado a seguir.

2.3 MODELO CONCEITUAL

2.3.1 Características demográficas e econômicas

A relação entre o excesso de peso e o nível socioeconômico de indivíduos varia de acordo com a situação econômica dos países. Enquanto em países de alta renda a obesidade é associada a indivíduos de baixo nível socioeconômico, principalmente em mulheres, em países de média e baixa renda tal condição é associada a uma melhor condição econômica (MONTEIRO et. al., 2007; ONIS et. al., 2010).

Alguns estudos comparam as medidas corporais com indicadores de nível socioeconômico, como escolaridade, paridade, número de pessoas no domicílio. Mas a maioria dos trabalhos dá ênfase à vida adulta, associando a forma corporal com possíveis agravos à saúde (WELLS et. al., 2008; WELLS et. al., 2011).

Dentre os determinantes distais das medidas corporais na infância estão as variáveis socioeconômicas, tais como renda familiar, trabalho materno, escolaridade dos pais, entre outras (BOOTH et. al., 1999; LAHTI-KOSKI et. al., 2000; WELLS et. al., 2011). Junto a elas, as variáveis demográficas, que podem ser exemplificadas pela idade materna e idade paterna, têm uma influência direta nas variáveis de comportamento dos pais, que também exercem uma influência nas medidas corporais das crianças, mesmo estando em um nível mais distal (WELLS et. al., 2012).

A renda da família exerce influência no estilo de vida de seus componentes, inclusive das crianças, influenciando a prática de atividade física, as atividades de lazer e também os hábitos alimentares (KOZIEL et. al., 2000; MAFFEIS, 2000). Além disso, análises da associação entre a escolaridade da mãe e do estilo de vida das crianças mostram que crianças filhas de mães com ensino superior praticam mais esportes e apresentam hábitos alimentares mais favoráveis à prevenção da obesidade, que está altamente correlacionada a uma maior circunferência da cintura e do quadril (HAN et. al., 1998; WELLS et. al., 2008). Ademais, as atividades educativas e culturais podem ter resultados positivos na prevenção da obesidade e, conseqüentemente, no acúmulo de massa gorda (VIGNEROVA, 2004; PATEL, 2011).

Variáveis comportamentais, como o excesso de peso dos pais e paridade, podem influenciar o estado nutricional das crianças e, assim, suas medidas

corporais. Com o aumento da prevalência de obesidade em todo o mundo, um número maior de mulheres começa a gestação com excesso de peso (HESLEHURST et. al., 2011) e tende a ter filhos também com excesso de peso e maior quantidade de massa gorda ao nascer. Esses fatores podem desencadear um excesso de peso e de massa gorda na região androide e aumentar o risco de desordens metabólicas ao longo da vida (POSTON et. al., 2011; DJELANTIK et. al., 2012).

2.3.2 Período pré-natal e peso ao nascer

Diversos estudos apontam que variáveis de exposição precoce associadas a um ganho de peso posterior podem acarretar alguns desfechos na vida adulta, principalmente em se tratando de doenças crônicas não transmissíveis (BARKER & OSMOND, 1986; STEIN et. al., 1996).

Com o aumento da prevalência de obesidade no mundo todo, atingindo índices epidêmicos em determinados países, tais desfechos já começam a fazer parte do cotidiano de algumas crianças que são expostas a determinantes no início da vida, como baixo peso ao nascer, restrição do crescimento intrauterino, entre outros, e experimentam um rápido ganho de peso posterior (BONEY et. al., 2005).

Crianças que sofrem algum tipo de restrição no período intrauterino e têm rápido ganho de peso posterior apresentam mudanças no acúmulo de gordura, além de maior percentual de gordura corporal (DRUET & ONG, 2008). Como o estoque biológico de gordura corporal é a região abdominal, essas crianças tendem a apresentar uma forma corporal androide já na infância, sofrendo precocemente os agravos provocados pelo excesso de gordura abdominal (JOGLEKAR et. al., 2007; DRUET & ONG, 2008).

A situação nutricional intrauterina da criança se reflete no peso ao nascer, o qual pode ser determinante não só da sobrevivência infantil, como também do estado nutricional nos primeiros anos de vida (ZÖLLNER & FISBERG, 2006). Em uma revisão sistemática, observou-se que cada aumento de 1 kg no peso ao nascer foi associado a um aumento de 0,5-0,7 kg/m² no IMC na infância (PARSONS et. al., 1999). Alguns trabalhos apontam que há uma curva em forma de “J” na relação entre peso ao nascer e risco de obesidade (ROGERS, 2003), sugerindo um aumento do risco para indivíduos com valores extremos de peso ao nascer. Contudo, o efeito

do baixo peso ao nascer sobre o risco de obesidade abdominal e sobre a forma corporal ainda é controverso (WELLS et. al., 2007).

Apesar da ampla literatura sobre a associação de variáveis precoces com obesidade e composição corporal, pouca ênfase tem se dado na relação dessas variáveis com a forma corporal de crianças. Um estudo realizado na Inglaterra mostrou que já há diferenças nas medidas corporais de crianças no útero e no nascimento, sendo essas diferenças importantes determinantes da forma e do tamanho corporal (HINDMARSHI et. al., 2002). Entretanto, nenhum estudo observou se variáveis precoces afetam a forma corporal na infância tardia, antes da puberdade. Por isso, é preciso buscar entender como atuam as variáveis precoces no conjunto de medidas corporais e não só na deposição de gordura na região abdominal e como atuam as variáveis precoces na determinação da forma corporal na infância.

2.3.3 Aleitamento materno, alimentação e ganho de peso na infância

Ao analisar os efeitos das variáveis intermediárias no desfecho, observa-se que a amamentação no primeiro ano de vida pode ter um efeito protetor sobre a obesidade. As crianças amamentadas (amamentação exclusiva ou amamentação acompanhada de fórmula infantil) apresentaram 15% de proteção, comparadas àquelas que nunca foram amamentadas. Resultado similar foi encontrado em outra meta-análise com nove estudos, a qual mostrou o efeito protetor da amamentação sobre a obesidade infantil comparada às fórmulas infantis (ARENZ et. al., 2004).

Um estudo realizado recentemente encontrou que crianças que aderem a um padrão alimentar mediterrâneo, considerado por muitos um padrão saudável, apresentam menor chance de ter circunferência da cintura e RCQ elevadas (TOGNON et. al., 2013). Além disso, em outro estudo observou-se que crianças que aderiram ao padrão alimentar vegetal tiveram menor risco de desenvolver obesidade ao longo de um acompanhamento longitudinal (PALA et. al., 2013). Entretanto, não foram encontrados estudos longitudinais que investigassem a relação do aleitamento materno e da alimentação na infância precoce com a forma corporal de crianças.

Outro fator que parece ter influência nas circunferências infantis é o ganho de peso na infância, visto que o ganho de peso acelerado está associado a maior IMC em crianças e maior quantidade de gordura corporal. No que se refere à composição corporal, observa-se diferenças sistemáticas entre estudos de países de alta e baixa

e média renda, já que em estudos europeus, o ganho ponderal na infância prediz a altura, a massa magra e a massa gorda, ao passo que, em estudos realizados em países em desenvolvimento, o ganho de peso está associado de forma positiva com altura e massa magra, mas não com massa gorda (LI et. al. 2003; SAYER et. al. 2004; SACHDEV et. al. 2005; EUSER et. al., 2005; EKELUND et. al., 2006).

2.3.4 Estado nutricional e composição corporal

Por fim, as variáveis proximais (estado nutricional e composição corporal) exercem um efeito direto sobre as medidas corporais dos indivíduos (LIN et. al., 2004; WANG et. al., 2007; OLIVARES et. al., 2007), influenciando a forma corporal através da deposição de gordura corporal. Em um estudo realizado na Índia em 2007, observou-se que crianças com menor quantidade de massa muscular na infância precoce tiveram maior depósito de gordura na região abdominal, tendo uma forma corporal associada ao risco de DCV (JOGLEKAR et. al., 2007). Já em mulheres com sobrepeso e obesidade, a média de IMC foi similar apesar do aumento de indivíduos com obesidade nos grupos de maior idade e todas as associações entre circunferências e grupos de IMC foram significativas para todas as idades (WELLS et. al., 2008). Ademais, outro estudo mostrou que quanto maior o percentual de gordura corporal de indivíduos adultos, maior as circunferências medidas através do 3DPS (WELLS et. al., 2012).

2.3.5 Construção do modelo teórico de determinação da forma corporal

A partir da revisão de literatura (dos artigos expostos no quadro 1 e das demais referências utilizadas para a construção deste projeto) é apresentada na figura 5 uma proposta de modelo conceitual dos determinantes da forma corporal na infância.

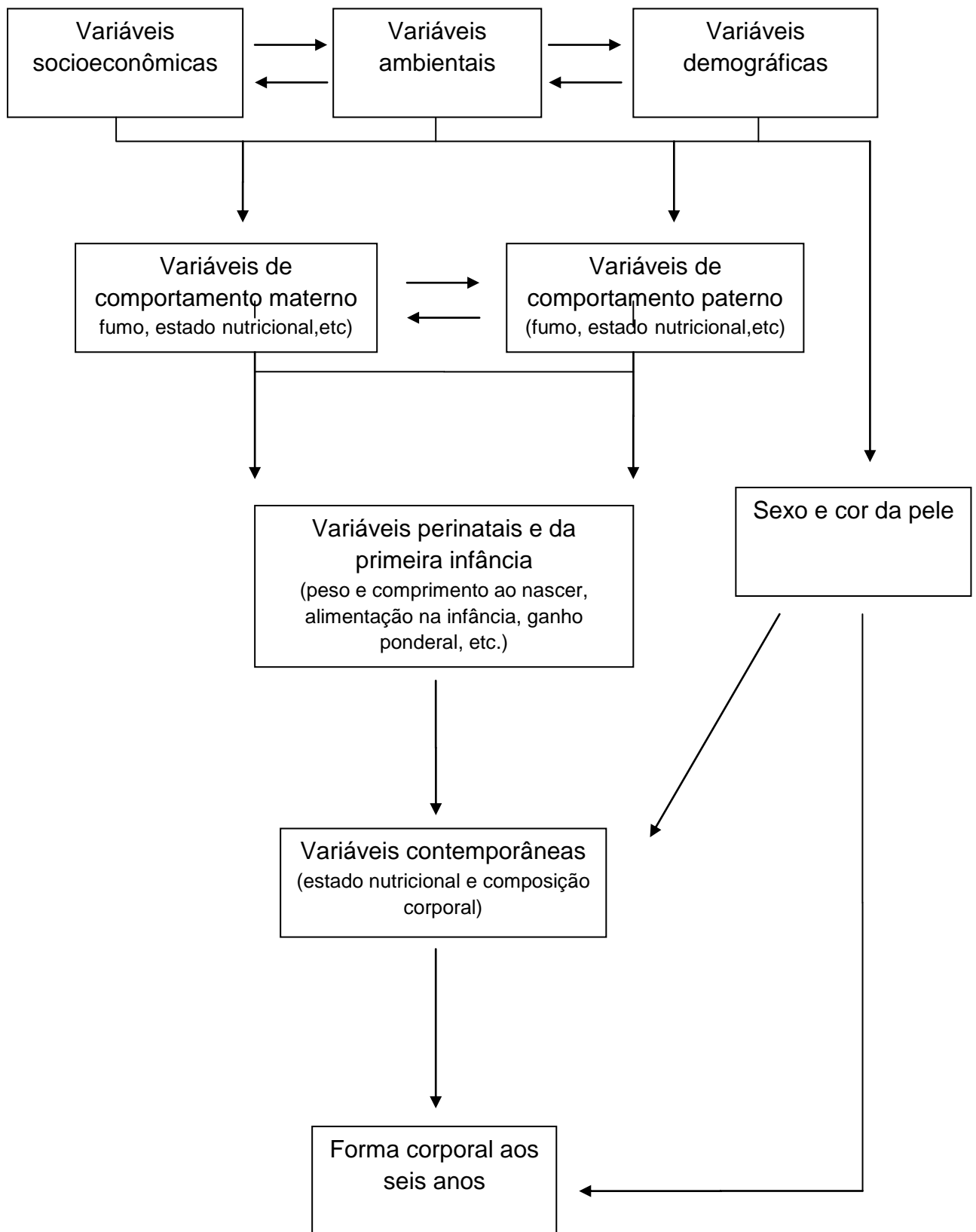


Figura 5. Modelo teórico da determinação das medidas corporais na infância.

3. JUSTIFICATIVA

O estudo das medidas antropométricas faz parte de uma das principais abordagens para avaliar a situação de saúde de crianças e providenciar informações para políticas de saúde pública que visem combater o excesso de peso infantil e outros agravos à saúde (GARZA & de ONIS, 2004).

Como apresentado na seção anterior, desde o início do século passado os pesquisadores se debruçam na tentativa de melhor conhecer os determinantes de inúmeras doenças e entre esses determinantes estão o estado nutricional, as circunferências e a composição corporal.

As circunferências corporais indicadoras da forma corporal mais comumente utilizadas são a circunferência da cintura, a razão cintura-quadril e, em menor escala, as razões cintura-altura e cintura-coxa. Apesar de esses indicadores não diferenciarem os componentes do tecido adiposo corporal, eles são muito úteis na avaliação do estado de saúde de indivíduos e populações.

No entanto, essas medidas tradicionais do corpo humano sofrem, muitas vezes, de erros intra e entre observadores que podem enviesar as medidas. Ademais, testar novas medidas corporais preditoras do estado nutricional de crianças poderia consumir muito tempo com o treinamento de equipe técnica para a aferição destas medidas. Por isso a técnica tridimensional é um grande aliado nesse tipo de estudo, pois elimina esse problema e melhora a habilidade de detectar medidas corporais de indivíduos e populações.

Por fim, a maioria dos estudos aponta para o caminho das medidas corporais (exposição) em direção a possíveis agravos de saúde que elas podem acarretar (desfechos). Poucos são os trabalhos que visam entender quais são os determinantes que afetam as medidas corporais de crianças e, conseqüentemente, afetam a sua forma corporal.

Em razão do que fora supracitado ao longo das seções anteriores e, em especial, nos parágrafos acima, o presente projeto de pesquisa torna-se justificável, pois permite a identificação de fatores precoces e contemporâneos associados à forma corporal de crianças, possibilitando estudos posteriores sobre as diferenças na forma corporal na infância e possíveis desfechos que elas podem acarretar.

4. OBJETIVOS

- **Objetivo Geral:**

Avaliar a forma corporal, através das medidas de circunferência obtidas pelo 3DPS, e seus componentes e determinantes aos seis anos de idade na coorte de nascimentos de 2004 de Pelotas, RS, Brasil.

- **Objetivos específicos:**

Os objetivos específicos apresentados abaixo têm como desfecho o conjunto de medidas corporais obtidas pelo 3DPS aos seis anos de idade, no acompanhamento da coorte de 2004 realizado entre os anos de 2010 e 2011.

1. Explorar o uso de medidas obtidas através do 3DPS, assim como combinações delas, com o intuito de gerar um padrão corporal, comparando com diferentes métodos de referência, a saber:

- a. Medidas corporais obtidas pelo 3DPS entre sexo e cor da pele;
- b. Medidas corporais obtidas pelo 3DPS vs. padrões alimentares;
- c. Associação entre as medidas obtidas pelo 3DPS vs. gordura corporal e massa magra obtidos por outros métodos de composição corporal (DXA e ADP).

2. Avaliar a influência de variáveis precoces e dos padrões alimentares ao longo da infância sobre a forma corporal e composição corporal aos seis anos nas crianças da coorte de 2004.

5 HIPÓTESES

- Meninos apresentarão medidas corporais maiores que as medidas das meninas, principalmente aquelas indicadoras de forma corporal androide;
- Não haverá diferença na forma corporal em relação à cor da pele das crianças;
- Crianças com maior quantidade de gordura corporal apresentarão maiores medidas corporais, principalmente medidas indicadoras de forma corporal androide;
- Crianças que nasceram com baixo peso ao nascer, que foram desmamadas precocemente e que apresentam padrão alimentar atual aderindo a uma dieta pobre em frutas e vegetais apresentarão medidas corporais maiores;
- Crianças filhas de mãe com menor escolaridade, de baixo nível socioeconômico e filhas de mãe que fumaram na gestação apresentarão menores medidas corporais.

6 METODOLOGIA

6.1 A Coorte de Nascimentos de 2004

Entre os dias 01 de janeiro e 31 de dezembro de 2004, nasceram 4558 crianças (incluindo óbitos fetais) cujas mães residiam na cidade de Pelotas ou no bairro Jardim América, pertencente ao município de Capão do Leão. Do total de mães dessas crianças, 4519 foram entrevistadas, contabilizando menos de 1% de perdas nessa fase. Entre aquelas mulheres que deram à luz nascidos vivos (4263), 32 recusaram-se a participar do estudo, ocasionando assim uma taxa de recusas perinatais de 0,8%. Portanto, a população final entrevistada em 2004 foi composta por 4231 crianças nascidas vivas nos hospitais da cidade.

Até o momento, a Coorte de Nascimentos de 2004 realizou cinco acompanhamentos (aos 3, 12, 24, 48 e 72-84 meses) com todos os participantes, permitindo estudar possíveis alterações ocorridas nas características socioeconômicas, nutricionais e de saúde dessas crianças ao longo dos anos. O Quadro 3 apresenta o número de crianças incluídas em cada seguimento desde o nascimento. A taxa de acompanhamento em cada visita foi calculada dividindo-se o total de crianças, obtido pela soma entre o número de entrevistas realizadas e o número de óbitos acumulados no período, pelo número de nascidos vivos e acompanhados no perinatal (4231), que compõem o grupo de referência da coorte.

Quadro 3. Descrição dos dados de acompanhamento da Coorte de Nascimentos de 2004. Pelotas, RS.

Acompanhamentos	Perinatal	3 meses	1 ano	2 anos	4 anos	6 anos
Entrevistas	4231	3985	3907	3869	3799	3722
Óbitos	*	66	82	88	94	95
Recusas (%)	0,8	0,6	0,6	0,9	1,2	0,6
Perdas (%)	*	3,6	5,1	5,5	6,8	9,2
% Acompanhamento	99,2	95,7	94,3	93,5	92,0	90,2

No último acompanhamento (72-84 meses), a logística do trabalho de campo foi alterada devido à possibilidade de realização de exames diferenciados, sendo uma clínica especialmente montada para atender as mães e crianças da Coorte de

Nascimentos de 2004. Com essa estrutura, as entrevistas foram realizadas em salas individuais e os questionários foram aplicados através de um computador de bolso, o PDA (*Personal Digital Assistants*). A avaliação da composição corporal foi realizada através de métodos sofisticados utilizados em pesquisa (*Bod Pod®*, *DXA* e *Three Dimensional Photonic Scanner*). Maiores informações sobre a logística, instrumentos e treinamentos estão disponibilizadas *online*, no relatório do trabalho de campo do acompanhamento dos 6-7 anos da Coorte de Nascimentos de Pelotas de 2004 (www.epidemiologia-ufpel.org.br).

6.2 Metodologia do projeto

6.2.1 Delineamento

Trata-se de um estudo epidemiológico longitudinal e prospectivo. Pelo fato de levar em conta a temporalidade, trata-se de um delineamento adequado para o estudo das relações causais entre exposições e desfechos. Os detalhes metodológicos inerentes à coorte de nascimentos de 2004 podem ser encontrados em outra publicação (BARROS et. al., 2006).

6.2.2 População-alvo

A população-alvo será constituída de crianças que nasceram nos cinco hospitais da cidade de Pelotas entre os dias 1º de janeiro de 2004 e 31 de dezembro de 2004 nas quais as famílias residiam na zona urbana de Pelotas ou no bairro Jardim América, pertencente ao município de Capão do Leão. Serão incluídas neste estudo todas as crianças que foram acompanhadas no ano de 2010 com resultados para o exame do 3DPS.

6.2.3 Critérios de exclusão

Serão excluídas do estudo as crianças que não possuem exame realizado no 3DPS, com malformação congênita e as gemelares.

6.2.4 Definição do desfecho

Para definição do desfecho, serão utilizadas as imagens captadas pelo aparelho denominado *Three Dimensional Photonic Scanner*, da marca TC².

No trabalho de campo da Coorte de 2004, não era necessário jejum prévio ou qualquer tipo de preparação anterior para realização do exame. Sendo assim, o único procedimento necessário para a captação das imagens era que a criança estivesse adequadamente vestida com a roupa fornecida no acompanhamento e usando uma touca para cobrir os cabelos. O exame era feito com a criança em pé e levava, em média, 11 segundos para captar a imagem que deu origem às medidas corporais, conforme ilustram as figuras 6 e 7. Informações mais detalhadas sobre a rotina de captação das imagens, de manejo dos dados e de calibração do aparelho podem ser observadas no Anexo 1.

As imagens foram captadas por técnicos previamente treinados e para cada criança foi obtido um par de imagens. Caso houvesse erro em alguma das medidas, o exame era repetido até a obtenção de uma imagem corporal adequada. Todas estas informações eram anotadas em uma planilha (Anexo 2) para que o doutorando responsável pelo aparelho à época do trabalho de campo realizasse a checagem da qualidade dos dados.

Assim que o aparelho capta as imagens ele gera diferentes arquivos, sendo os mais relevantes aqueles que salvam a imagem dos indivíduos (*.bin*) e as medidas corporais (*.ord*). No trabalho de campo da Coorte de 2004, após a coleta dos dados, esses arquivos eram extraídos do aparelho pela equipe de Tecnologia da Informação (TI). A seguir, os arquivos referentes às medidas dos indivíduos (*.ord*) eram transferidos para um banco de dados no Stata para posterior análises. Finalmente, com o intuito de termos somente uma informação de cada conjunto de medidas para cada indivíduo entrevistado, foi feita uma média aritmética de todas as medidas captadas de cada criança. Ao fim do trabalho de campo, foram obtidas informações deste aparelho para 3350 crianças.

Para os artigos referentes a este projeto de doutorado, os desfechos incluirão as medidas corporais obtidas pelo 3DPS. Para obtenção de indicadores da forma corporal das crianças, serão utilizadas medidas indicadoras de adiposidade central, como circunferência da cintura, do quadril e diâmetro sagittal, além de medidas indicadoras de adiposidade periférica, tais como circunferência da coxa e do braço. A seguir, será realizada uma análise de componentes principais com essas medidas, com o intuito de detectar uma combinação delas que sumarie a informação total e possa ser útil na localização da gordura corporal total e regional de meninos e meninas. Ademais, também serão utilizadas combinações destas medidas que

também sirvam para auxiliar na indicação da forma corporal das crianças estudadas (razão cintura-quadril, razão cintura-coxa, etc.). Todas essas medidas serão avaliadas em relação à sua capacidade de identificar a concentração de gordura corporal nos indivíduos.

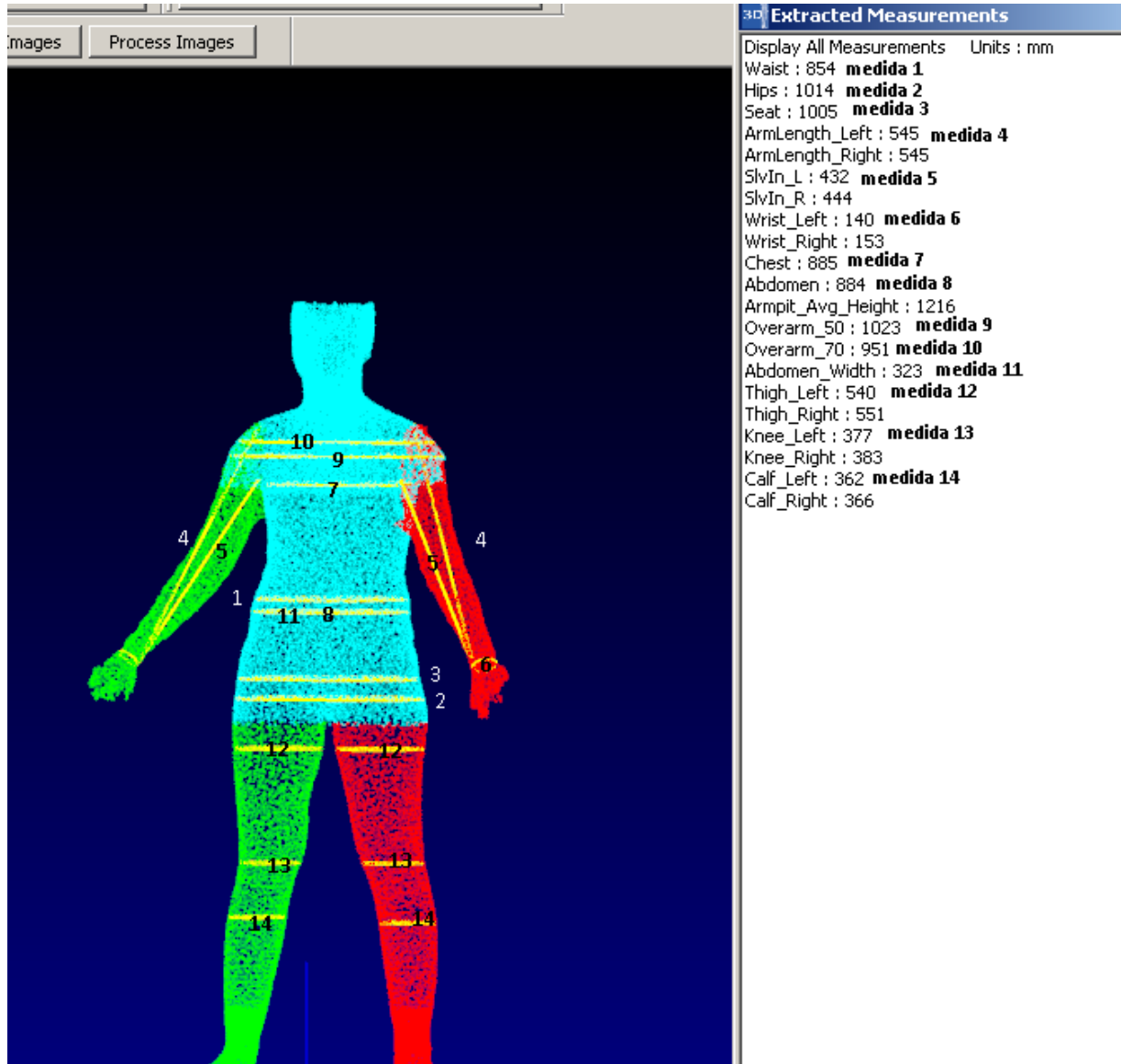


Figura 6. Exemplo de imagem tridimensional obtida pelo 3DPS com as medidas corporais captadas pelo aparelho.

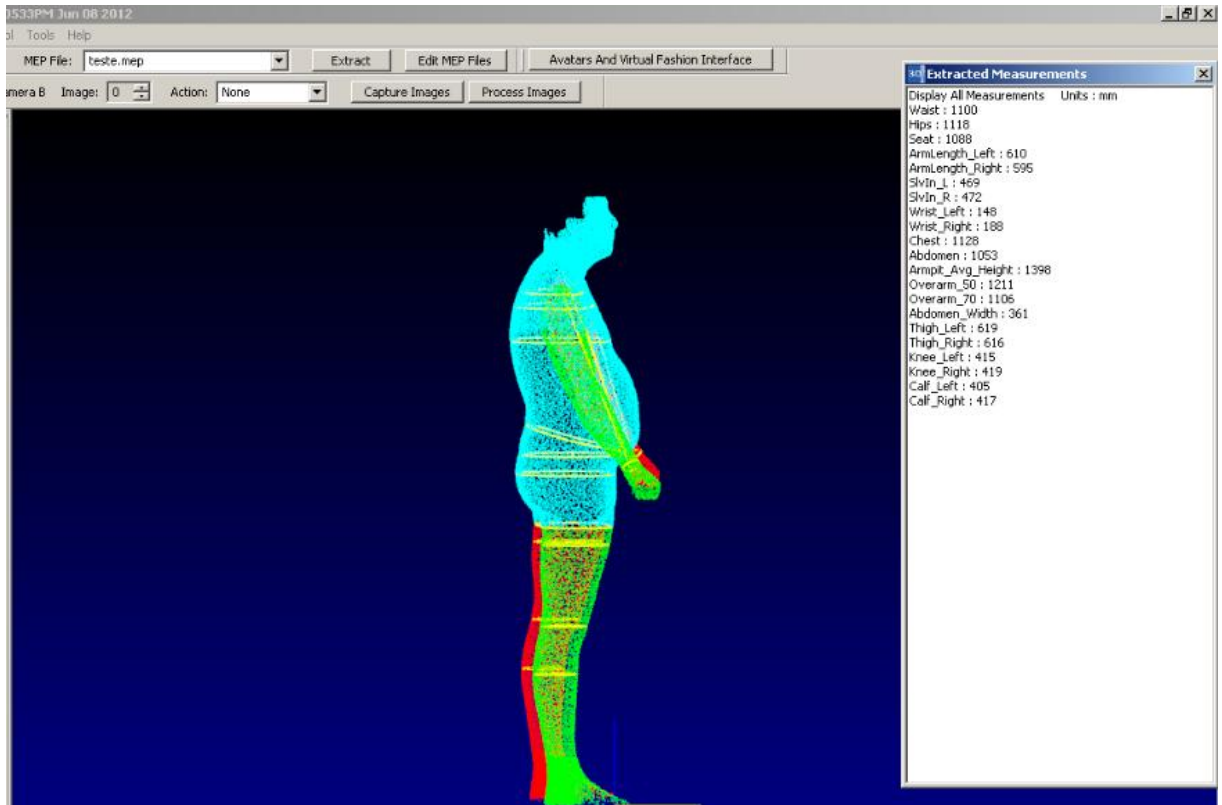


Figura 7. Exemplo de imagem tridimensional obtida pelo 3DPS (perfil).

6.2.5 Variáveis independentes

As variáveis empregadas para mensurar a composição corporal no acompanhamento dos seis anos são: massa gorda e massa livre de gordura total (DXA e Pletismografia) e percentual de massa gorda e massa livre de gordura (DXA e Pletismografia).

Aquelas variáveis referentes aos acompanhamentos passados serão obtidas na base de dados da coorte de 2004. As principais exposições de interesse estão apresentadas no quadro 4.

Quadro 4. Principais exposições precoces de acordo com o ano de coleta.

Ano de coleta	Variável	Definição	Tipo
2004	Peso ao nascer	Peso ao nascer em gramas	Contínua
		Baixo peso ao nascer (<2500g)	Dicotômica
2005	Aleitamento materno exclusivo	Mediana de aleitamento materno	Contínua
		Aleitamento exclusivo até os seis meses	Dicotômica
	Estado nutricional na infância	Escore z de altura-para-idade	Contínua
		Escore z de peso-para-altura	Contínua
2004 → 2005 2005 → 2006	Ganho ponderal	Construído usando escore z de cada visita em comparação com a anterior	Contínua

Os possíveis fatores de confusão para estudar a associação entre as variáveis precoces e a forma corporal aos seis anos encontram-se abaixo:

- Nível socioeconômico;
- Escolaridade materna;
- Idade da mãe no momento do parto;
- Fumo materno;
- Tipo de parto.

6.2.6 Instrumentos

Nos cinco primeiros acompanhamentos, as entrevistas foram realizadas em questionários de papel, sendo necessária a dupla digitação das informações no programa EpilInfo®. Os questionários continham informações socioeconômicas, ambientais, demográficas, história reprodutiva materna, assistência pré e perinatal, condições de saúde, crescimento e desenvolvimento da criança, morbidades, saúde materna, alimentação infantil, entre várias outras questões.

No último acompanhamento (2010 e 2011), o método de aplicação do questionário foi mudado, com as entrevistas sendo aplicada através de um

computador de bolso (PDA), tendo questões sobre características contemporâneas das crianças, além de informações maternas, da família e do domicílio coletadas. Os questionários aplicados em todos os acompanhamentos da coorte de 2004 encontram-se disponíveis no seguinte endereço eletrônico: http://www.epidemioufpel.org.br/site/content/coorte_2004/pesquisa.php.

Juntamente com os questionários, no último acompanhamento foram realizados testes psicológicos, foi aplicado um QFA com 54 itens alimentares, além de realizada coleta de sangue e aferidas medidas antropométricas. Também foram mensuradas estimativas de composição corporal através do DXA, pletismografia e diluição com deutério em uma subamostra de 200 crianças da coorte. Essa subamostra foi selecionada de forma aleatória sistemática, com estratificação para o IMC e sexo.

Todos os procedimentos foram realizados segundo protocolos padronizados e previamente testados, com técnicos treinados. A padronização foi realizada com base em literatura atual e nas recomendações dos fabricantes de cada equipamento.

6.2.7 Poder amostral

Como as variáveis do presente projeto já foram coletadas, realizou-se o cálculo do poder amostral com base em dados da literatura sobre circunferência da cintura e razão cintura-quadril, que são as medidas indicativas da forma corporal mais amplamente utilizadas. Como um dos objetivos do projeto é verificar se há diferença na forma corporal entre os sexos na infância, considerou-se a estratificação por sexo para o cálculo do poder para detectar possíveis diferenças entre os grupos. Foi considerado um valor alfa de 0,05 sendo obtido poder superior a 80% para todas as associações, conforme ilustra o quadro abaixo.

Quadro 5. Cálculo do poder amostral.

Circunferência da cintura								
Referência	População	M1	M2	DP1	DP2	N1	N2	Poder
(Lu et. al., 2013)	Geral	67,4	63,0	11,8	9,7	1932	1778	100%
(Rodrigues-Rodrigues et. al., 2010)	Geral	64,4	62,8	2,7	2,1	1932	1778	100%
(Kwon et. al., 2007)	Geral	65,2	64,2	10,7	10,2	1932	1778	83%
Razão cintura-quadril								
(Rodrigues-Rodrigues et. al., 2010)	Geral	0,86	0,82	0,01	0,02	1932	1778	100%
(Kwon et. al., 2007)	Geral	0,82	0,79	0,07	0,08	1932	1778	100%

M1 = Média nos meninos

M2 = Média nas meninas

DP1 = Desvio padrão nos meninos

DP2 = Desvio padrão nas meninas

N1 = Percentual de meninos na coorte de 2004

N2 = Percentual de meninas na coorte de 2004

6.2.8 Seleção e treinamento de equipe

A seleção das entrevistadoras foi semelhante no perinatal e nos cinco acompanhamentos seguintes (3, 12, 24, 48 meses e aos 6 anos) realizado pela Coorte de 2004. Os pré-requisitos necessários para a inscrição eram ser do sexo feminino, ter ensino superior completo e disponibilidade de tempo integral. No treinamento, foi avaliada a experiência prévia em trabalho de campo. Os treinamentos foram coordenados pelos doutorandos ou supervisores da pesquisa e pela secretária da Coorte de 2004. Foram realizados treinamentos específicos para cada função, de acordo com as informações e medidas coletas no estudo.

6.2.9 Logística do trabalho de campo

No acompanhamento realizado aos seis anos, a coleta de dados ocorreu nas dependências do Centro de Pesquisas em Saúde Dr. Amilcar Gigante da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL), e uma clínica foi montada para atender especialmente as crianças e mães integrantes da Coorte de Nascimentos de 2004. As visitas foram agendadas previamente através de contato telefônico.

Ao chegarem à clínica, os responsáveis pelos participantes eram encaminhados para a leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Depois dos responsáveis assinarem o termo, as crianças eram encaminhadas para a realização dos procedimentos, constituídos de entrevistas e exames.

Todos os procedimentos foram submetidos à controle de qualidade. No que diz respeito aos exames, os aparelhos foram calibrados regularmente conforme a recomendação do fabricante. Cada aparelho teve um responsável técnico, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia e membro da equipe da coorte de 2004.

6.2.10 Processamento dos dados

Os dados das entrevistas eram enviados para um servidor central automaticamente, a partir da sincronização dos dados no PDA de cada entrevistadora. Semanalmente, a equipe de TI extraía esses dados do servidor central para criação dos bancos de dados. Os dados gerados pelo 3DPS eram extraídos semanalmente e convertidos para um banco no *Stata*®.

Todos os bancos foram analisados para verificação e correção de inconsistências. Para o presente projeto, as variáveis de interesse dos acompanhamentos anteriores serão obtidas através dos bancos de dados da coorte de 2004. Todas as análises serão realizadas no programa *Stata*® versão 12.0.

6.2.11 Análise de dados

A distribuição das medidas corporais aos seis anos de acordo com medidas contemporâneas (sexo, cor da pele, composição corporal e padrão alimentar) será o tema estudado no primeiro artigo da tese que terá as medidas do 3DPS como desfecho.

Em primeira instância, será realizada uma análise exploratória da distribuição das medidas corporais indicadoras da forma corporal como variáveis contínuas, verificando-se a suposição da normalidade a partir da inspeção visual (histogramas e medidas de simetria). Ademais, valores considerados *outliers* serão excluídos. Finalmente, essas variáveis serão descritas por meio de medidas de tendência central e de dispersão, de acordo com a distribuição. O mesmo será feito para as variáveis independentes que forem estudadas na forma contínua. As variáveis categóricas serão analisadas por meio de frequências absolutas e relativas.

Todas as análises serão estratificadas por sexo e cor da pele. Além disso, a associação entre as medidas do 3DPS e padrões alimentares serão testadas por

meio de teste paramétrico ou não paramétrico apropriados para cada situação. Tendo o desfecho distribuição normal, será utilizada Análise de Variância (ANOVA) para verificar essa associação. Caso algum pressuposto da ANOVA seja violado, será utilizado o teste de Kruskal-Wallis, teste não paramétrico análogo ao ANOVA.

Para verificar a relação entre a forma corporal e a composição corporal das crianças (massa gorda e massa livre de gordura), serão analisadas as medidas de correlação paramétrica (correlação de Pearson) ou não paramétrica (correlação de Spearman), dependendo da distribuição das variáveis estudadas. Ademais, será analisado se há um aumento constante nas medidas corporais conforme há um aumento no quintil de gordura corporal das crianças.

No artigo 2 serão abordados os determinantes precoces da forma corporal aos seis anos, especialmente o peso ao nascer, o tipo de alimentação na infância precoce e o crescimento nos primeiros anos de vida. Nessa análise, será verificado o papel dos padrões alimentares aos seis anos como um possível modificador de efeito da relação entre as variáveis precoces referidas e as medidas corporais.

Na figura 8 observa-se o plano de análise proposto para o presente projeto.

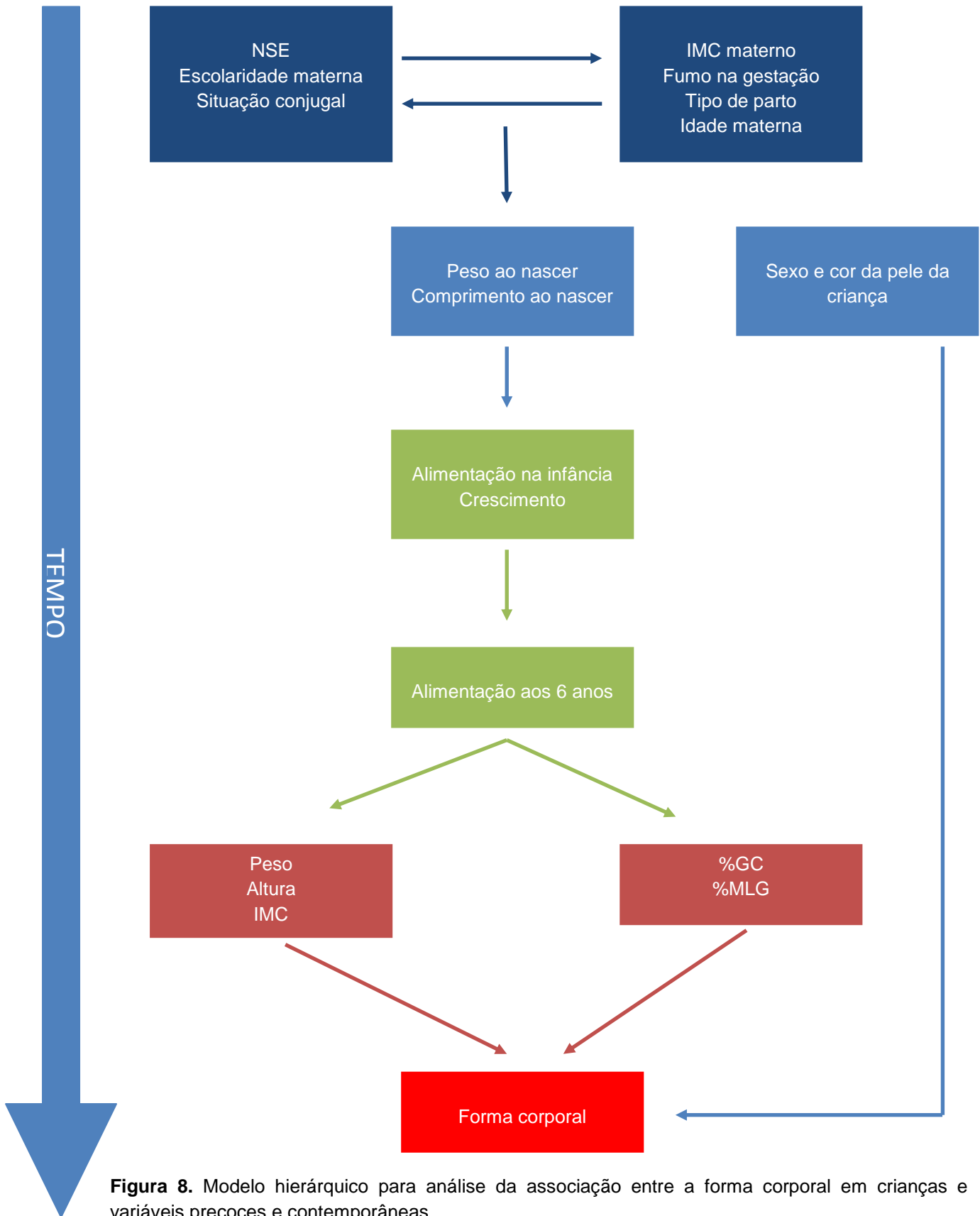


Figura 8. Modelo hierárquico para análise da associação entre a forma corporal em crianças e variáveis precoces e contemporâneas

6.2.12 Materiais

Como mencionado, este projeto está inserido no projeto Coortes de Nascimentos de 2004 e todos os materiais utilizados aqui estão inseridos no orçamento do projeto maior.

6.2.13 Aspectos éticos

O projeto será submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFPel. Entretanto, o estudo não ofereceu riscos aos membros da coorte, pois foram aplicados critérios de exclusão adequados que garantiram a segurança dos participantes.

6.2.14 Cronograma

ATIVIDADES	2012				2013				2014				2015			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisão da literatura																
Elaboração do Projeto																
Processamento dos dados																
Análise dos dados																
Estágio no exterior																
Redação dos artigos																
Defesa da Tese																

Pretende-se a realização de um doutorado sanduíche, através do programa Ciências sem Fronteiras, na Universidade de Cambridge sob supervisão do professor Ken Ong, que já tem colaborado com outros estudantes do Programa de Pós Graduação em Epidemiologia da UFPel. Está previsto um período de 12 meses em Cambridge para que se possa trabalhar nos objetivos 1 e 2 desta tese, sendo escritos dois dos três artigos nesse período.

6.2.15 Orçamento

A coorte de nascimentos de 2004 obteve recursos da fundação *Wellcome Trust*, por meio de repasse financeiro ao Centro de Pesquisas Epidemiológicas.

6.2.16 Divulgação dos resultados

Os resultados serão divulgados em diferentes veículos de comunicação com o intuito de levar a sociedade os resultados obtidos a partir deste projeto de

doutorado. Os artigos científicos produzidos serão publicados em revistas científicas indexadas, nacionais ou internacionais. Será enviado um comunicado a imprensa, com texto acessível para divulgar os resultados do estudo na imprensa local.

Referências

Aeberli I, Gut-Knabenhans M, Kushe-Ammann RS, Molinarf L, Zimmermann MB. Waist circumference and waist-to-height ratio percentiles in a nationally representative sample of 6-13 year old children in Switzerland. *Swiss Medical Weekly*. 2011; 141:w13227.

Arenz S, Ruckerl R, Koletzko B, Kries R. Breast-feeding and childhood obesity: a systematic review. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2004; 28(10):1247-1256.

Barker DJ, Osmond C. Infant mortality, childhood nutrition, and ischaemic heart disease in England and Wales. *Lancet*. 1986; 1:1077-1081.

Barros AJ, Santos IS, Victora CG, Albernaz EP, Domingues MR, Timm IK, Matijasevich A, Bertoldi AD, Barros FC. The 2004 Pelotas birth cohort: methods and description. *Rev Saúde Pública*. 2006; 40:402-413.

Bertillon A. Identification Anthropometrique: Instructions Signalétiques. Melun: Imprimerie Administrative; 1893.

Boney CM, Verma A, Tucker R, Vohr BR. Metabolic syndrome in childhood: association with birth weight, maternal obesity, and gestational diabetes mellitus. *Pediatrics*. 2005; 115:e290-e296.

Bonithon-Kopp C, Raison J, Egloff M, Guy-Grand B, Ducimetière P. Skinfold and body circumferences as measures of body fat patterning in a French female active population: relationships with the metabolic risk profile. *J Clin Epidemiol*. 1991; 44(6): 475-482.

Booth ML, Macaskill P, Lazarus R, Baur LA. Sociodemographic distribution of measures of body fatness among children and adolescents in New South Wales, Australia. *Int J Obes*. 1999; 23:456-462.

Bretschneider T, Koop U, Schreiner V, Wenck H, Jaspers S. Validation of the body scanner as a measuring tool for a rapid quantification of body shape. *Skin Research and Technology*. 2009; 15:364-369.

Caballero B. The Global Epidemic of Obesity: An Overview. *Epidemiol Rev*. 2007; 29(1):1-5.

Chambers EC, Heshka S, Huffaker LY, Xiong Y, Wang J, Eden E, Gallagher D, Pi-Sunyer FX. Truncal adiposity and lung function in older black women. *Respiratory Physiology*. 2008; 186:13-17.

Damon A, Damon ST, Harpending HC, Kannel WB. Predicting coronary heart disease from body measurements of Framingham males. *J Chron Dis*. 1969; 21:781-802.

Djelantik A, Kunst A, Van der Wal M, Smit H, Vrijkotte T. Contribution of overweight and obesity to the occurrence of adverse pregnancy outcomes in a multi-ethnic cohort: population attributive fractions for Amsterdam. *BJOG*. 2012; 119:283–290.

Druet C, Ong KK. Early childhood predictors of adult body composition. *Best Practice & Research Clinical Endocrinolog & Metabolism*. 2008; 22(3):489–502.

Ekelund U, Ong K, Linne Y, Neovius M, Brage S, Dunger DB, Wareham NJ, Rössner S. Upward weight percentile crossing in infancy and early childhood independently predicts fat mass in young adults: the Stockholm Weight Development Study (SWEDES). *Am J Clin Nutr*. 2006; 83:324-330.

Elshibly EM, Schmalisch G. Relationship between maternal and newborn anthropometric measurements in Sudan. *Pediatrics Int*. 2009; 51:326-331.

Epel ES, McEwen B, Seeman T, Matthews K, Castelazzo G, Brownell KD, Bell J, Ickovics JR. Stress and body shape: stress-induced cortisol secretion is consistently greater among women with central fat. *Psychosomatic Medicine*. 2000; 62:623-632.

Euser AM, Finken MJ, Keijzer-Veen MG, Hille ET, Wit JM, Dekker FW. Associations between prenatal and infancy weight gain and BMI, fat mass, and fat distribution in young adulthood: a prospective cohort study in males and females born very preterm. *Am J Clin Nutr.* 2005; 81:480-487.

Garrow JS, Webster J. Quetelet's index (W/H²) as a measure of fatness. *Int J Obes.* 1985; 9:147-153.

Garza C, Onis M. Rationale for developing a new international growth reference. *Food Nutr Bull.* 2004; 25(Suppl. 1):S5-14.

Gillum RF. Distribution of waist-to-hip ratio, other indices of body fat distribution and obesity and associations with HDL cholesterol in children and young adults aged 4-19 years: the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Int J Obes.* 1999; 23:556-563.

Gordon KH, Castro Y, Sitnikov L, Holm-Denoma JM. Cultural body shape ideals and eating disorders symptoms among white, latina, and black college women. *Cultur Divers Ethnic Minor Psychol.* 2010; 16(2):135-143.

Greil, H. Patterns of sexual dimorphism from birth to senescence. *Coll Anthropol.* 2006; 30(3):637:41.

Gurzkowska B, Kulaga Z, Litwin M, Grajda A, Swiader A, Kulaga K, Gozdz M, Wojtylo M. The relationship between selected socioeconomic factors and basic anthropometric parameters of school-aged children and adolescents in Poland. *Eur J Pediatr.* 2013; DOI 10.1007/s00431-013-2109-1.

Hammond WH. Body measurements of pre-school children. *Brit J Prev Soc Med.* 1955; 9:152-158.

Han TS, Bijnen FCH, Lean MEJ, Seidell JC. Separate associations of waist and hip circumference with lifestyle factors. *Int J Epidemiol.* 1998; 27:422-430.

Han H, Nam Y, Choi K. Comparative analysis of 3D body scan measurements and manual measurements of size Korea adult females. *Int J Industrial Ergonomics*. 2010; 40:530-540.

Heslehurst N, Bell R, Rankin J. Tackling maternal obesity: the challenge for public health. *Perspect Public Health*. 2011; 131:161–162.

Heuberger R, Domina T, McGillivray M. Body scanning as a new anthropometric measurement tool for health-risk assessment. *Int J Consumer Studies*. 2008, 32:34-40.

Heymsfield SB, Gallagher D, Mayer L, Beetsch J, Pietrobelli A. Scalling of human body composition to stature: new insights into body mass index. *Am J Clin Nutr*. 2007; 86:82-91.

Heymsfield SB, Martin-Nguyen A, Fong TM, Gallagher D, Pietrobelli A. Body circumferences: clinical implications from a new geometric model. *Nutr & Metabol*. 2008; 5:24-40.

Hindmarshi PC, Geary MPP, Rodeck CH, Kingdom JCP, Cole TJ. Intrauterine Growth and its relationship to size and shape at birth. *Int Ped Research Foundation*. 2002; 52(2):263-268.

Istook CL, Hwang SJ. 3D body scanning systems with application to the apparel industry. *J Fashion Marketing & Management*. 2001; 5(2):120-132.

Joglekar CV, Fall CHD, Deshpande VU, Joshi N, Bhalerao A, Solat V, Deokar TM, Chougule SD, Leary SD, Osmond C, Yajnik CS. Newborn size, infant and childhood growth, and body composition and cardiovascular disease risk factors at the age of 6 years: the Pune Maternal Nutrition Study. *Int J Obes*. 2007; 31:1534-1544.

Jones PRM, Baker AJ, Hardy CJ, Mowat AP. Measurement of body surface area in children with liver disease by a novel three-dimensional body scanning device. *Eur J Appl Physiol*. 1994; 68:514-518.

Jones PRM, Brooke-Wavell K, West GM. Format for human body modeling from 3D body scanning. *Int J Clothing Science and Technology*. 1995; 7(1):7-16.

Jones PRM, Rioux M. Three-dimensional surface anthropometry: applications to the human body. *Optics and Lasers in Engineering*. 1997; 28:89-117.

Kaarma H, Kasmel J, Koskel S, Tiit EM. Changes in schoolgirls' body measurements during a 30 year period. *Growth Dev Aging*. 2003; 67(2):95-105.

Komlos J. Patterns of children's growth in East-central Europe in the eighteenth century. *Annals of Human Biology*. 1986; 13(1):33-48.

Koziel S, Kolodziej H, Ulijaszek SJ. Parental education, body mass index and prevalence of obesity among 14-year-old boys between 1987 and 1997 in Wroclaw, Poland. *Eur J Epidemiol*. 2000;16(12):1163-7.

Kwon J, Kim H, Sohn Y, Cho S. Usefulness of an age-adjusted body shape index in Korean children and adolescents. *Pediatrics International*. 2007; 49:144-149.

Lahti-Koski M, Pietinen P, Mannistö S, Vartiainen E. Trends in waist-to-hip ratio and its determinants in adults in Finland from 1987 to 1997. *Am J Clin Nutr*. 2000; 72:1436-1444.

Lee JS, Aoki K, Kawakubo K, Gunji A. A study on indices of body fat distribution for screening for obesity. *J Occup Health*. 1995; 37:9-18.

Lerch T, MacGillivray M, Domina T. 3D Laser Scanning: A model of multidisciplinary research. *J Textile & Apparel, Technology & Management*. 2007; 5(4):1-22.

Li H, Stein AD, Barnhart HX, Ramakrishnan U, Martorell R. Associations between prenatal and postnatal growth and adult body size and composition. *Am J Clin Nutr*. 2003 ;77:1498–1505.

Li C, Ford ES, Mokdad AH, Cook S. Recent trends in waist circumference and waist-height ratio among US children and adolescents. *Pediatrics*. 2006; 118(5):1390-1398.

Lin JD, Chiou WK, Weng HF, Tsai YH, Liu TH. Comparison of three-dimensional anthropometric body surface scanning to waist-hip ratio and body mass index in correlation with metabolic risk factors. *J Clin Epidemiol*. 2002; 55:757-766.

Lin JD, Chiou WK, Weng HF, Fang JT, Liu TH. Application of three-dimensional body scanner: observation of prevalence of metabolic syndrome. *Clin Nutr*. 2004; 23:1313-1323.

Lissner L, Björkelund C, Heitmann BL, Lapidus L, Björntorp P, Bengtsson C. Secular increases in waist-hip ratio among Swedish women. *Int J Obes*. 1998; 22:1116-1120.

Loomba-Albrecht LA, Styne DM. Effect of puberty on body composition. *Endocrinol, Diabetes & Obes*. 2009; 16:10-15.

Lu Q, Wang R, Lou DH, Ma CM, Liu XL, Yin FZ. Mid-upper arm circumference and arm-to-height ratio in evaluation of overweight and obesity in Han Children. *Pediatr and Neonatology*. 2013; 20:1-6.

Maffeis C. Aetiology of overweight and obesity in children and adolescents. *Eur J Pediatr*. 2000; 159 (Suppl. 1):S35-44.

Márquez-Sandoval F, Macedo-Ojeda G, Viramontes-Hörner D, Ballart JF, Salvadó JS, Vizmanos B. The prevalence of metabolic syndrome in Latin America: a systematic review. *Public Health Nutrition*. 2011; 14(10):1702–13.

McCarthy HD. Body fat measurements in children as predictors for the metabolic syndrome: focus on waist circumference. *Proc Nutr Soc*. 2006; 65:385–392.

McCarthy HD, Ashwell M. A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message 'keep your waist circumference to less than half your height'. *Int J Obes*. 2006; 30:988–992.

McInnis RJ, English DR, Gertig DM, Hopper JL, Giles GG. Body size and composition and risk of postmenopausal breast cancer. *Cancer Epidemiol, Biomarkers & Prev*. 2004; 13(12):2117-2125.

Miles WR. Human body weight: Correlation between body widths and other physical measurements on young men. *Science*. 1928; 68:382-386.

Mokha JS, Srinivasan SR, DasMahapatra P, Fernandez C, Chen W, Xu J, Berenson G. Utility of waist-to-height ratio in assessing the status of central obesity and related cardiometabolic risk profile among normal weight and overweight/obese children: The Bogalusa Study. *BMC Pediatrics*. 2010; 10(73):1471-1478.

Monteiro CA, Conde WL, Popkin BM. Income-Specific Trends in Obesity in Brazil: 1975–2003. *Am J Public Health*. 2007; 97(10):1808-1812.

Moon JS. Secular trends of body sizes in Korean children and adolescents: from 1965 to 2010. *Korean J Pediatr*. 2011; 54(11):436-442.

Myatt M, Duffield A, Seal A, Pasteur F. The effect of body shape on weight-for-height and mid-upper arm circumference based case definitions of acute malnutrition in Ethiopian children. *Annals of Human Biology*. 2009; 36(1):5-20.

Olivares J, Wang J, Yu W, Pereg V, Weil R, Kovacs B, Gallagher D, Pi-Sunyer FX. Comparisons of body volumes and dimensions using three-dimensional photonic scanning in adult Hispanic-Americans and Caucasian-Americans. *J Diabetes Science and Technology*. 2007; 1(6):921-928.

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

Parsons TJ, Power C, Logan S, Summerbell CD. Childhood predictors of adult obesity: a systematic review. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1999; 23 (Suppl. 8):S1-107.

Pala V, Lissner L, Hebestreit A, Lanfer A, Sieri S, Siani A, Huybrechts L, Kambek L, Molnar D, Tornaritis M, Moreno L, Ahrens W, Krogh V. Dietary patterns and longitudinal changes in body mass in European children: a follow-up study on the IDEFICS multicenter cohort. *Eur. J. Clin. Nutr*. 2013; 67:1042-1049.

Patel S, Unwin N, Bhopal R, White M, Harland J, Ayis SAM, Watson W, Alberti KGMM. A comparison of proxy measures of abdominal obesity in Chinese, European and South Asian adults. *Diabetic Med*. 1999; 16:853-860.

Patel R, Lawlor DA, Kramer MS, Smith GD, Bogdanovich N, Matush L. Socio-economic position and adiposity among children and their parents in the Republic of Belarus. *Eur J Public Health*. 2011;21(2):158-65.

Pepper MR, Freeland-Graves JH, Yu W, Stanforth PR, Cahill JM, Mahometa M, Xu B. Validation of a 3-dimensional laser body scanner for assessment of waist and hip circumference. *J Am College Nutr*. 2010; 29(3):179-188.

Poston L, Harthoorn LF, Beek V. Obesity in pregnancy: implications for the mother and lifelong health of the child – a consensus statement. *Pediatr Res*. 2011; 69:175-180.

Price GM, Uauy R, Breeze E, Bulpitt CJ, Fletcher AE. Weight, shape, and mortality risk in older persons: elevated waist-hip ratio, not high body mass index, is associated with a greater risk of death. *Am J Clin Nutr*. 2006; 84:449–460.

Rimm AA, Hartz AJ, Ruulev D Jr. Body shape and overweight as distinct risk factors for diabetes (Abstract). *Am J Epidemiol*. 1980; 112(3): 446.

Rimm AA, Hartz AJ, Fischer ME. A weight shape index for assessing risk of disease in 44,820 women. *J Clin Epidemiol*. 1988; 41(5):459-465.

Rodrigues-Rodrigues E, Palmeros-Exsome C, López-Sobaler AM, Ortega RM. Preliminary data on the association between waist circumference and insulin resistance in children without a previous diagnosis. *Eur J Pediatr.* 2011; 170:35-43.

Rogers I. The influence of birth-weight and intrauterine environment on adiposity and fat distribution in later life. *Int J Obes.* 2003; 27:755–777.

Sachdev HS, Fall CH, Osmond C, Lakshmy R, Biswas SKD, Leary SD, Reddy KS, Barker DJ, Bhargava SK. Anthropometric indicators of body composition in young adults: relation to size at birth and serial measurements of body mass index in childhood in the New Delhi birth cohort. *Am J Clin Nutr.* 2005; 82:456-466.

Sayer AA, Syddall HE, Dennison EM, Gilbody HJ, Duggleby SL, Cooper C, Barker DJ, Phillips DI. Birth weight, weight at 1 y of age, and body composition in older men: findings from the Hertfordshire Cohort Study. *Am J Clin Nutr.* 2004; 80:199–203.

Scheffler, C.; Obermüller, J. Development of fat distribution patterns in children and its association with the type of body shape assessed by the Metric-Index. *Anthropol Anz.* 2012; 69(1):45-55.

Simmons KP, Istook CL. Body measurements techniques comparing 3D body-scanning and anthropometric methods for apparel applications. *J Fashion Marketing & Management.* 2003; 7(3):306-332.

Smit PJ, Potgieter JF, Nesor ML. Sex, age and race variations in the body measurements of White, Bantu, Coloured and Indian children aged 7-15 years. *S.A. Tydskif vir Geneeskunde.* 1967; 24; 422-426.

Snijder MB, Dekker JM, Visser M, Bouter LM, Stehouwer CD, Yudkin JS et al. Trunk fat and leg fat have independent and opposite associations with fasting and postload glucose levels: the Hoorn study. *Diabetes Care.* 2004; 27: 372–377.

Spain D M, Nathand J, Gaus M. Weight, body type and the prevalence of coronary atherosclerotic heart disease in males. *Am. J. med. Sci.* 1963; 245-263.

Stein CE, Fall CH, Kumaran K, Osmond C, Cox V, Barker DJ. Fetal growth and coronary heart disease in south India. *Lancet*. 1996; 348:1269-1273.

Stuart HC, Meredith HV. Use of body measurements in the School Health Program. *Am J Public Health*. 1946; 36(12):1365-1386.

Tanner JM, Healy MJR, Lockhart RD, Mackenzie JD, Whitehouse RH. The prediction of adult body measurements from measurements taken each year from birth to five years. *Aberdeen growth study: Part 1*. 1956; 372-381.

Tehard B, Clavel-Chapelon F. Several anthropometric measurements and breast cancer risk: results of the E3N cohort study. *Int J Obes*. 2006; 30:156-163.

Tognon G, Hebestreit A, Lanfer A, Moreno LA, Pala V, Siani A, Tornaritis M, Henauw S, Veidebaum T, Molnar D, Ahrens W, Lissner L. Mediterranean diet, overweight and body composition in children from eight European countries: Cross-sectional and prospective results from the IDEFICS study. *Nutr Metabol & Cardiovascular Disease*. 2013; 20:1-9.

Treleaven P, Wells J. 3D body scanning and healthcare applications. *IEE Computer Society*. 2008.

Vague J. The degree of masculine differentiation of obesities: a factor determining predisposition to diabetes, atherosclerosis, gout, and uric calculous disease. *Am J Clin Nutr*. 1956; 4(1):20-34.

Vignerova J, Blaha P, Osancova K, Roth Z. Social inequality and obesity in Czech school children. *Econ Hum Biol*. 2004; 2(1):107-118.

Wang J, Gallagher D, Thornton JC, Yu W, Horlick M, Pi-Sunyer FX. Validation of a 3-dimensional photonic scanner for the measurements of body volumes, dimensions, and percentage body fat. *Am J Clin Nutr*. 2006; 83:809-816.

Wang J, Gallagher D, Thornton JC, Yu W, Weil R, Kovac B, Pi-Sunyer FX. Regional body volumes, BMI, waist circumference, and percentage fat in severely obese adults. *Obesity*. 2007; 15(11):2688-2698.

Weiss ET, Barzilai O, Brightman L, Chapas A, Hale E, Karen J, Bernstein L, Geronemus RG. Three-dimensional surface imaging for clinical trials: improved precision and reproducibility in circumference measurements of thighs and abdomens. *Lasers in Surgery and Medicine*. 2009; 41:767-773.

Wells JCK. A Hattori chart analysis of body mass index in infants and children. *Int J Obes*. 2000; 24:325–329.

Wells JCK, Douros I, Fuller NJ, Elia M, Dekker L. Assessment of body volume using Three-Dimensional Photonic Scanner. *Annals New York Academy of Sciences*. 2000; 247-254.

Wells JCK, Ruto A, Treleaven P. Whole-body three-dimensional photonic scanning: a new technique for obesity research and clinical practice. *Int J Obes*. 2007; 1-7.

Wells JCK, Treleaven P, Cole TJ. BMI compared with 3-dimensional body shape: the UK National Sizing Survey. *Am J Clinical Nutrition*. 2007; 85: 419-425.

Wells JCK, Cole TJ, Bruner D, Treleaven P. Body shape in American and British adults: between-country and inter-ethnic comparisons. *Int J Obes*. 2008; 32:152-159.

Wells JCK, Griffin L, Treleaven P. Independent changes in female body shape with parity and age: a life-history approach to female adiposity. *Am J Human Biology*. 2010. Disponível na versão on line em: www.interscience.wiley.com

Wells JCK, Charoensiriwath S, Treleaven P. Reproduction, aging, and body shape by Three-Dimensional Photonic Scanning in Thai Men and Women. *Am J Human Biology*. 2011. Publicado on-line. DOI 10.1002/ajhb.21151.

Wells JCK, Treleaven P, Charoensiriwath S. Body shape by 3-D photonic scanning in Thai and UK adults: comparison of national sizing surveys. *Int J Obes*. 2012; 36:148-154.

World Health Organization. Physical Status: the Use and Interpretation of Anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series 854. Geneva: WHO; 1995.

World Health Organization. Western Pacific Region, International Association for the Study of Obesity, International Obesity Task Force. Redefining obesity and its treatment. Geneva: WHO; 2000.

Yu CH, Lo YH, Chiou WK. The 3D scanner for measuring body surface area: a simplified calculation in the Chinese adult. *Applied Ergonomics*. 2003; 34:273-278.

Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, Bautista L, Franzosi MG, Commerford P et al. Obesity and the risk of myocardial infarction in 27 000 participants from 52 countries: a case-control study. *Lancet*. 2005; 366: 1640–1649.

Zalesin KC, Franklin BA, Miller WM, Peterson ED, McCullough PA. Impact of Obesity on Cardiovascular Disease. *Endocrinology & Metabolism Clinics of North America*. 2008;37(3):663-84.

Zhou H, Yamauchi T, Natsuhara K, Yan Z, Lin H, Ichimaru N, Kim SW, Ishii M, Ohtsuka R. Overweight in urban schoolchildren assessed by body mass index and body fat mass in Dalian, China. *J Physiol & Anthropol*. 2006; 25(1): 41-48.

Zöllner CC, Fisberg RM. Estado nutricional e sua relação com fatores biológicos, sociais e demográficos de crianças assistidas em creches da Prefeitura do Município de São Paulo. *Rev Bras Saude Matern Infant*. 2006; 6:319-328.

Anexos

Anexo 1. Protocolo para o uso do Three Dimensional Photonic Scanner.



Universidade Federal de Pelotas
Faculdade de Medicina
Centro de Pesquisas Epidemiológicas
Coorte de Nascimentos de 2004



Photonic Scanner

Rotina de manejo e manual básico

Sumário de Conteúdos:

1. Ligar o aparelho

2. Calibrar

3. Realização do teste

4. Localizar um teste realizado

5. Problemas comuns

6. Passos para extração de dados do Photonic

7. Resumo do protocolo

1. Ligar o aparelho:

Ao iniciar o dia de medições, ligar o sistema na seguinte ordem:

1° Ligar na tomada

2° Ligar No break

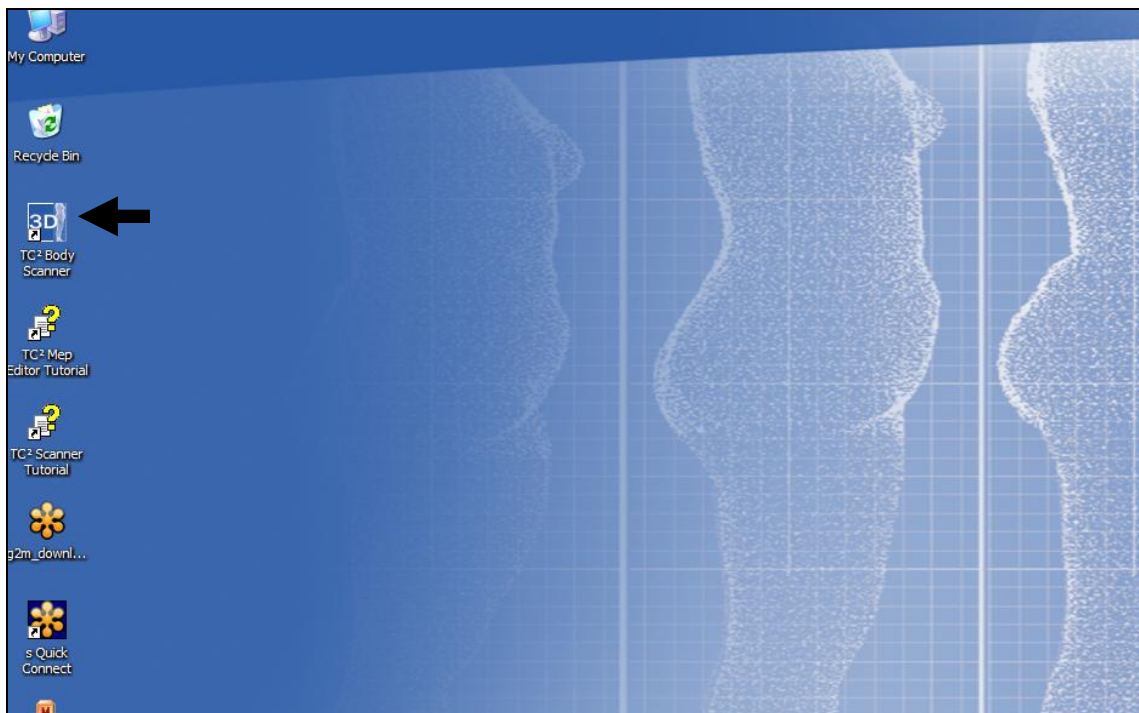
3° Lâmpada na cabine do Photonic

4° Computador

5° Duplo clique no ícone TC Body Scanner (figura1)

Assim o Photonic estará pronto para ser utilizado.

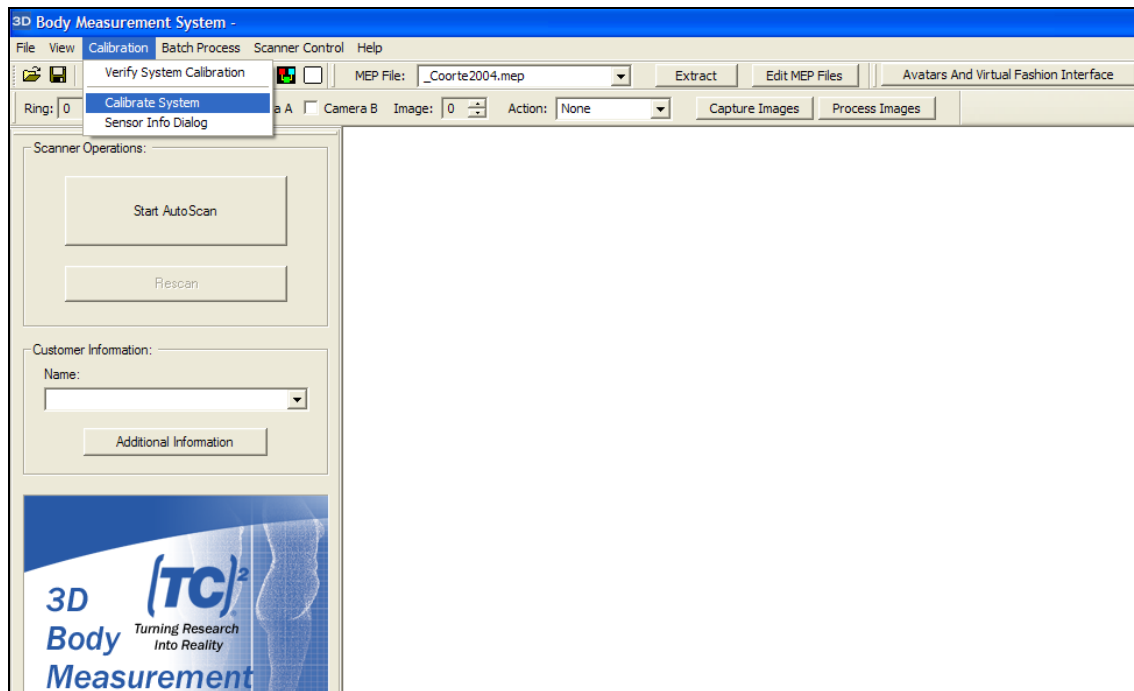
Figura1: Ícone para inicialização do programa de captura de imagens 3D.



2. Calibração

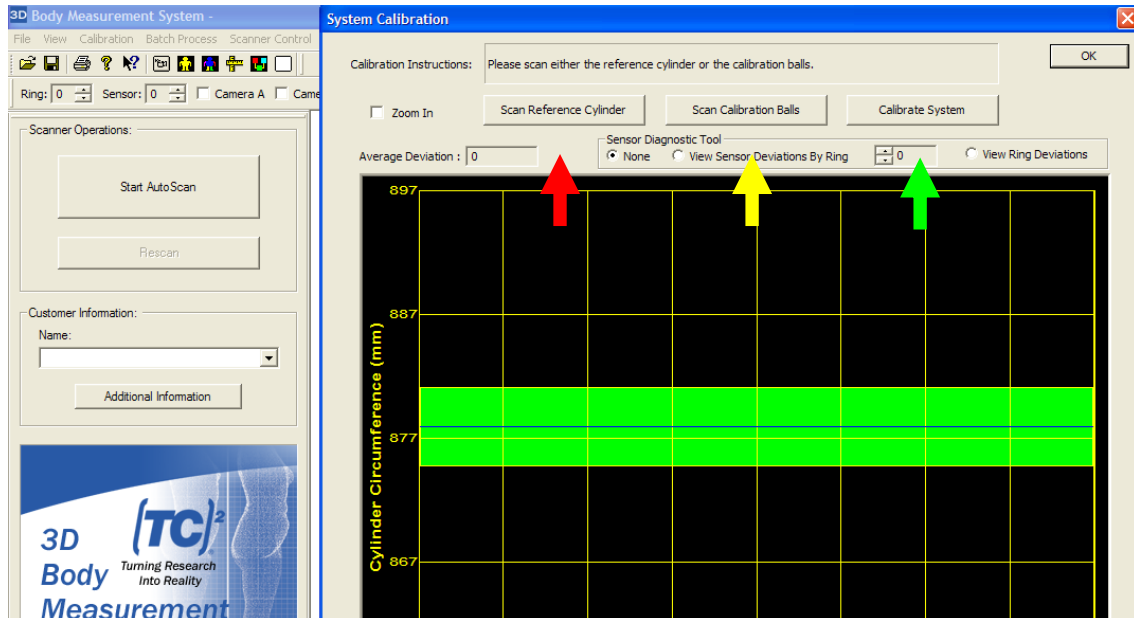
O passo seguinte após ligar o aparelho é realizar sua calibração. Na figura 2 aparece a tela de abertura do programa. Para calibrar clique no ícone “Calibration” e logo em seguida clique em “Calibrate System”.

Figura2: Ativação interface para calibração do 3D Photonic Scanner.



Na figura 3, temos dois passos obrigatórios a seguir: calibração das bolas (seta amarela) e a calibração do sistema (seta verde). Para calibração das bolas é necessário que elas estejam em repouso, sem oscilar (deixá-las sempre na cabine, ao final do turno anterior de trabalho).

Figura 3: Interface de calibração do 3D Photonic Scanner. Seta amarela indica o botão para iniciar a calibração das bolas, seta vermelha o botão para calibração do cilindro e verde o botão para calibração do sistema.



ATENÇÃO: Deixar as bolas na cabine no turno anterior à calibração é fundamental, pois assim estarão paradas para a calibração (figura 4).

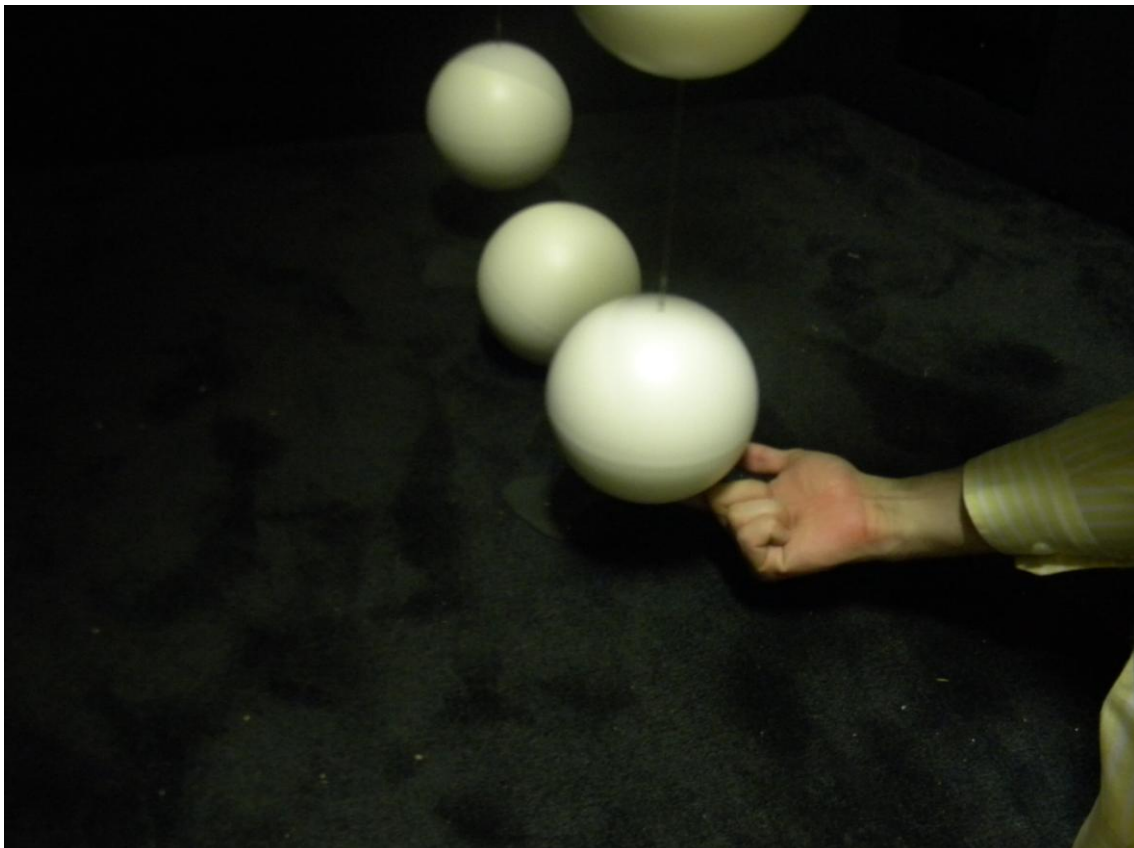
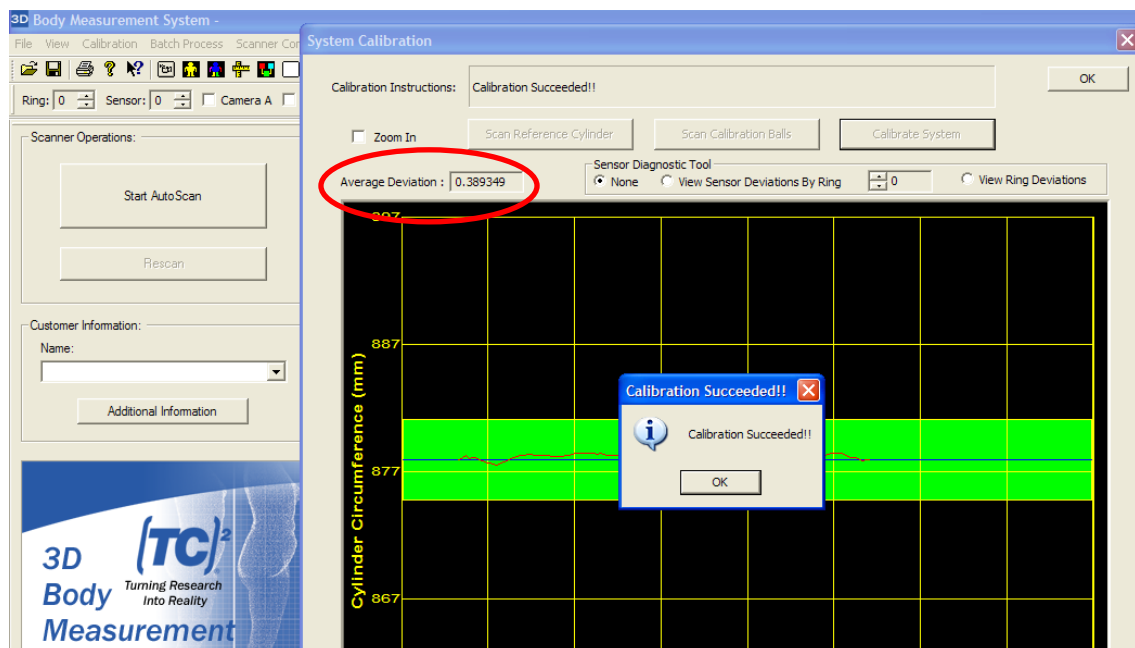


Figura 4: Bolas de calibração posicionadas ao final do período de trabalho para calibração anterior ao próximo período. Se necessário a estabilização das bolas suspensas pode ser acelerada colocando a mão na extremidade inferior do fio.

Assim que calibrarmos as bolas, o próximo passo é retirá-las da cabine e testar a calibração do sistema, clicando em “Calibrate System”(figura 3 – seta verde).

Se estiver tudo certo com a calibração, encontraremos a figura 5:

Figura 5: Calibração bem sucedida. Em destaque, desvio médio das medidas (0.389349).

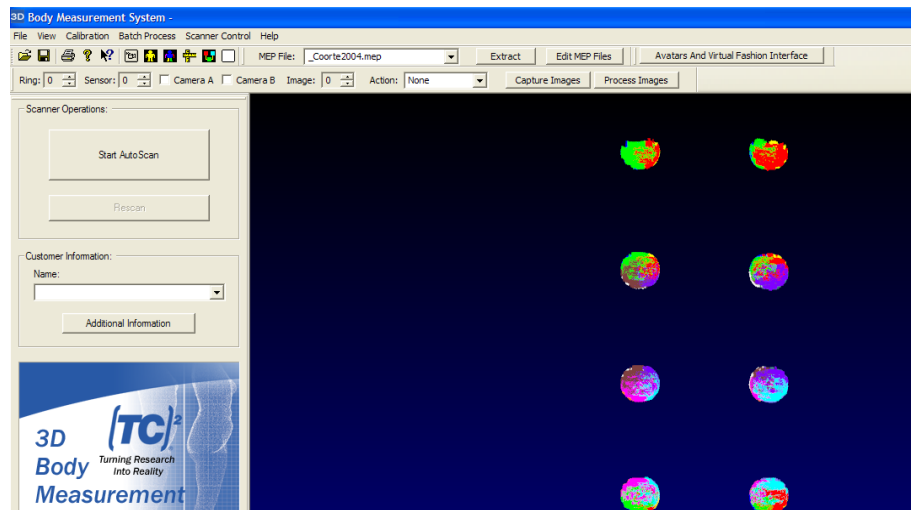


Portanto a fase de calibração está encerrada e podemos iniciar a realização de testes.

Desvio médio acima de 0,5 é indicativo de má calibração (valores observados no campo, não sugeridos pelo equipamento).

Além da avaliação do desvio médio é importante avaliar a imagem gerada após a calibração (figura 6). Nos extremos a imagem sempre apresenta interrupções. Cada cor representa a imagem capturada por um sensor. Se uma das cores estiver deslocada das demais é importante recalibrar o sistema.

Figura 6: Imagem capturada das bolas.



ALERTA 1: Somente iniciar a calibração com as bolas e o cilindro dentro da cabine

ALERTA 2: Ter cuidado ao clicar no ícone correspondente ao que está inserido na cabine (bolas ou cilindro).

3. Realização do teste

Ligamos o sistema, realizamos a calibração com sucesso, então vamos iniciar os testes.

O indivíduo entra na sala de avaliação, a sala é fechada e em seguida iniciamos os procedimentos do teste:

1. Vamos inserir nome do indivíduo (Leitor de código de barras). Ao clicar em “Additional Information” pode-se acrescentar o número de identificação (Leitor de código de barras), clicamos em OK e podemos iniciar o teste (Sugere-se utilizar o número de identificação 888888 em todos os testes e treinamentos realizados no aparelho);

2. Dê todas as instruções para o indivíduo avaliado:

2.1) Corpo reto, olhar para frente;

2.2) Pegada correta da manete;

2.3) Explicar da alternância entre escuridão e luzes;

2.4) Avisar sobre a voz informando sobre a preparação e a finalização do teste;

2.5) Lembrar que o teste é rápido, indolor e apenas para extrair algumas circunferências corporais.

3. Sair da cabine e fechar ambas as cortinas;

4. Voltar ao computador e clicar em “Start Auto Scan”;

5. Haverá ajuste de luzes, escaneamento e logo após a imagem será gerada e salva. Esses três passos são informados na tela do computador e nesse momento o avaliador assume um papel passivo e aguarda a mensagem de teste realizado;

Se tudo estiver correto, se formará a imagem em 3D e teremos medidas em todas as circunferências. Além disso, a observação rápida sobre a imagem formada poderá ser um bom indicador de que o teste foi realizado com sucesso (ver figuras 7 e 8).

Figura 7: Indivíduo avaliado com vestimenta inadequada.

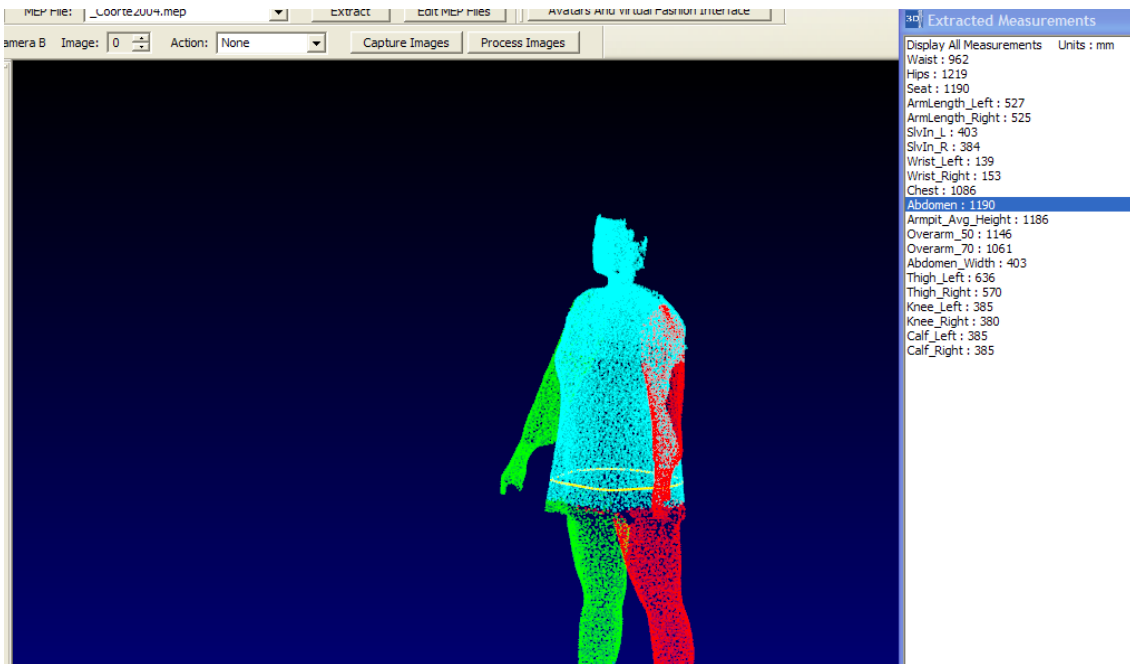
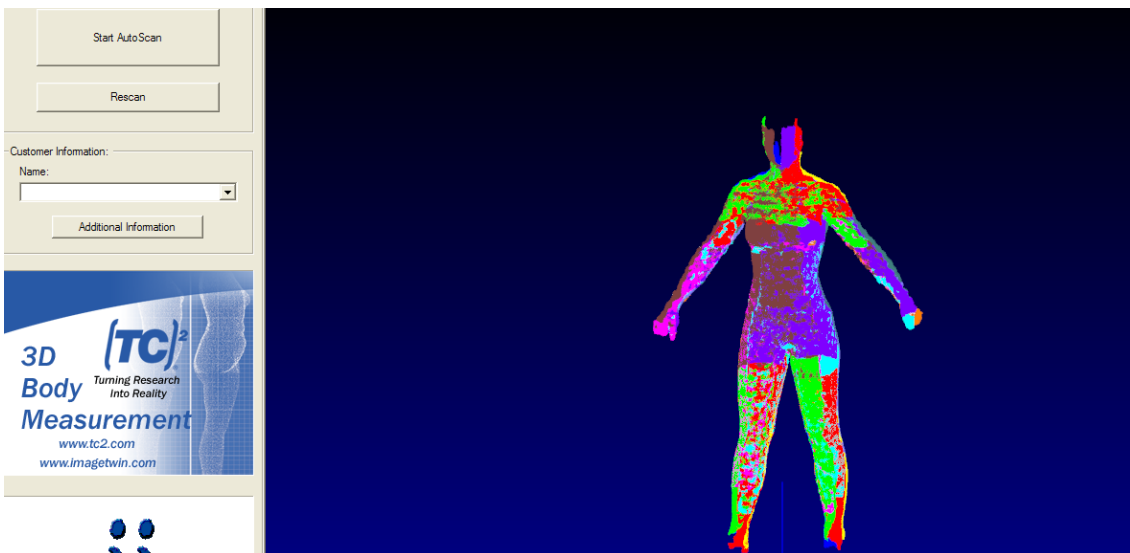


Figura 8: Indivíduo avaliado com vestimenta adequada



6. Repetir uma segunda medida (ATENÇÃO! clicar em “**Rescan**” – se clicar em Auto Scan as informações adicionais da medida anterior serão perdidas!!).



7. Pedir para que o indivíduo avaliado coloque a roupa (Caso a troca de roupa seja na sala do aparelho) e saia da cabine. Mostrar a imagem formada e as medidas obtidas.

8. Agradecer sua participação e disponibilidade.

ALERTA 3: As falas utilizadas durante o teste foram adaptadas para o português. Na primeira: *“Estamos ajustando as luzes, por favor, fique sem se mexer, o teste da imagem 3D está começando”* e ao final do escaneamento: *“A sua imagem colorida está quase pronta, por favor, continue sem se mexer, pois já vamos terminar o teste”*.

4. Localizar um teste realizado

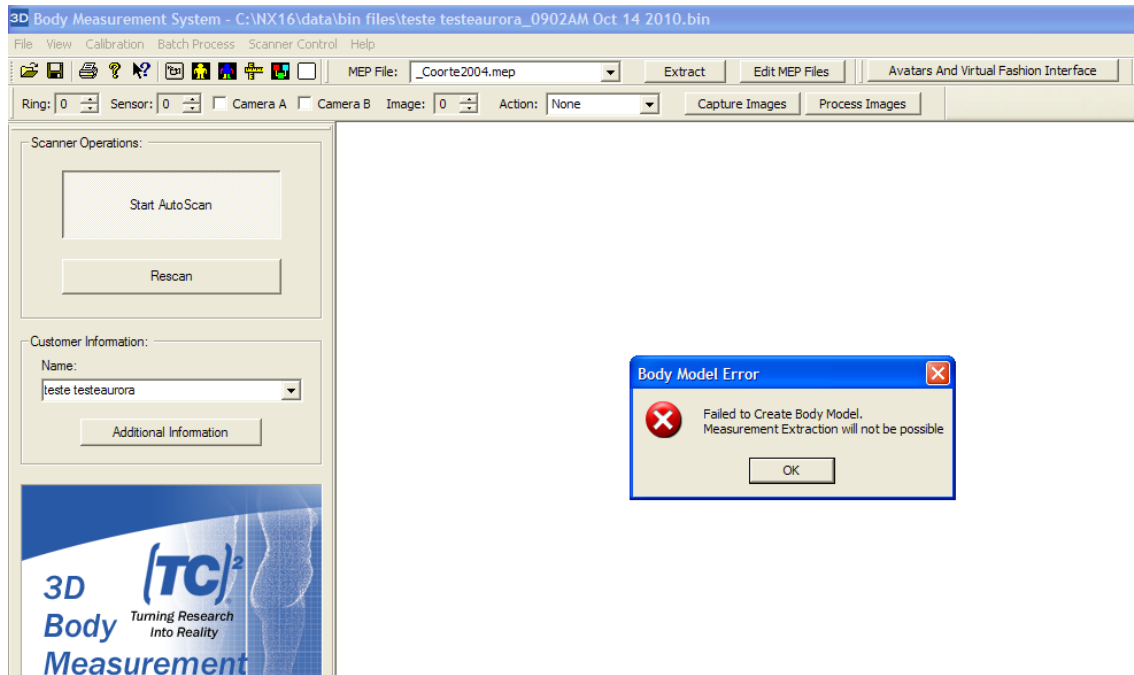
Para buscar um teste já realizado basta seguir os seguintes passos:

1. Clique no ícone “File”, depois “Open” e localize o teste desejado.
2. Para gerar as medidas, clique no ícone colorido  e depois no ícone “régua”  .

5. Problemas comuns

Alguns testes não são finalizados com sucesso. Pode haver falha em algumas medidas ou mesmo não realizar nenhuma medida com sucesso (como na figura abaixo):

Figura 9: Falha em gerar a imagem do corpo.



Fontes comuns de erros nas medidas podem ser:

- Indivíduo se mexer durante o teste (problema mais frequente com crianças)
- Movimento do braço esquerdo em função da flexibilidade da placa (para evitar isso é necessário reforçar que não se faça força com a pegada na mão esquerda)
- Uso de roupas escuras (azul marinho, cinza chumbo, preto)

6. Passos para extração de dados do Photonic

No computador do aparelho:

- 1) Fechar programa e abrir “Meu computador”
- 2) Acessar diretório “C:\NX16\data\” e copiar a pasta “ord files” para uma memória externa.
- 3) Copiar esta pasta “ord files” para “DropBox\Preprocessados\3DPS” renomeando a pasta assim: *dia-dia.mês*.
- 4) Ir em “C:\NX16\” e recortar a pasta “data” para “C:\backup 3DPS coorte93”. Renomear como “*datanúmero_da_semana*”
- 5) Recriar pasta “data” em “C:\NX16\” e suas respectivas subpastas: “obj files”; “ord files”; “rbd files”, “bin files” e “vrml files”.

No computador com acesso ao DropBox:

- 1) Copiar pasta “ord files” da memória externa para “DropBox\3DPS\ord files”, renomeando a pasta assim: *dia-dia.mês*.
- 2) Dentro da pasta criada, excluir arquivos que deram erro na medida. Não há necessidade de gravar excluídos dentro do DropBox.
- 3) Depois de apagar o que “não presta”. Ir em prompt de comando através do localizar, digitando “cmd” e abrindo “cmd.exe”. Digitar, nesta sequencia: cd dropbox; cd preprocessados; cd 3dps; cd “ord files”; cd “*pasta que foi criada*”. Após isso, digitar: copy *.ord “*nome arquivo mesmo pasta criada*”.txt.
- 4) Recortar arquivo gerado no passo 3 e colocar um nível acima (“ord files”). Copiar este mesmo arquivo para o nível superior (“3DPS”).
- 5) Abrir “dadosca.dct” com editor de texto e modificar incluindo nome do novo arquivo acima. Salvar e fechar “dadoscan.dct”.
- 6) Abrir Stata sem nada. Ir em “File” e depois em “Change Working Directory”. Selecionar pasta no DropBox com arquivo TXT (C:\Users\Fernando\DropBox\3DPS). Após ver quem tem nquest e dv missing, substituir com o comando “Edit in XX/XX” do knquest até kcliente. Fazer isso para todos os missings que apareceram.
- 7) Salvar arquivo como 3DPS*numero_da_semana*.dta.
- 8) Rodar “do photonic” e gravar como 3DPS3DPS*numero_da_semanab*.dta.
- 9) Apagar variável dup (drop dup) e gravar como 3DPS3DPS*numero_da_semanac*.dta.
- 10) Fazer append das bases com final C.

7. Resumo do protocolo

Ligar o aparelho

Ao iniciar o dia de medições, ligar o sistema na seguinte ordem:

1° Ligar na tomada

2° No break

3° Lâmpada na cabine do Photonic

4° Computador

5° Duplo clique no ícone TC Body Scanner (figura1)

Assim o Photonic estará pronto para ser utilizado.

Calibração:

Primeiro calibrar as bolas *“Scan Calibration Balls”* (Deixá-las a cabine no turno anterior) e logo após *“Calibrate System”*.

Realização do teste:

1. Vamos inserir nome do indivíduo. Ao clicar em “Additional Information” pode-se acrescentar o número de identificação, clicamos em OK e podemos iniciar o teste;

2. Dê todas as instruções para o indivíduo avaliado:
 - 2.1 Corpo reto, olhar para frente;

 - 2.2 Pegada correta da manete;

 - 2.3 Explicar da alternância entre escuridão e luzes;

 - 2.4 Avisar sobre a voz avisando sobre a preparação e a finalização do teste;

3. Sair da cabine e fechar ambas as cortinas;

4. Voltar ao computador e clicar em “Start Auto Scan”;

5. Haverá ajuste de luzes, escaneamento, salvamento e geração da imagem. Esses três passos são informados na tela do computador e nesse momento o avaliador assume um papel passivo e aguarda a mensagem de teste realizado;

6. Repetir uma segunda medida (ATENÇÃO clicar novamente em “ReScan”).

7. Pedir para que o indivíduo avaliado coloque a roupa, saia da cabine e mostrar a imagem formada e as medidas obtidas.

8. Agradecer sua participação e disponibilidade.

Anexo 3. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



Programa de Pós-graduação em Epidemiologia
 Departamento de Medicina Social
 Faculdade de Medicina
 Universidade Federal de Pelotas



COORTE DE NASCIMENTOS DE PELOTAS DE 2004 VISITA AOS 6-7ANOS DE IDADE

Investigadores responsáveis: Prof. Dr. Alicia Matijasevitch Manitto,
 Prof. Dr. Aluísio J. Dornellas de Barros; Prof. Dr. Iná S. dos Santos

Centro de Pesquisas em Saúde Dr Amílcar Gigante

Rua Marechal Deodoro 116, 3º piso, 96020-220, Pelotas, RS, Fone/Fax: 53 3284 1301

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DA MÃE OU RESPONSÁVEL

Todas as mães de crianças nascidas em Pelotas, em 2004, e que residam na área urbana da cidade estão sendo convidadas a continuar participando do estudo "Coorte de Nascimentos de 2004".

Objetivos do projeto: Avaliar as condições de saúde das crianças no seu 6-7º ano de vida, seu crescimento, desenvolvimento, utilização de serviços de saúde, aspectos psicológicos e também a saúde da mãe nesse período.

Procedimentos: Por ocasião do parto e quando as crianças completaram 3, 12, 24 e 48 meses, a mãe foi entrevistada e a criança foi pesada e medida por pessoal do projeto, especialmente treinado para isso. Agora, aos 6-7 anos de idade, estamos novamente entrevistando as mães (ou responsáveis). Nessa visita, as crianças serão pesadas, medidas, avaliadas quanto à composição corporal e habilidades. Para avaliação da composição corporal serão usados instrumentos modernos: DXA (que mede a saúde dos ossos), BodPod (que mede o volume do corpo), Foto tridimensional (que avalia as medidas do corpo) e balança de bioimpedância (que mede a gordura do organismo). Para esses exames, a criança terá que trajar roupa e touca de banho limpas, que serão fornecidas por nosso pessoal.

Também será feita coleta de saliva para extração de DNA e, em parte desse, identificar características genéticas associadas ao crescimento e saúde das crianças. A saliva será armazenada em freezer a -20°C e a mãe ou responsável poderá retirá-la ou pedir que seja destruída a qualquer momento ou, ainda, solicitar aconselhamento genético, se necessário. Esse é um exame que poderá ser realizado em laboratório fora do Brasil. A análise do exame será demorada e não esperamos ter resultados antes de um ano. Qualquer análise no DNA que não esteja definida no protocolo original da pesquisa será realizada somente mediante a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas, não havendo necessidade de novo consentimento a cada pesquisa.

Todos os resultados deste estudo serão mantidos em sigilo e serão usados apenas para fins científicos. As crianças que apresentarem algum resultado anormal nos exames realizados serão encaminhadas à Universidade para avaliações complementares e tratamento, se necessário. O Caderninho anexo mostra os exames que a criança deverá fazer se a Sra concordar.

Riscos e desconforto: Este projeto não envolve nenhum risco para a saúde da Sra. ou do(a) seu filho(a). Além disso, vamos fazer muitas perguntas e algumas delas poderão deixá-la pouco à vontade. Por favor, lembre-se que a Sra. poderá deixar de responder qualquer pergunta que desejar.

Participação voluntária: A participação no estudo é voluntária e a Sra. e seu filho(a) podem deixar de participar a qualquer momento, sem ter que dar qualquer justificativa para tal. Se a Sra. resolver não participar isto não vai lhe causar nenhum problema de atendimento médico na Faculdade de Medicina ou em qualquer outro serviço público de saúde.

Despesas: Não há nenhum gasto, despesa, nem qualquer outra responsabilidade para participar do estudo. Apenas pedimos que a Sra. responda às perguntas com sinceridade.

Confidencialidade: Depois da entrevista, as informações prestadas serão utilizadas sem identificação em todas as etapas do estudo. O nome, endereço e telefone só serão utilizados para contatos visando futuras entrevistas deste estudo. Em nenhum caso, seu filho(a) será identificado por outros. Todos os resultados do estudo serão apresentados sem identificar individualmente qualquer participante.

Recebi as explicações sobre o estudo registradas neste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Tive oportunidade de esclarecer minhas dúvidas, sendo que todas as minhas perguntas foram respondidas claramente. Declaro estar de acordo em participar voluntariamente deste estudo, sabendo que tenho o direito de deixar de participar a qualquer momento, sem nenhum prejuízo ou perda de qualquer direito.

Por favor, assinale abaixo se a Sra. concorda com os exames, testes e entrevistas a serem realizados:

- | | | |
|---|------------------------------|------------------------------|
| - Questionário (sobre saúde da mãe e criança; cuidados com a criança; família; renda) | sim <input type="checkbox"/> | não <input type="checkbox"/> |
| - Saúde mental | sim <input type="checkbox"/> | não <input type="checkbox"/> |
| - Medidas (peso, altura) | sim <input type="checkbox"/> | não <input type="checkbox"/> |
| - Bod Pod | sim <input type="checkbox"/> | não <input type="checkbox"/> |
| - DXA | sim <input type="checkbox"/> | não <input type="checkbox"/> |
| - Foto tridimensional | sim <input type="checkbox"/> | não <input type="checkbox"/> |
| - Coleta de Saliva | sim <input type="checkbox"/> | não <input type="checkbox"/> |
| - Extração do DNA | sim <input type="checkbox"/> | não <input type="checkbox"/> |
| - Utilização do material coletado para análises futuras, mediante aprovação do CEP | sim <input type="checkbox"/> | não <input type="checkbox"/> |
| - Atividade física | sim <input type="checkbox"/> | não <input type="checkbox"/> |

Nome da mãe

Nome da criança

Assinatura

Data

Entrevistadora

Modificações realizadas no Projeto de Doutorado

Estão descritas a seguir as alterações realizadas no projeto de pesquisa.

Artigo 1: ***Body shape and size in 6-year old children: assessment by three-dimensional photonic scanning***

No primeiro banco de dados extraídos do Photonic Scanner no acompanhamento da coorte de 2004 ocorrido aos 6-7anos, havia somente 12 variáveis. Por conta disso, constava em nosso projeto que o objetivo seria usar apenas medidas de circunferência indicadoras de adiposidade central, como cintura e quadril, e medidas indicadoras de adiposidade periférica, como circunferência da coxa e do braço.

Porém, estudando melhor o manual do Photonic Scanner, observamos que poderíamos extrair mais de 100 medidas entre circunferências, medidas de comprimento, volume, entre outras, e a extração de apenas 12 medidas estaria subestimando a capacidade do Scanner de avaliar a forma corporal das crianças. Por conta disso, optamos por fazer uma reextração dos dados, incluindo um número maior de medidas calculadas pelo aparelho. Para isso fizemos uma escolha prévia das medidas relevantes ao estudo da antropometria e da composição corporal e conduzimos a reextração de todas aquelas que consideramos relevantes. Com essa conduta, aumentamos de 12 para 44 o número de medidas calculadas pelo aparelho e inseridas no banco de dados.

Tendo mais de 40 medidas extraídas pelo Scanner que poderiam ajudar na definição de forma corporal, achamos prudente realizar no primeiro artigo da tese uma análise de componentes principais no sentido de definir e descrever as dimensões da forma corporal com base nessa gama de variáveis que incluiu medidas de circunferência, medidas de comprimento, volume e superfície corporal.

No anexo 3 apresentamos um documento mostrando todas as medidas possíveis de serem calculadas pelo Scanner, as medidas extraídas na primeira rodada de extração, as medidas extraídas por nós na segunda rodada de extração e as medidas escolhidas para fazer parte da análise de componentes principais de nosso primeiro artigo.

Artigo 2: ***Determinants of body shape in pre-pubertal children: a systematic review***

De início, havíamos planejado fazer uma revisão da literatura que abordasse os determinantes da forma corporal ao longo da vida. Entretanto, percebemos que abordar os determinantes da forma corporal ao longo de todos os estágios da vida poderia tornar o artigo complexo demais, além de longo. Primeiro, porque a determinação de forma corporal na literatura não é clara, isto é, não há uma única definição, o que torna a busca complicada. Segundo, porque ao incluir todos os estágios da vida, poderíamos ter um número muito grande de artigos, com diferentes definições de forma corporal de acordo com o estágio da vida e os determinantes poderiam variar muito de acordo com os diferentes estágios da vida.

Dada a complexidade da ideia inicial e também o fato de nossa tese trabalhar com dados de crianças aos 6 anos de idade, decidimos estudar em nosso artigo de revisão os determinantes da forma corporal no período que antecede a puberdade. Focando apenas em crianças em nosso artigo de revisão, deixaria-o em sintonia com os demais artigos da tese.

Artigo 3: ***Tracking of dietary intake patterns from 1 to 4 years and their association with BMI z-score and body shape at 6 years***

Esse artigo foi proposto inicialmente para verificar os determinantes precoces da forma corporal (peso ao nascer, comprimento ao nascer, etc.), e o papel da alimentação aos 6 anos como modificador de efeito dessa associação.

No entanto, nosso artigo de revisão mostrou que a relação entre padrões alimentares na infância e forma corporal é pouco explorada na literatura. Como tínhamos disponíveis os padrões alimentares a 1, 2 e 4 anos de idade, descritos por Gatica *et al.* (2012), achamos interessante explorar a associação desses padrões alimentares com os componentes da forma corporal descritos em nosso primeiro artigo.

Como esses padrões da forma corporal são algo novo na literatura, de difícil interpretação e que poderia não ser compreendido pelos leitores, decidimos também usar um indicador de adiposidade tradicional. Para isso escolhemos o IMC, que é amplamente utilizado na literatura.

**Relatório de doutorado sanduíche realizado na Universidade de
Cambridge e apresentado ao CNPq**

Relatório técnico Ciências sem Fronteiras (201801/2014-0)

Durante o período de outubro de 2014 a setembro de 2015 realizou-se estágio sanduíche no departamento de Epidemiologia da Universidade de Cambridge, financiado pelo CNPq através do programa Ciências sem Fronteiras, processo número 201801/2014-0.

Ao longo dos 12 meses de vigência da bolsa, o estudante cumpriu cerca de 40h/semanais na instituição, desenvolvendo diversas atividades de pesquisa na área de Epidemiologia, utilizando dados da coorte de Nascimentos de 2004 da cidade de Pelotas/RS para a elaboração de sua tese de doutorado. Abaixo serão citadas as principais atividades desenvolvidas pelo estudante durante a vigência da bolsa de doutorado sanduíche.

- *Produções científicas componentes da tese de doutorado:*

Três artigos científicos componentes da tese foram desenvolvidos no período de vigência da bolsa. O primeiro, intitulado '*Body shape and size in 6-year old children: assessment by three-dimensional photonic scanning*', trata da descrição da forma corporal das crianças da coorte de nascimentos de 2004 no acompanhamento ocorrido aos seis anos de idade, medida por um equipamento chamado *Three dimensional Photonic Scanner*. Este artigo encontra-se atualmente submetido no periódico '*International Journal of Obesity*' e aguarda decisão final para publicação. No Anexo 1 pode-se observar o resumo desse artigo.

O segundo artigo produzido no período sanduíche é um artigo de revisão intitulado '*Determinants of body shape in pre-pubertal children: a systematic review*', onde são apresentados os principais determinantes da forma corporal no período pré-pubertal. Este artigo encontra-se submetido ao periódico '*Obesity (Silver Spring)*' e no Anexo 2 pode-se observar seu resumo.

O último artigo da tese desenvolvido no período de estágio sanduíche, intitulado '*Food consumption in infancy and early childhood and its association with BMI and body shape at 6 years*', encontra-se em fase de finalização e será submetido a algum periódico internacional após o término do doutorado e defesa da tese. Neste artigo verificou-se a associação entre os componentes do padrão alimentar das crianças da coorte de 2004 dos 12 aos 48 meses com o IMC e a forma corporal aos 6 anos. O resumo pode ser observado no Anexo 3 deste documento.

-Outras produções científicas desenvolvidas ao longo do período da bolsa:

Além dos artigos produzidos que compõem a tese, outros trabalhos foram desenvolvidos no período de estágio no exterior. O trabalho intitulado 'Dietary patterns of children aged 6 years and their association with socioeconomic and demographic characteristics, early feeding practices and body mass index' foi finalizado durante o doutorado sanduíche e submetido ao periódico 'British Journal of Nutrition', onde aguarda decisão final para publicação.

Ademais, juntamente com outros colegas do programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade federal de Pelotas, produziram-se dois diferentes trabalhos. O primeiro, denominado 'Socioeconomic development of cities and risk factors for non-communicable diseases: a comparative study across Brazilian state capitals', utilizou dados do VIGITEL 2011 e foi aceito para publicação no periódico 'Journal of Public Health'. O segundo, intitulado '*Association between caesarean section and financing of antenatal and delivery health care in Brazil*', utilizou dados da PNDS-2006 e está atualmente submetido ao periódico '*Women and Health*'.

- Demais atividades desenvolvidas ao longo do estágio sanduíche:

O estudante também trabalhou como extrator de dados no projeto denominado 'Self-reported physical activity and cardiovascular outcomes: systematic review and meta-analysis', conduzido pelo '*Centre for Diet and Activity research (CEDAR)*', da Universidade de Cambridge, onde se estabeleceram vínculos acadêmicos com profissionais de diversas áreas.

O estudante também participou de diversas outras atividades no Departamento de Epidemiologia da Universidade de Cambridge. Entre elas podemos destacar a participação nos seminários semanais promovidos pelo departamento de Epidemiologia; participação em eventos semestrais chamados '*Research Day*', onde toda a produção científica deste departamento era apresentada para a equipe; e trabalho voluntário nos eventos científicos da Universidade, onde as portas da Universidade se abrem para a comunidade e todos os departamentos mostram sua produção de maneira didática e divertida.

- *Conclusão:*

Considero que o estágio no exterior serviu para meu crescimento profissional e aumento de minha independência como pesquisador. Volto ao Brasil motivado a contribuir com o ensino e a ciência de meu país, disposto a retribuir aqui cada centavo investido na minha formação. Além disso, o estágio no exterior também serviu para aumentar o meu domínio sobre a língua inglesa, onde noto uma considerável melhora no falar, ouvir, escrever e ler. Por fim, o estágio no exterior serviu também para um crescimento pessoal imenso, conhecendo diferentes culturas, modos de vida, de aprendizado, enfim, uma série de ganhos que com certeza irei compartilhar com meus colegas no Brasil.

Anexos

Anexo 1: Resumo do Artigo 1 da tese, desenvolvido em parceria com a Universidade de Cambridge.

Background: Body shape and size are typically described using measures, such as BMI and waist circumference, which predict disease risks in adults. However, this approach may underestimate the true variability in childhood body shape and size.

Objective: To use a comprehensive three-dimensional photonic scan approach to describe variation in childhood body shape and size.

Subjects/Methods: At age 6 years, 3,350 children from the population-based 2004 Pelotas birth cohort study were assessed by three-dimensional photonic scanner, traditional anthropometry and dual X-ray absorptiometry. Principal component analysis (PCA) was performed on height and 24 photonic scan variables (circumferences, lengths/widths, volumes and surface areas).

Results: PCA identified four independent components of children's body shape and size, which we termed: *Corpulence*, *Central:peripheral ratio*, *Height & arm lengths* and *Shoulder diameter*. *Corpulence* showed strong correlations with traditional anthropometric and body composition measures ($r > 0.90$ with weight, BMI, waist circumference and fat mass; $r > 0.70$ with height, lean mass and bone mass); in contrast, the other three components showed weak or moderate correlations with those measures (all $r < 0.45$). There was no sex difference in *Corpulence*, but boys had higher *Central:peripheral ratio*, *Height & arm lengths* and *Shoulder diameter* values than girls. Furthermore, children with low birth weight had lower *Corpulence* and *Height & arm lengths*, but higher *Central:peripheral ratio* and *Shoulder diameter* than other children. Children from high socio-economic position families had higher *Corpulence* and *Height & arm lengths* than other children. Finally, white children had higher *Corpulence* and *Central:peripheral ratio* than mixed or black children.

Conclusions: Comprehensive assessment by three-dimensional photonic scanning identified components of childhood body shape and size not captured by traditional anthropometry or body composition measures. Differences in these novel components by sex, birth weight, socio-economic position and skin colour may indicate their potential relevance to disease risks.

Anexo 2: Resumo do artigo 2 da tese, artigo de revisão desenvolvido em parceria com a Universidade de Cambridge.

Background: Relevance of children's body shape has gained increasing attention in light of rising obesity rates. However, little is known about the determinants of body shape in this period of life. **Objective:** We systematically reviewed the literature on the determinants of body shape in pre-pubertal children. **Methods:** Searches of the MEDLINE, Web of Science and LILACS databases identified 22 publications and a narrative synthesis was performed. **Results:** Most studies defined body shape using waist and/or hip circumferences, skinfold thickness, or regional body composition by DXA. Birth weight and infancy weight gain were the most evident determinants of children's body shape. Sex differences in body shape were dependent on the type of measurement: body shape based on circumferences (waist or hip) was more centralized in boys. In contrast, skinfold thickness and DXA measures were higher in girls, but this was likely due to greater total fat mass. There was limited evidence reported for effects of ethnicity, maternal characteristics and breastfeeding. **Conclusion:** Central body shape in pre-pubertal children appears to be promoted by male sex, lower birth weight and rapid early growth. More evidence is needed to clarify the hormonal and other mechanisms that lead to central body shape in early childhood.

Anexo 3: Resumo do Artigo 3 da tese, desenvolvido em parceria com a Universidade de Cambridge.

Objective: To assess tracking of dietary intake patterns at 1, 2 and 4 years of age and their association with BMI and body shape at age of 6 years.

Methods: Longitudinal study with 3370 children from 2004 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. Associations between dietary intake patterns at ages 1, 2 and 4 years were assessed using Spearman correlation and multiple logistic regression. After, multiple linear regression was used to evaluate the effect of these dietary intake patterns on BMI and '*corpulence*', a composite estimate of body shape based on 3D Photonic Scanner measurements, at age 6 years.

Results: Despite low correlations among dietary intake patterns at three-age points, high intake of a determined dietary component at previous age predicted high intake of the similar component later. But the effect of these dietary patterns on BMI and *corpulence* were explained by socioeconomic and demographic characteristics. *Snack* was the only component that was consistently associated with BMI and *corpulence* (*Snack* at 1, 2 and 4 years was negatively associated with BMI z-score and *corpulence* at 6 years).

Conclusion: Previous dietary intake patterns predicted high intake of similar patterns later, but dietary patterns at 1, 2 and 4 years are more related to social characteristics than adiposity. More studies focusing in the role of energy intake and quality of diet on adiposity are needed.

Seção 2 – Artigos 1, 2 e 3 e comunicado
à imprensa

Artigo 1 – *Body shape and size in 6-year old children: assessment by three-dimensional photonic scanning*

Body shape and size in 6-year old children: assessment by three-dimensional photonic scanning

Short title: Body shape and size in children

Leonardo P Santos (Santos, LP)^{1,2}

Ken K Ong (Ong, KK)²

Felix Day (Day, F)²

Jonathan C K Wells (Wells, JCK)³

Alicia Matijasevich (Matijasevich, A)^{1,4}

Ina S Santos (Santos, IS)¹

Cesar G Victora (Victora, CG)¹

Aluisio J D Barros (Barros, AJD)¹

¹ *Post-graduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil*

² *Medical Research Council (MRC) Epidemiology Unit, Institute of Metabolic Science, Cambridge, United Kingdom*

³ *Childhood Nutrition Research Centre, UCL Institute of Child Health, London, United Kingdom*

⁴ *Department of Preventive Medicine, School of Medicine, University of São Paulo, São Paulo, Brazil*

Correspondence:

MSc. LP Santos

MRC Epidemiology Unit, Institute of Metabolic Science, Cambridge Biomedical Campus Box 285, Cambridge, CB2 0QQ, UK.

E-mail: leonardo_pozza@yahoo.com.br

Direct line: +44 (0) 1223769164

Abstract

Background: Body shape and size are typically described using measures, such as BMI and waist circumference, which predict disease risks in adults. However, this approach may underestimate the true variability in childhood body shape and size.

Objective: To use a comprehensive three-dimensional photonic scan approach to describe variation in childhood body shape and size.

Subjects/Methods: At age 6 years, 3,350 children from the population-based 2004 Pelotas birth cohort study were assessed by three-dimensional photonic scanner, traditional anthropometry and dual X-ray absorptiometry. Principal component analysis (PCA) was performed on height and 24 photonic scan variables (circumferences, lengths/widths, volumes and surface areas).

Results: PCA identified four independent components of children's body shape and size, which we termed: *Corpulence*, *Central:peripheral ratio*, *Height & arm lengths* and *Shoulder diameter*. *Corpulence* showed strong correlations with traditional anthropometric and body composition measures ($r > 0.90$ with weight, BMI, waist circumference and fat mass; $r > 0.70$ with height, lean mass and bone mass); in contrast, the other three components showed weak or moderate correlations with those measures (all $r < 0.45$). There was no sex difference in *Corpulence*, but boys had higher *Central:peripheral ratio*, *Height & arm lengths* and *Shoulder diameter* values than girls. Furthermore, children with low birth weight had lower *Corpulence* and *Height & arm lengths*, but higher *Central:peripheral ratio* and *Shoulder diameter* than other children. Children from high socio-economic position families had higher *Corpulence* and *Height & arm lengths* than other children. Finally, white children had higher *Corpulence* and *Central:peripheral ratio* than mixed or black children.

Conclusions: Comprehensive assessment by three-dimensional photonic scanning identified components of childhood body shape and size not captured by traditional anthropometry or body composition measures. Differences in these novel components by sex, birth weight, socio-economic position and skin colour may indicate their potential relevance to disease risks.

Keywords: body shape; body fat distribution; photonic scanning; anthropometry.

Key messages

- Traditional anthropometric and body composition measurements capture only one single component of children's body shape and size. Through 3-D photonic scanning, it was possible to identify four distinct components.
- Different associations between these components and sex, birth weight, socio-economic position and skin colour might indicate their potential relevance to disease risks.
- Sex differences in central:peripheral ratio and other dimensions of body shape are seen even in pre-pubertal children, suggesting the influence of factors other than pubertal and adult sex steroid exposures.

Introduction

Body shape is frequently assessed in epidemiological studies in adults to predict risks of mortality and other adverse health outcomes (1, 2). In addition to overall body weight-for-height (body mass index, BMI), those studies often also assess measures of central body shape (e.g. waist and hip circumferences, waist-hip ratio and regional fat mass distribution), which reflect the characteristic sexual dimorphism in body shape and body fat distribution (3-5). Men have relatively more central fat ('android' distribution) while women have relatively more peripheral fat ('gynoid'), a difference which is explained by sex hormone actions (6).

In contrast to convincing evidence in adults that waist circumference and BMI combine synergistically to predict later disease risks (1, 7), the added value of estimating central body shape in children is less clear. Four studies have assessed the contribution of waist circumference to cardiovascular disease risk factors in children; only one (a study of 154 overweight or obese girls aged 5-16y) reported a positive association between waist circumference and fasting insulin resistance that was independent of BMI (8). The other three studies were population-based (sample sizes were 436, 5,235 and 7,589 children aged 7-12y) and reported no additional contribution of waist circumference beyond BMI alone (9-11). Furthermore, measures of BMI and central body shape (such as waist circumference) show much higher inter-correlation in children than in adults, and therefore regression models that include both parameters are often affected by colinearity (12, 13). Lastly, restriction of assessment of body shape to disease markers in adults may underestimate the wider variations in childhood body shape and size in children.

In recent years, three-dimensional (3-D) photonic scanning has been used in several studies to assess body shape and size in adults (14-16). The advantage of this approach is its

ability to rapidly capture many diverse measurements (circumferences, widths, lengths) at different sites (17). Nevertheless, only one study has assessed body shape in children using 3-D photonic scanning (18). We used this method to describe variation in body shape and size in children and to assess how well these dimensions are captured by traditional anthropometric and body composition measurements.

Methods

Subjects

Pelotas is a city located in Southern Brazil, with a population of 330,000 inhabitants according to the 2010 Brazilian Demographic Census (19). The third Pelotas birth cohort study targeted all births in the city in 2004, and successfully recruited 99.2% of all babies born to mothers living in the urban area. In the first 24 hours after birth, mothers were interviewed and newborns assessed by trained field workers at the maternity hospital. A questionnaire was applied by trained interviewers to collect information about the child, family, mother, pregnancy, and birth. At ages 3, 12, 24 and 48 months, and 6 years, the cohort children were followed up with retention rates of 95.7%, 94.2%, 93.4%, 91.8% and 90.2%, respectively. Information about anthropometric variables, nutritional status, child development and socioeconomic position (SEP) were collected in all follow-ups. Details of the perinatal and subsequent assessments are reported previously (20, 21). The study protocol was approved by the Research Ethics Committee of the Federal University of Pelotas, affiliated with the Brazilian Medical Council, and confidentiality of information was warranted.

Anthropometric, body composition and Photonic scan measures at age 6 years

The fifth follow-up of the cohort, at mean age 6.8 years old (min. 5.8 – max. 7.6 years), occurred between October 2010 and August 2011, required a visit to the study clinic and followed-up 3722 children. The examination included traditional anthropometry (weight, height, sitting height and waist circumference), body composition assessment (whole-body dual X-ray absorptiometry [DXA] and air-displacement plethysmography [ADP]), and questionnaire assessment of lifestyle and health status (21). Standard anthropometry and body composition measures were collected by trained field-workers. Quality control measures included the use of standardized procedures and calibration of equipment (DXA and ADP) before data collection, according to manufacturer specifications. The field workers who carried out anthropometric measures were standardized based on Habitch criteria (22). Weight was measured to the nearest 0.1g on a calibrated and high precision scale (model BWB-627-A, Tanita Corporation, Japan, modified by Life Measurement, Inc., USA); standing and sitting height were measured to the nearest 0.1cm on a calibrated stadiometer (Harpenden, Holtain, Crymych, UK); waist circumference was tape-measured at the widest point between the lowest rib and the crest iliac. For all measures, participants were barefoot and wearing tight-fitting gym suits provided by the study.

Body shape and size were assessed by the TC2 Three-Dimensional Photonic Scanner (North Carolina, USA; www.tc2.com). The equipment was originally designed for the clothing industry, but has also been used in clinical and epidemiological research settings (5, 14, 15). All body scans were performed using the scanner's *Body Scan Model*. The scanner projects strips of white light into the body creating a raw point cloud, and the surface topography of the body is reconstructed through computer algorithms. For photonic scans, children stood in a standardized position (standing). Each child underwent two photonic scans and if the

difference in waist circumference was greater than 10 mm, a third scan was performed, and arithmetic means of each measurement were calculated. We selected 38 photonic scan measurements to be extracted from the *Body Scan Model*, in order to represent all body segments (i.e. trunk, arms and legs). We did not extract data on measurements that served primarily for clothes design (e.g. collar circumference and chin-floor height, bust-specific measures relevant to women, and locations of joints and landmarks). A total of 3,350 children were scanned, corresponding to 90% of the children who attended the 6-year follow-up. An example of body scan model generated by Three-Dimensional Photonic Scanner is presented in Supplementary figure 1.

Principal component analysis

The analyses included 24 measures from the 38 extracted from scanner. Left-side (e.g. left thigh circumference) and some specific measures (elbow circumference and chin height, for example) were not included. Independent dimensions of body shape and size were identified by principal component analysis (PCA) of these 24 measurements including circumferences (waist, hip, seat, wrist, chest, abdomen, thigh, knee, calf, neck and biceps), lengths or widths (waist width, abdomen width, inside leg length, sagittal diameter, upper shoulder diameter and arm length), and volumes or surface areas (body volume, torso volume, arm volume and leg volume; torso surface area, leg surface area and arm surface area), plus height (from manual anthropometry). Components with eigenvalues > 1 were selected (Supplementary figure 2). We used a rule-free approach to PCA and considered as representative of each component all measurements with an absolute factor loading > 0.22 or < -0.22 to find a set that optimized percent of variance explained and interpretability (Table 2). Varimax rotation provided only marginal improvement in interpretation of components and we therefore analysed PCA results without this approach. Component

scores were calculated for each child in the sample, multiplied by 100 and standardized to provide a more convenient scale. Loadings of the second component were multiplied by -1 so that positive loadings represent central measurements and negative loadings represent those of the periphery ("*Central:peripheral ratio*"). In a preliminary analysis we ran PCA separately by sex, but as the results were similar in boys and girls, we decided to run PCA with both sexes grouped.

Other statistical analyses

We estimated cross-sectional Pearson's correlations between the components of body shape and size and variables derived from anthropometry (weight, BMI, waist circumference, height, and waist:hip ratio [WHR]) and DXA total and regional body composition (fat mass, lean mass and bone mass, and trunk, android and gynoid fat mass). Analysis of variance (ANOVA) was used to compare mean component scores according to SEP (quintiles) based on Brazilian National Wealth Index (23) , gender (male/female), parent-reported skin colour (black/brown/white), birth weight (<2,500g/≥2,500g) and body mass index (BMI) z-score by comparison to the WHO 2006 reference ('normal weight' -2 to ≤ +1 SD/ 'overweight' > +1 to ≤ +2 SD/ 'obese' > +2 SD) (24). All analyses were carried out in Stata version 13.1 (Stata Corp., College Station, TX, USA).

Results

Children's characteristics are summarised in Table 1. More than 70% were white and almost 40% were overweight or obese. Boys were taller and had higher DXA fat-free mass than girls, while girls had higher hip and thigh circumferences, and higher total fat mass, and trunk, android and gynoid fat mass. There were no sex differences in weight, BMI or waist circumference.

Analysis of the photonic scan measurements identified four independent components (Table 2). The first component (which we termed "*Corpulence*") showed positive loadings with the following measures: waist, hip, seat, chest, abdomen, knee, calf, and biceps circumferences, sagittal diameter, waist and abdomen width, body volume and torso volume. The second component ("*Central:peripheral ratio*") showed positive loading with torso surface area (and positive trends with all other measures of central body area) and negative loadings with thigh circumference, inside leg length, arm length, leg volume and leg surface area. The third component ("*Height & arm lengths*") showed positive loadings with height, arm length, torso surface area and arm surface area, and negative loading with thigh circumference. Finally, the fourth component ("*Shoulder diameter*") showed positive loadings with upper shoulder diameter and wrist circumference, and negative loading with arm volume. After standardization, all components have a mean of zero and a standard deviation of 1.

To assess how well these four components of body shape and size were captured by traditional anthropometric and body composition measurements, we assessed their correlations (Table 3). *Corpulence* was strongly correlated (Pearson coefficients $r > 0.70$) with weight, BMI, waist circumference, height and all DXA total and regional body composition measures. In contrast, components 2-4 showed at best only weak-moderate correlations (all $r < 0.45$) with traditional anthropometric and DXA parameters. Notably, waist-hip ratio showed modest association with *Corpulence* ($r = 0.39$) and weak association with *Central:peripheral ratio* ($r = 0.14$). An exploratory analysis of non-traditional measurements showed that *Central:peripheral ratio* was positively correlated with (photonic scan measured) waist:thigh circumference ratio ($r = 0.74$).

Differences in the four components by sex, birth weight, BMI z-score, SEP and skin colour are shown in Table 4. We observed that the magnitude of differences was higher to Corpulence in almost all independent variables, despite differences seen in other three components. There was no sex difference in *Corpulence*, but boys had higher *Central:peripheral ratio*, *Height & arm lengths* and *Shoulder diameter* than girls. In addition, children with low birth weight had lower z-score of *Corpulence* (-0.37) and *Height & arm lengths* (-0.13), but higher values for *Central:Peripheral ratio* (0.13) and *Shoulder diameter* (0.15) than other children. Furthermore, obese children had substantially higher values for *Corpulence* and *Central:Peripheral ratio* (presenting a z-score mean of 1.7 and 0.4, respectively), and lower values for *Height & arm lengths* and *Shoulder diameter* than other children (z-score mean of -0.3 and -0.1, respectively). Children from higher SEP showed higher z-score mean of *Corpulence* when compared with children from lowest SEP (0.3 vs. -0.3). Furthermore, they also presented higher mean of *Height & arm lengths*, despite the magnitude of difference have been lower than for *Corpulence* (-0.3 vs 0.1). Finally, white children had higher values for *Corpulence* and *Central:peripheral ratio* than brown or black children, while black children had higher values for *Height & arm lengths* (Table 4).

Discussion

Our study, using a novel comprehensive assessment by 3D photonic scanning, identified four independent components of children's body shape and size in a Brazilian birth cohort. The most notable finding was that traditional anthropometric and body composition measurements were strongly correlated with only one of these four components, namely *Corpulence* or 'overall body size'. Therefore many traditional measurements in children, used for predicting future disease risk, seem to be limited by their assessment of the same

single dimension of body shape and size, and fail to capture the other three components. Moreover, despite the magnitude of differences have been higher to *Corpulence* in almost all independent variables, those other traditionally poorly captured components (*Central:peripheral ratio*, *Height & arm lengths* and *Shoulder diameter*) showed significant patterning by sex, birth weight, obesity status, SEP and skin colour, which suggests that they might contribute independently to prediction of disease risks.

Boys presented a more central body shape than girls, indicating that the typical sex-divergent pattern of adult body shape, often assumed to reflect sex hormone actions, are already seen in pre-pubertal children. Similarly, previous studies have reported sex differences in body shape in pre-pubertal children. Taylor et. al. (2010) reported that pre-pubertal boys had more waist fat but less hip fat than girls, and those differences widened in pubertal stages (3). Another study reported that 5-7y boys had higher waist circumference and waist-hip ratio than girls (25). In our cohort, unadjusted analyses showed that boys and girls had equal average waist circumference, but their mean hip circumference was 1 cm smaller than that of girls. After adjustment for height and total body composition, we observed that boys had higher waist circumference but lower hip and thigh circumferences than girls (data not shown). Hormonal differences explain the sex dimorphism in body shape after puberty (6), but could also contribute to differences in prepubertal children. Garnett et. al. (26) found significant sex differences in the circulating concentrations of estradiol, leptin and testosterone before puberty.

Associations with sociodemographic indicators, BMI and birthweight tended to be much stronger for the first component than for the other three. Birth weight has been inconsistently associated with body shape and body fat distribution in childhood (27-29). We found that children with low birth weight presented markedly lower values for *Corpulence*,

slightly lower values for *Height & arm lengths* and slightly higher *Central:peripheral ratio*. It indicates that in our cohort low birth weight children tend to remain generally smaller at 6 years and present a more central body shape than other children. We also observed significant differences in body shape and size by SEP and skin colour. The higher values for *Corpulence* in children from high SEP and white skin colour is consistent with previous reports of higher BMI and body fat mass in this cohort and in other studies (30-32) and likely reflects differences in nutrition and other childhood factors. Nevertheless, further studies should examine whether differences in components of body shape and size are related to lifestyle factors, such as feeding habits, physical activity, sedentary behaviour, etc., in childhood.

Body shape measured by 3-D photonic scanning has been reported in adults (14, 33), in whom differences were detected between Thai and British adults (16) and by parity in women (34). To our knowledge, this is the first study to use 3-D photonic scanning to assess the variability and potential determinants of body shape in children.

3-D photonic scanning enabled us to assess different dimensions of body shape, beyond traditional anthropometric assessment. Thus, we could see that traditional measures capture the same single component of children's body shape and size. Our findings suggest that some of those other, yet overlooked, components of body shape and size could be estimated by additional simple anthropometric approaches (e.g. the ratio between tape-measured waist and thigh circumferences); however future studies would be required to validate that approach and to show predictive value of the other 3 components.

Strengths of our study are the large sample size, the low rate of attrition due to loss of contact or refusal (9.8%), which minimizes bias. In addition, comprehensive assessments using traditional anthropometry and DXA allowed comparability of 3-D scanning to other

techniques. Limitations include the single age-point at 3-D scanning; therefore future assessments are needed to inform how applicable our findings are to other ages and to assess how body shape changes with age. Moreover, the disease relevance of our new components of body shape is yet unknown and will require future studies. Finally, 3-D photonic scanning has not been validated in Brazilian children. In a validation study in a multi-ethnic sample of children of similar age in the UK, 3-D photonic scan outcomes were found to over-estimate manual measurements for almost all outcomes, varying from 0.6 cm to calf girth up to 3.7 cm to chest girth (18). However, ranking consistency was very high, and when compiling composite 3-D scan outcomes as in our analysis, biases in individual girths are likely to cancel out.

In conclusion, one component *Corpulence* explained almost 70% of the variance in children's body shape and size, and traditional anthropometry and body composition measures were strongly correlated with *Corpulence*, but not with the other three components identified here. Differences in these three novel components of body shape and size by sex, birth weight, obesity status and skin colour suggest that they might potentially contribute additionally to future disease risks, however this hypothesis requires testing in future studies.

Acknowledgements:

LPS, KKO and AJDB designed and conducted the study. LPS performed the analyses and drafted the manuscript. KKO proposed the idea, supervised the analyses and helped in drafting the manuscript. AJDB and FD supervised the analyses and helped in drafting the manuscript. JCKW helped in interpreting results and reviewing the manuscript. CGV, ISS and AM participated in the design and conduct of the original cohort study as well as in

interpreting results and reviewing the manuscript. All authors read and approved the final manuscript. None of the authors have personal or financial conflicts of interest.

Funding information:

This article is based on data from the study "Pelotas Birth Cohort, 2004" conducted by Postgraduate Program in Epidemiology at Federal University of Pelotas, in collaboration with Brazilian Public Health Association (ABRASCO). The 2004 birth cohort study is supported by the Wellcome Trust through the scheme called 'Major Awards for Latin America on Health Consequences of Population Change'. The World Health Organization, Brazilian National research Council (CNPq), and Brazilian Ministry of Health have supported previous phase of the study.

LPS is supported by 'Science without Borders' Brazilian scheme under protocol number 201801/2014-0.

References

1. Cerhan JR, Moore SC, Jacobs EJ, Kitahara CM, Rosenberg PS, Adami HO, et al. A pooled analysis of waist circumference and mortality in 650,000 adults. *Mayo Clin Proc.* 2014;89(3):335-45.
2. Gonzalez AB, Hartge P, Cerhan JR, Flint AJ, Hannan L, MacInnis RJ, et al. Body-mass index and mortality among 1.46 million white adults. *N Engl J Med.* 2010;363(23):2211-9.
3. Taylor RW, Grant AM, Williams SM, Goulding A. Sex differences in regional body fat distribution from pre- to postpuberty. *Obesity.* 2010;18(7):1410-6. Epub 2009/11/07.
4. Ujcic-Voortman JK, Bos G, Baan CA, Verhoeff AP, Seidell JC. Obesity and body fat distribution: ethnic differences and the role of socio-economic status. *Obes Facts.* 2011;4:53-60.
5. Wells JCK, Treleaven P, Cole TJ. BMI compared with 3-dimensional body shape: the UK National Sizing Survey. *Am J Clinical Nutrition.* 2007;85:419-25.
6. Wells JCK. Sexual dimorphism of body composition. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2007;21(3):415-30.
7. Langerberg C, Sharp SJ, Schulze MB, Rolandsson O, Overvad K, Forouhi NG, et al. Long-term risk of incident type 2 diabetes and measures of overall and regional obesity: the EPIC-InterAct case-cohort study. *Plos Med.* 2012;9((6)):e10011230.
8. Maffei C, Corciulo N, Livieri C, Rabbone I, Trifiro G, Falorni A, et al. Waist circumference as a predictor of cardiovascular and metabolic risk factors in obese girls. *Eur J Clin Nutr.* 2003;57:566-72.
9. Garnett SP, Baur LA, Srinivasan S, Lee JW, Cowell CT. Body mass index and waist circumference in midchildhood and adverse cardiovascular disease risk clustering in adolescence. *Am J Clinical Nutrition.* 2007;86:549-55.

10. Lawlor DA, Benfield L, Logue J, Tilling K, Howe LD, Fraser A, et al. Association between general and central adiposity in childhood, and change in these, with cardiovascular risk factors in adolescence: prospective cohort study. *BMJ*. 2010;341:c6224. Epub 2010/11/27.
11. Falaschetti E, Hingorani AD, Jones A, Charakida M, Finer N, Whincup P, et al. Adiposity and cardiovascular risk factors in a large contemporary population of pre-pubertal children. *European heart journal*. 2010;31(24):3063-72. Epub 2010/10/26.
12. Bouchard C. BMI, fat mass, abdominal adiposity and visceral fat: where is the 'beef'? *Int J Obesity*. 2007;31:1552-3.
13. Ngueta G, Laouan-Sidi EA, Lucas M. Does waist circumference uncorrelated with BMI add valuable information? *J Epidemiol Community Health*. 2014;68:849-55.
14. Wang J, Gallagher D, Thornton JC, Yu W, Horlick M, Pi-Sunyer FX. Validation of a 3-dimensional photonic scanner for the measurement of body volumes, dimensions, and percentage body fat. *Am J Clinical Nutrition*. 2006;83:809-16.
15. Olivares J, Wang J, Yu W, Pereg V, Weil R, Kovacs B, et al. Comparisons of body volume and dimensions using Three-Dimensional Photonic Scanning in adult Hispanic-Americans and Caucasian-Americans. *J Diabetes Science and Technology*. 2007;1(6):921-8.
16. Wells JCK, Treleaven P, Charoensiriwath S. Body shape by 3-D photonic scanning in Thai and UK adults: comparison of national sizing surveys. *Int J Obesity*. 2012;36:148-54.
17. Treleaven P, Wells JCK. 3D body scanning and healthcare applications. *Computing Practices*. 2007:28-34.
18. Wells JCK, Stocks J, Bonner R, Raywood E, Legg S, Lee S, et al. Acceptability, precision and accuracy of 3D photonic scanning for measurement of body shape in a multi-ethnic sample of children aged 5-11 years: The SLIC study. *Plos One*. 2015;In press.
19. 2010 Brazilian Demographic Census [database on the Internet]. 2010 [cited March 2015].
20. Barros AJD, Santos IS, Victora CG, Albernaz EP, Domingues MR, Timm IK, et al. The 2004 Pelotas birth cohort: methods and description. *Rev Saude Publica*. 2006;40(3):402-13.
21. Santos IS, Barros AJ, Matijasevich A, Zanini R, Chrestani Cesar MA, Camargo-Figuera FA, et al. Cohort profile update: 2004 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. Body composition, mental health and genetic assessment at the 6 years follow-up. *International journal of epidemiology*. 2014;43(5):1437-a-f. Epub 2014/07/27.
22. Habitch JP. Standardization of quantitative epidemiological methods in the field *Bol Oficina Sanit Panam*. 1974;76(5):375-84.
23. Barros AJD, Victora CG. A nationwide wealth score based on the 2000 Brazilian Demographic census. *Rev Saude Publica*. 2005;39(4):523-9.
24. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*. 2007;85:660-7.
25. Webster-Gandy J, Warren J, Henry CJ. Sexual dimorphism in fat patterning in a sample of 5 to 7-year-old children in Oxford. *Int J Food Sci Nutr*. 2003;54(6):467-71.
26. Garnett SP, Hogler W, Blades B, Baur LA, Peat J, Lee J, et al. Relation between hormones and body composition, including bone, in prepubertal children. *Am J Clinical Nutrition*. 2004;80:966-72.
27. Sacco MR, de Castro NP, Euclides VLV, Souza JM, Rondo PHC. Birth weight, rapid weight gain in infancy and markers of overweight and obesity in childhood. *Eur J Clin Nutr*. 2013;67:1147-53.
28. Garnett SP, Cowell CT, Baur LA, Fay RA, Lee J, Coakley J, et al. Abdominal fat and birth size in healthy prepubertal children. *Int J Obesity*. 2001;25:1667-73.
29. Oldroyd J, Renzaho A, Skouteris H. Low and high birth weight as risk factors for obesity among 4 to 5-year-old Australian children: does gender matter? *Eur J Pediatr*. 2011;170:899-906.
30. Griffiths PL, Rousham EK, Norris SA, Pettifor JM, Cameron N. Socio-economic status and body composition outcomes in urban South African children. *Arch Dis Child*. 2008;93(20):862-7.
31. Gahagan S. Child and adolescent obesity. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*. 2004;34:6-43.

32. Zanini RV, Santos IS, Gigante DP, Matijasevich A, Barros FC, Barros AJ. Body composition assessment using DXA in six-year-old children: the 2004 Pelotas Birth Cohort, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Cad Saude Publica*. 2014;30(10):2123-33.
33. Weiss ET, Barzilai O, Brightman L, Chapas A, Hale E, Karen J, et al. Three-dimensional surface imaging for clinical trials: improved precision and reproducibility in circumference measurements of thighs and abdomens. *Lasers in Surgery and Medicine*. 2009;41:767-73.
34. Wells JCK, Griffin L, Treleaven P. Independent changes in female body shape with parity and age: a life-history approach to female adiposity. *Am J Human Biology*. 2010.

Table 1. Description of sociodemographic and anthropometric variables of children by sex. The 2004 Pelotas Birth Cohort Study.

Categorical variables	Male N (%)	Female N (%)	P-value*
SEP quintiles			0.427
1 st (upper)	388 (22.6)	372 (22.9)	
2 nd	351 (20.4)	367 (22.7)	
3 rd	383 (22.3)	362 (22.4)	
4 th	298 (17.4)	253 (15.6)	
5 th (lower)	297 (17.3)	266 (16.4)	
Skin color			0.526
White	1143 (70.8)	1092 (72.2)	
Brown	219 (13.6)	185 (12.2)	
Black	252 (15.6)	236 (15.6)	
BMI category			0.409
Normal weight	1088 (65.2)	1005 (63.7)	
Overweight	289 (17.3)	302 (19.1)	
Obese	291 (17.5)	272 (17.2)	
Birth weight			0.036
<2500g	130 (7.5)	156 (9.6)	
≥2500g	1593 (92.5)	1471 (90.4)	
Continuous variables	Mean (SD)	Mean (SD)	P-value†
<i>Anthropometry</i>			
Weight (kg)	25.1 (5.8)	24.9 (6.1)	0.228
Height (m)	1.22 (0.1)	1.20 (0.1)	<0.001
Body Mass Index (kg/m ²)	16.9 (2.8)	17.0 (3.1)	0.190
Waist circumference (cm) ^a	58.4 (7.3)	58.4 (7.8)	0.951
Hip circumference (cm) ^a	66.9 (7.1)	67.9 (7.5)	<0.001
Thigh circumference (cm) ^a	38.3 (5.3)	38.9 (5.7)	0.002
<i>DXA variables</i>			
Fat mass (kg)	4.9 (3.9)	6.3 (4.2)	<0.001
Fat free mass (kg)	20.2 (2.5)	18.5 (2.4)	<0.001
Trunk fat mass (Kg)	2.1 (1.9)	2.7 (2.1)	<0.001
Android fat mass (Kg)	0.4 (0.4)	0.5 (0.4)	<0.001
Gynoid fat mass (Kg)	1.1 (0.7)	1.3 (0.7)	<0.001

*Chi-squared

†Analysis of Variance

^aMeasured by Photonic scanner

Table 2. Principal components for body shape and size in children aged 6 years. The 2004 Pelotas Birth Cohort Study.

	Component 1 'Corpulence'	Central:peripheral ratio	Height & Arm lengths	Shoulder diameter
Photonic measurement			Loadings	
Waist circumference	0.24	0.11	-0.03	-0.03
Hip circumference	0.24	0.09	-0.00	-0.04
Seat circumference	0.24	0.08	-0.00	-0.04
Chest circumference	0.23	0.08	-0.03	-0.03
Abdomen circumference	0.23	0.10	-0.05	-0.03
Waist width	0.23	0.11	0.01	-0.02
Abdomen width	0.23	0.10	-0.01	-0.04
Knee circumference	0.23	-0.04	-0.08	-0.03
Calf circumference	0.23	-0.00	-0.09	-0.04
Biceps circumference	0.22	0.03	-0.07	0.04
Sagittal Diameter	0.22	0.10	-0.02	-0.05
Body volume	0.24	0.06	0.03	-0.05
Torso volume	0.23	0.20	0.10	-0.02
Inside leg length	0.09	-0.62	-0.02	0.03
Leg volume	0.21	-0.28	-0.19	-0.03
Leg surface area	0.19	-0.39	-0.19	-0.01
Thigh circumference	0.20	-0.27	-0.33	-0.03
Torso surface area	0.20	0.24	0.24	0.01
Arm length	0.08	-0.24	0.66	0.24
Height	0.17	-0.21	0.39	0.04
Arm surface area	0.20	-0.11	0.30	-0.04
Upper shoulder diameter	0.07	0.11	-0.21	0.81
Wrist circumference	0.12	0.03	-0.07	0.39
Arm volume	0.13	0.05	-0.05	-0.29
Neck circumference	0.18	0.10	-0.00	0.09
Variance explained	66.7%	8.2%	4.9%	4.1%

Table 3. Correlations between 3DPS components in 6-years old children and traditional anthropometric and body composition measures. The 2004 Pelotas Birth Cohort Study.

Variable	Component 1 (‘Corpulence’)	Component 2 (‘Central:peripheral ratio’)	Component 3 (‘Height & arm lengths’)	Component 4 (‘Shoulder diameter’)
<i>Traditional anthropometry</i>				
Weight	0.99 (<0.001)	0.04 (0.023)	0.03 (0.116)	-0.04 (0.052)
BMI	0.93 (<0.001)	0.20 (<0.001)	-0.18 (<0.001)	-0.07 (<0.001)
Waist circumference	0.95 (<0.001)	0.13 (<0.001)	-0.06 (0.002)	-0.04 (0.022)
Height	0.70 (<0.001)	-0.30 (<0.001)	0.43 (<0.001)	0.04 (0.038)
Waist-Hip ratio	0.39 (<0.001)	0.14 (<0.001)	-0.09 (<0.001)	0.03 (0.185)
Sitting height	0.69 (<0.001)	-0.17 (<0.001)	0.29 (<0.001)	0.01 (0.546)
Leg length	0.48 (<0.001)	-0.32 (<0.001)	0.44 (<0.001)	0.05 (0.004)
<i>Non-traditional measures</i>				
Waist-Thigh ratio	0.07 (<0.001)	0.74 (<0.001)	0.46 (<0.001)	0.01 (0.471)
<i>Body composition (DXA)</i>				
Fat mass	0.93 (<0.001)	0.12 (<0.001)	-0.09 (<0.001)	-0.07 (<0.001)
Lean mass	0.78 (<0.001)	-0.08 (<0.001)	0.21 (<0.001)	0.03 (0.157)
Bone mass	0.82 (<0.001)	-0.10 (<0.001)	0.15 (<0.001)	-0.02 (0.332)
Trunk fat mass	0.91 (<0.001)	-0.15 (<0.001)	-0.10 (<0.001)	-0.06 (0.001)
Android fat mass	0.90 (<0.001)	-0.17 (<0.001)	-0.11 (<0.001)	-0.06 (0.001)
Gynoid fat mass	0.93 (<0.001)	-0.10 (<0.001)	-0.08 (<0.001)	-0.07 (<0.001)

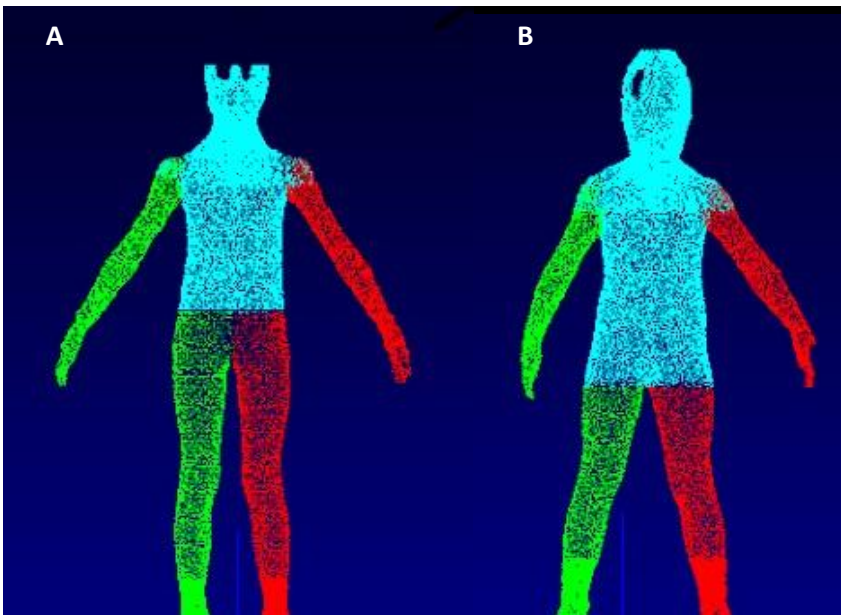
Pearson correlation coefficients (P-values) are displayed

Table 4. Sociodemographic and anthropometric factors associated with the four components of body shape and size in 6-years old children. The 2004 Pelotas Birth Cohort Study, Pelotas, Brazil.

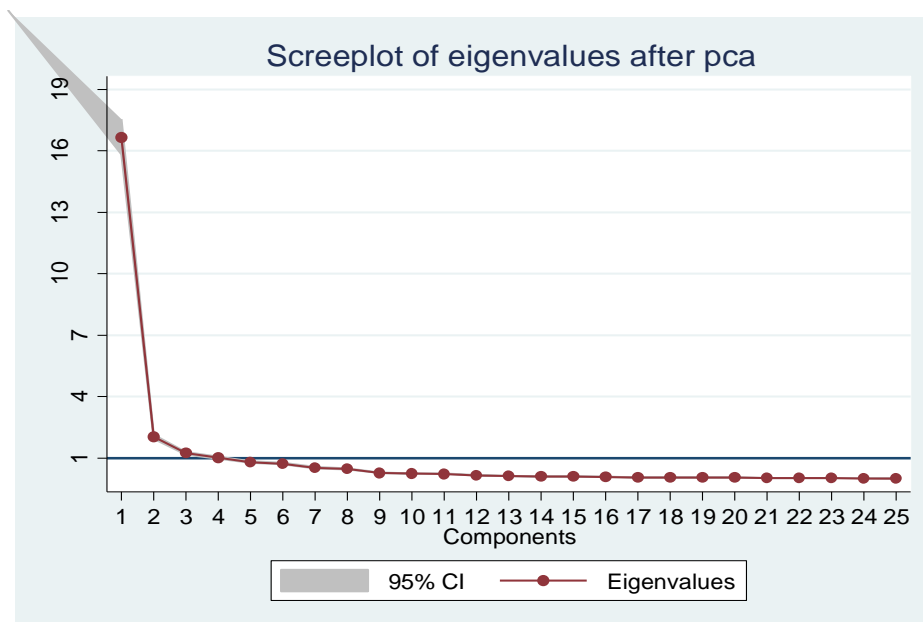
	Component 1 (‘Corpulence’)	Component 2 (‘Central:peripheral ratio’)	Component 3 (‘Height & arm lengths’)	Component 4 (‘Shoulder diameter’)
Sex	0.293	<0.001	<0.001	<0.001
Male	0.02	0.07	0.09	0.08
Female	-0.02	-0.08	-0.10	-0.09
Birth weight	<0.001	0.031	0.028	0.011
<2500g	-0.37	0.13	-0.13	0.15
≥2500g	0.04	-0.01	0.01	-0.02
BMI (z-score)	<0.001	<0.001	<0.001	0.012
-2 to ≤ +1	-0.53	-0.08	0.10	0.03
> +1 to ≤ +2	0.39	-0.07	-0.13	0.01
> +2	1.66	0.37	-0.29	-0.12
SEP	<0.001	0.075	0.004	0.137
1 (Lowest)	-0.29	0.05	-0.09	0.04
2	-0.10	0.04	0.02	0.05
3	0.02	0.02	-0.06	0.02
4	0.16	-0.04	0.07	-0.04
5 (Highest)	0.33	-0.10	0.11	-0.09
Skin colour	0.027	<0.001	0.033	0.859
White	0.03	0.04	-0.01	-0.01
Brown	-0.09	-0.04	-0.05	0.02
Black	-0.08	-0.19	0.13	-0.01

Mean components scores and P-values are displayed from ANOVA.

Online supplemental material



Supplementary Figure 1: Typical body model generated by Three-Dimensional Photonic Scanner. (A - Boy in the 50th percentile of *Corpulence*; B - Girl in the 50th percentile of *Corpulence*)



Supplementary Figure 2: Screplot of eigenvalues from principle components analysis of body shape

Artigo 2 – Determinants of body shape in
pre-pubertal children: a systematic review

Determinants of body shape in pre-pubertal children: a systematic review

Running title: Pre-pubertal children body shape

Leonardo P Santos (Santos, LP)^{1,2}

Ken K Ong (Ong, KK)²

Aluisio J D Barros (Barros, AJD)¹

¹ *Post-graduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil*

² *Medical Research Council (MRC) Epidemiology Unit, Institute of Metabolic Science, Cambridge, United Kingdom*

Correspondence:

MSc. LP Santos

MRC Epidemiology Unit, Institute of Metabolic Science, Cambridge Biomedical Campus Box 285, Cambridge, CB2 0QQ, UK.

E-mail: leonardo_pozza@yahoo.com.br

Direct line: +44 (0) 1223769164

Keywords: body shape; body fat distribution; review; paediatric obesity

Abstract

The health relevance of children's body shape has gained increasing attention in light of rising obesity rates. However, little is known about the determinants of body shape in this period of life. We systematically reviewed the literature on the determinants of body shape in pre-pubertal age children. Searches of the MEDLINE, Web of Science and LILACS databases identified 20 publications reporting on 18 studies set in high-income countries and 4 studies in middle-income countries. Study quality was assessed using the Downs & Black scale and a narrative synthesis was performed. Most studies defined body shape using waist and/or hip circumferences, skinfold thickness measurements, or regional body composition by DXA scanning. Birth weight and infancy weight gain were the most evident determinants of children's body shape. Sex differences in body shape were dependent on the type of measurement: body shape based on circumferences (waist or hip) was more centralized in boys than in girls. In contrast, skinfold thickness and DXA measures were higher in girls, but this was likely due to greater total fat mass. There was limited evidence reported for effects of ethnicity, maternal characteristics and breastfeeding. In conclusion, central body shape in pre-pubertal age children appears to be promoted by male sex, lower birth weight and rapid early postnatal growth. More evidence is needed to clarify the hormonal and other mechanisms that lead to central body shape in early childhood.

Keywords: body shape; body fat distribution; review; paediatric obesity

Introduction

Obesity is traditionally defined by thresholds of body mass index (BMI) (1), but BMI does not take into account the distributions of body mass and body fat. Therefore, various other measurements have been used as indicators of body fat distribution (2). In adults, measures of central body shape - defined by waist circumference, for example - contribute positively to risks of mortality and disease, additionally to BMI (3). Conversely, a peripheral body shape (leg fat and/or thigh circumference) appears to be independently beneficial for metabolic disease-related traits (4, 5).

Sex differences in body shape are well described in adults (6, 7). It was suggested in 1947 that a central body shape is more common among men, with adverse health consequences, while a peripheral body shape is more common among women (8). In the 1980s, the terms 'android' and 'gynoid' body shapes were first used to describe these sex-typical central and peripheral body shapes, respectively (9). Furthermore, some studies have reported sexual dimorphism in body shape even since birth (10-12).

Along with sex differences, other factors may influence body shape and the distribution of body fat, such as ethnicity (13-15). Moreover, according to the developmental origins of health and diseases hypothesis (16), early life experiences, as indicated by birth weight and infant growth rates, may programme the accumulation of central body fat. Nevertheless, the consistency of the findings in adults is low, since studies have shown negative, non-significant or positive results (17-19).

As childhood obesity is a worldwide concern, the relationship between central and peripheral body shapes and diseases risk in short- and long-term has become an important question in children. However, most of the evidence focuses on the health consequences of

central body shape in pre-pubertal children (20-22), and little attention has been given to the potential determinants of central body shape in this stage of life.

Therefore, in order to understand which factors promote young children to accumulate central body fat, as indicated by a central body shape, we aimed to review the literature on the determinants or correlates of body shape in pre-pubertal children.

Methods

Search strategy

We carried out a systematic review to assess the potential determinants of children's body shape. We searched MEDLINE, Web of Science and LILACS databases, using the following terms: "*(Body composition OR Body Shape OR Body fat distribution) AND (Childhood) AND (Risk Factors OR Epidemiological factors)*".

The searches were restricted to studies performed in humans. In addition, we also scanned the references cited in selected papers. All the searches were concluded in June of 2015.

Selection criteria

We sought studies of pre-pubertal children, which described body shape assessed by waist and/or hip circumferences, skinfold thickness, and regional fat mass/fat free mass. Studies that assessed only total body fat and/or fat free mass were excluded. Furthermore, we excluded studies in which body shape or body fat distribution was not the outcome (for example, studies that included body shape or body fat distribution as an exposure). We applied no limitation by date of publication, language or location, but we excluded studies including very young children (< 1 year of age).

To select the papers, initial screening was carried out of the titles and abstracts. The full versions of potentially relevant were then examined.

Quality assessment

The quality of included papers was assessed using the Downs & Black Scale (23), with some adaptations for use in observational studies; 8 of the 27 questions were excluded since they were not applicable to observational studies (questions 8, 13, 14, 15, 19, 21, 23 and 24). The questions were scored 0 (no) or 1 (yes), except for question 5 that was scored 0 (no), 1 (partially) or 2 (yes). The maximum possible score was 20.

Narrative synthesis of results

In the narrative synthesis, the selected studies were grouped in five groups, according to the main exposure: 1. sex, 2. ethnicity, 3. birth weight and early growth, 4. maternal characteristics, and 5. breastfeeding and age of introduction of solid foods.

Results

Study characteristics

We identified 698 papers from the MEDLINE database published since 1976, 886 from Web of Science since 1989, and 17 from the LILACS database published since 2002. After removing duplicates, 1311 papers were screened by title and abstracts, of which we selected 43 to examine the full paper, and 17 papers fulfilled our selection criteria. Three further papers were identified from searching reference lists, so in total 20 papers were included for review (Figure 1). The main reasons for exclusion were: the lack of a measure of

body shape and/or distribution of body fat, lack of results presented specifically in pre-pubertal stage/age children.

Characteristics of the identified papers are summarized in Table 1. All were published between 1996 and 2014 and were written in English; 14 reported results of longitudinal studies, and seven of cross-sectional studies; 16 studies were set in high-income countries, 4 in middle-income countries, and none in low-income countries. Two studies had a sample size <100 children, 11 studies had 100-999 children, and 7 studies had 1000+ children (Table 1). As the maximal score in the Downs & Black Scale was 20, the studies selected in our review have presented good quality, since the median of quality scores was 15 points, and only one showed a low quality score 11.

Four studies assessed body shape by DXA regional fat mass (truncal, android and gynoid fat mass). Moreover, three studies assessed body shape by circumferences (basically, waist and hip circumference, and waist hip ratio), two by skinfold thickness (triceps-subscapular skinfold ratio, and central [subscapular and suprailiac] to peripheral [triceps and biceps] ratio), three by both circumferences and skinfold thickness, three by both body circumferences and DXA, one study assessed by both skinfold thickness and DXA, another one by a combination of circumferences, skinfold thickness and Magnetic Resonance Image (MRI), and three studies assessed body shape by a combination of DXA and MRI or abdominal ultrasound (Table 1).

Differences by sex

Five studies reported the association between body shape and sex; findings were dependent on the type of measurement. The three studies which assessed body shape by waist and hip circumference or waist-hip ratio reported that boys have a more central body

shape than girls. In contrast, three studies that assessed body shape by skinfold thickness or DXA (without adjustment for total body fat) reported the opposite association. The only one study that adjusted for total body fat found no sex difference in body shape (Table 2).

Heude *et al.* (24) reported that boys had larger waist circumference than girls, and with increasing age towards puberty, girls' waist circumference increases less than hip circumference. Psarra *et al.* (25), studying children from 6 to 12 years, reported that boys are more likely to show central obesity, measured by waist circumference and WHR, than girls. Taylor *et al.* (26) reported that 5-10 year old boys had higher waist (adjusted to hip) and lower hip (adjusted to waist) circumference than girls. None of these studies adjusted for BMI or total fat mass.

In contrast, Rogers *et al.* (27) found that boys presented less trunk fat mass (and less total fat mass) than girls (at 9-10 years and 6 months, respectively). Again, this result was not adjusted for BMI or total fat mass. Finally, Staiano *et al.* (28) found no sex difference in abdominal subcutaneous or visceral adipose tissue after adjustment for total fat mass in 5-9 years children. Of note, the girls had more total body fat mass than boys.

- Differences by ethnicity

We identified only two papers that reported the relationship between ethnicity and body shape. Sisson *et al.* (13) found that white boys had higher waist circumference than black boys, but no difference among girls. They also reported that white boys and girls had higher subscapular and triceps skinfold thickness than black boys and girls, after adjustment for BMI, indicating higher total adiposity in white compared to black children.

Staiano *et al.* (28) reported that white boys and girls had more VAT measured by MRI than African American at 5 to 9 years. There was no difference in abdominal SAT after

adjustment for total body fat, however of note, African American children had higher DXA total body fat than white children.

- *Associations with birth weight and early growth*

Six papers reported on the association between birth size and children's body shape. Five found that smaller size at birth was associated with a more centralized body shape (most adjusted for BMI or body size), but one found a positive association with birth weight (unadjusted for BMI or body size) (Table 3).

Malina *et al.* (29) reported an inverse association between birth weight and central fat distribution by skinfold thickness (adjusted for BMI) at 7-12 years, particularly in girls. Similarly, Garnett *et al.* (30) reported an inverse association between birth weight and DXA abdominal fat in 7-8 years old children (adjusted for weight at 7-8 years). In addition, Walker *et al.* (31), studying 7-11 years old children, also found an inverse association between birth weight and waist circumference or central fat distribution by skinfold thickness (without adjustment for any measure of body size). Finally, Biosca *et al.* (32) found that children born small for gestational age (SGA) had a more central fat distribution at 6-10 years (adjusted for height). Rogers *et al.* (27), studying 9-10 years old children, found that both birth weight and length were inversely associated with waist-hip ratio (adjusted for BMI), but no association have been found between birth size and DXA trunk fat mass (adjusted for total body fat).

On the other hand, Sacco *et al.* (33) found a positive association between birth weight and waist and neck circumference in 5 years old children (adjusted for breastfeeding, physical activity and maternal characteristics, but not for BMI or total body fat).

One study reported the association of postnatal catch-up growth with body shape (Table 3). Ong *et al.* (34) found that children who showed early postnatal catch-up growth

were larger and fatter than other children at 5 years, and also had larger waist circumference (unadjusted for BMI or body size).

Three studies reported the association between stunting (short childhood height) and body shape (Table 3). Hoffman *et al.* (2007) found that stunted children have more truncal fat mass (adjusted for total fat mass) than non-stunted children (35). Similarly, Walker *et al.* (31) found that children stunted at age of 9-24 months presented less fat and BMI, but a more central body shape (partially explained by birth weight). On the other hand, Cameron *et al.* (2005) observed no association between stunting status and fat deposition at 9 years (36).

- Influence of maternal characteristics (obesity, gestational diabetes, smoking in pregnancy, and maternal age)

Six papers reported on the association between maternal characteristics and body shape, including maternal obesity (one study), gestational diabetes (one study), smoking in pregnancy (three studies), and maternal age (one study) (Table 4).

Heude *et al.* (24) reported positive correlations between parental and offspring BMI, waist and hip circumferences (adjusted for height). Crume *et al.* (37) reported that exposure to gestational diabetes was associated with larger waist circumference and a more centralised fat distribution (adjusted for several variables, including mother's BMI).

For smoking in pregnancy, Timmermans *et al.* (38) reported that smoking in pregnancy was positively associated with waist circumference and central/peripheral skinfold thickness ratio in 6-7 years old children. Durmus *et al.* (39) found a positive association between smoking in pregnancy and android:gynoid fat ratio only in girls but not in boys aged 6 year old (adjusted for height). In contrast, Leary *et al.* (40) found no

association between smoking in pregnancy and trunk fat mass in 9-years old children (adjusted for total fat mass).

Savage *et al.* (41) reported that older maternal age at birth was associated with less DXA abdominal fat.

- Breastfeeding and age at introduction of solid foods

Only one paper reported on the association between breastfeeding and body shape in pre-pubertal children. Durmus *et al.* (42) observed that children exclusively breastfed for less than 2 months had higher DXA android:gynoid fat ratio than children exclusively breastfed for 6 months or more. However, the association was entirely explained by SES and maternal lifestyle factors.

Discussion

We carried out a systematic review of the literature on the potential determinants of body shape in children at pre-pubertal stage. We identified five different methods for assessing body shape, including circumferences (waist, hip, and waist-hip ratio), skinfold thickness, regional body fat from DXA, MRI and abdominal ultrasound.

The most evident results were seen on the relationships with birth weight and infancy weight gain. Five out six studies found that birth weight and length (proxies of intra-uterine growth) were inversely associated with central body shape (27, 29-31). However, one study found a positive association between birth weight and central body shape (33). The difference in this last result may be explained by statistical variability, differences in sample size, and/or by differences in the way body shape was assessed. However, we must be cautious in interpreting these results, since part of the low birth weight effect on body

shape may be mediated by postnatal catch-up growth, which was not considered by those studies. As we observed, both of the two studies which investigated the relationship between infancy weight gain and children body shape found that a rapid weight gain after birth is associated with a more central body shape (33, 34).

This influence of early life factors on body shape has been suggested by the developmental origins hypothesis (16, 43). Growth restriction in intra-uterine life and rapid infant growth have been suggested to program later body composition and promote central fat distribution (44, 45). Our findings support that early growth (pre and postnatal growth) is influencing body shape even in childhood, which may impact in short- and long-term disease risk.

Body shape is different between sexes. Owing to the important role in conception regulation played by the distribution of body fat in women (46, 47), sexual dimorphism in body shape increases after the onset of puberty and becomes maximal in early adulthood (7, 46). Our narrative synthesis highlights a sexual dimorphism in body shape before the onset of puberty, although the results had been dependent on the method used to assess body shape. Body shape based on waist and hip circumference or waist hip ratio was more central in boys than in girls. On the other hand, central skinfold thickness or DXA measures were higher in girls. However, this association was likely due to greater total fat mass in girls. The only study that took total fat mass into account found no association, indicating that total body fat may be an important confounder in those other studies that used DXA or skinfold measurements. The sex difference in body shape in pre-pubertal childhood may be explained, in part, by hormonal differences. Garnett et al. (48) studying children aged 7-8 years observed that IGF-I, estradiol, testosterone, and leptin concentrations were higher in

girls than in boys and that estradiol concentrations were predictive of percentage of body fat, indicating an estrogen effect on fat storage.

The two papers included in our review which assessed the effect of ethnicity on children body shape showed that white boys presented higher waist circumference and skinfold thickness, and that white boys and girls presented more VAT than black children (although higher total fat mass was seen in black children in one study (28)). However, the results were not adjusted for socioeconomic status, a potential important confounder in this relationship. In adults, African-American men have smaller waist circumference and higher arm and thigh circumferences, while African-Americans women had higher body circumferences than white Americans (14). In addition, Thai adults had less central weight distribution than UK adults (49). These results indicate an ethnic variability in adult body shape. In children, ethnic differences in terms of obesity and body composition are evident, with black children presenting higher prevalence of obesity (defined by body mass index) while white children presenting higher amount of fat mass (50, 51). Nevertheless, more studies are needed to address the relationship between ethnicity and body shape in childhood, adjusting for socioeconomic factors, to improve the knowledge about the influence of ethnicity on distribution of body fat in pre-pubertal period.

We can summarize the results of our review as follows: birth weight (inverse association) and infancy weight gain (positive association) were the most evident determinants of body shape in pre-pubertal children. In addition, sex has a direct effect on children body shape, which varies depending on the method used to evaluate body shape. Nevertheless, more evidence is needed to understand the effect of ethnicity, maternal characteristics and breastfeeding on children body shape, since there was limited evidence about associations among these factors and body shape.

Most of papers defined body shape based on circumferences, skinfold thickness or measures from DXA. It has been recognized that waist and hip circumferences provide a proxy indicator of adiposity, being waist circumference one of the best anthropometric variables correlated with visceral adipose tissue (52). Moreover, waist-hip ratio is often used to indicate the relative distribution of intra-abdominal and peripheral fat and indicates health risk (53), but this measure may be problematic in epidemiological analyses, reflecting a more physique – characterized by hip circumference – than abdominal obesity – characterized by waist circumference (45). Skinfold thickness is also commonly used as a proxy indicator of subcutaneous body fat distribution, being a good indicator of intra-abdominal obesity (54). However, a disadvantage of both these approaches (circumferences and skinfolds thickness) is the manual measurement errors, which may be a source of bias.

More recently, the number of studies using more accurate body composition techniques (DXA, MRI and US) is increasing. However, these highly precise techniques are time-consuming and have high costs. Recently, a novel approach has been used to assess body shape in adults. 3-D Photonic Scanner can help us to understand better the components and determinants of body shape in different stages of life (15, 49, 55, 56). This approach can enable us to assess many different measures from the body and improve the knowledge about children body shape.

Some limitations should be considered in this systematic review. We identified very few studies from middle-income countries and the determinants of children's body shape might be different according to the setting. In addition, it was a challenge to synthesize the results, as definitions of both exposures and outcomes varied among studies.

In conclusion, observational studies report that central body shape in pre-pubertal children appears to be promoted by male sex, lower birth weight and rapid early postnatal

growth. There was limited evidence on the effects of ethnicity and maternal characteristics. More evidence is needed to clarify the hormonal and other mechanisms that lead to central body shape in early childhood.

Acknowledgements:

LPS, KKO and AJDB designed and conducted the study. LPS performed the literature review and drafted the manuscript. KKO proposed the idea, supervised the review and helped in drafting the manuscript. AJDB helped in draft the manuscript. All authors read and approved the final manuscript. None of the authors have personal or financial conflicts of interest.

Funding information:

This study is part of LPS Ph.D. thesis, which is supported by Brazilian National Research Council (CNPq) through 'Science without Borders' scheme, under protocol number 201801/2014-0.

KKO is supported by the Medical Research Council (Ref MC_UU_12015/2).

References

1. World Health Organization Western Pacific Region IAftSoO, International Obesity Task Force. Redefining obesity and its treatment. WHO:Geneva. 2000.
2. Madden AM, Smith S. Body composition and morphological assessment of nutritional status in adults: a review of anthropometric variables. *J Hum Nutr Diet.* 2014.
3. Cerhan JR, Moore SC, Jacobs EJ, Kitahara CM, Rosenberg PS, Adami HO, et al. A pooled analysis of waist circumference and mortality in 650,000 adults. *Mayo Clin Proc.* [Meta-Analysis Research Support, N.I.H., Extramural Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2014 Mar;89(3):335-45.
4. Snijder MB, dekker JM, Visser M, Bouter LM, Stehouwer CDA, Yudkin JS, et al. Trunk fat and leg fat have independent and opposite associations with fasting and postload glucose levels. *Diabetes Care.* 2004;27:327-77.
5. Snijder MB, Visser M, Dekker JM, Goodpaster BH, Harris TB, Kritchevsky SB, et al. Low subcutaneous thigh fat is a risk factor for unfavourable glucose and lipid levels, independent of high abdominal fat. *Diabetologia.* 2005;48:301-8.
6. Kissebah AH, Krakower GR. Regional adiposity and morbidity. *Physiol Rev.* 1994;74:761-811.

7. Wells JCK. Sexual dimorphism of body composition. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2007;21(3):415-30.
8. Vague J. Sexual differentiation: a determinant of the forms of obesity. *La Presse Med.* 1947;55:339-40.
9. Rimm AA, Hartz AJ, Fischer ME. A weight shape index for assessing risk of disease in 44,820 women. *J Clin Epidemiol.* 1988;41(5):459-65.
10. Scheffler C, Obermuller J. Development of fat distribution patterns in children and its association with the type of body shape assessed by the Metric-Index. *Anthropol Anz.* 2012;69(1):45-55.
11. Greil H. Patterns of sexual dimorphism from birth to senescence. *Coll Anthropol.* 2006;30(3):637-41.
12. Loomba-Albrecht LA, Styne DM. Effect of puberty on body composition. *Endocrinol Diabetes & Obes.* 2009;16:10-5.
13. Sisson SB, Katzmarzyk PT, Srinivasan SR, Chen W, Freedman DS, Bouchard C, et al. Ethnic differences in subcutaneous adiposity and waist girth in children and adolescents. *Obesity.* 2009;17:2075-81.
14. Wells JCK, Cole TJ, Bruner D, Treleaven P. Body shape in American and British adults: between-country and inter-ethnic comparisons. *Int J Obes.* 2008;32:152-9.
15. Wells JCK, Treleaven P, Charoensiriwath S. Body shape by 3-D photonic scanning in Thai and UK adults: comparison of national sizing surveys. *Int J Obes.* 2012;36:148-54.
16. Barker DJP. Childhood causes of adult diseases. *Arch Dis Child.* 1988;63:867-9.
17. Euser AM, Finken MJJ, Keijzer-Veen MG, Hille ETM, Wit JM, Dekker FW. Associations between prenatal and infancy weight gain and BMI, fat mass, and fat distribution in young adulthood: a prospective cohort study in males and females born very preterm. *Am J Clin Nutr.* 2005;81:480-7.
18. Gonzalez DA, Nazmi A, Victora CG. Growth from birth to adulthood and abdominal obesity in a Brazilian birth cohort. *Int J Obes.* 2010;34:195-202.
19. Franca GVA, Restrepo-Mendez MC, Mola CL, Victora CG. Size at birth and abdominal adiposity in adults: a systematic review and meta-analysis. *Obesity reviews.* 2013;15:77-91.
20. Gillum RF. Distribution of waist-to-hip ratio, other indices of body fat distribution and obesity and associations with HDL cholesterol in children and young adults aged 4-19 years: The Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Int J Obes.* 1999;23:556-63.
21. Rodriguez-Rodriguez E, Palmeros-Exsome C, Lopez-Sobaler AM, Ortega RM. Preliminary data on the association between waist circumference and insulin resistance in children without a previous diagnosis. *Eur J Pediatr.* 2011;170:35-43.
22. Staiano AE, Gupta AK, Katzmarzyk PT. Cardiometabolic risk factors and fat distribution in children and adolescents. *J Pediatr.* [Observational Study Research Support, N.I.H., Extramural Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2014 Mar;164(3):560-5.
23. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Health.* 1998;52:377-84.
24. Heude B, Kettaneh A, Rakotovo R, Bresson JL, Borys JM, Ducimetiere P, et al. Anthropometric relationships between parents and children throughout childhood: the Fleurbaix-Laventie Ville Sante Study. *Int J Obes.* 2005;29:1222-9.
25. Psarra G, Nassis P, Sidossis LS. Short-term predictors of abdominal obesity in children. *Eur J Public Health.* 2005;16(5):520-5.
26. Taylor RW, Grant AM, Williams SM, Goulding A. Sex differences in regional body fat distribution from pre- to postpuberty. *Obesity.* 2010;18:1410-6.
27. Rogers IS, Ness AR, Steer CD, Wells JCK, Emmett PM, Reilly JR, et al. Associations of size at birth and dual-energy X-ray absorptiometry measures of lean and fat mass at 9 to 10 y of age. *Am J Clin Nutr.* 2006;84:739-47.

28. Staiano AE, Broyles ST, Gupta AK, Katzmarzyk PT. Ethnic and sex differences in visceral, subcutaneous, and total body fat in children and adolescents. *Obesity*. 2013;21:1251-5.
29. Malina RM, Katzmarzyk PT, Beunen G. Birth weight and its relationship to size attained and relative fat distribution at 7 to 12 years of age. *Obesity Research*. 1996;4(4):385-90.
30. Garnett SP, Cowell CT, Baur LA, Fay RA, Lee J, Coakley J, et al. Abdominal fat and birth size in healthy prepubertal children. *Int J Obes*. 2001;25:1667-73.
31. Walker SP, Gaskin PS, Powell CA, Bennett FI. The effects of birth weight and postnatal linear growth retardation on body mass index, fatness and fat distribution in mid and late childhood. *Public Health Nutrition*. 2002;5(3):391-6.
32. Biosca M, Rodriguez G, Ventura P, Samper MP, Labayen I, Collado MP, et al. Central adiposity in children born small and large for gestational age. *Nutr Hosp*. 2011;26(5):971-6.
33. Sacco MR, Castro NP, Euclides VLV, Souza JM, Rondo PHC. Birth weight, rapid weight gain in infancy and markers of overweight and obesity in childhood. *Eur J Clin Nutr*. 2013;67:1147-53.
34. Ong KKL, Ahmed ML, Emmett PM, Preece MA, Dunger DB. Association between postnatal catch-up and obesity in childhood: prospective cohort study. *British Medical Journal*. 2000;320(8):967-71.
35. Hoffman DJ, Martins PA, Roberts SB, Sawaya AL. Body fat distribution in stunted compared with normal-height children from the shantytowns of Sao Paulo, Brazil. *Nutrition*. 2007;23:640-6.
36. Cameron N, Wright MM, Griffiths PL, Norris SA, Pettifor JM. Stunting at 2 years in relation to body composition at 9 years in African urban children. *Obes Research*. 2005;13(1):131-6.
37. Crume TL, Ogden L, West NA, Vehik KS, Scherzinger A, Daniels S, et al. Association of exposure to diabetes in utero with adiposity and fat distribution in a multiethnic population of youth: the Exploring Perinatal Outcomes among Children (EPOCH) Study. *Diabetologia*. 2011;54(1):87-92.
38. Timmermans SH, Mommers M, Gubbels JS, Kremers SPJ, Stafleu A, Stehouwer CDA, et al. Maternal smoking during pregnancy and childhood overweight and fat distribution: the KOALA Birth cohort study. *Pediatric Obesity*. 2013;9:14-25.
39. Durmus B, Heppel DHM, Taal HR, Manniesing R, Raat H, Hofman A, et al. Parental smoking during pregnancy and total and abdominal fat distribution in school-age children: the Generation R Study. *Int J Obes*. 2014;38:966-72.
40. Leary SD, Smith GD, Rogers IS, Reilly JJ, Wells JCK, Ness AR. Smoking during pregnancy and offspring fat and lean mass in childhood. *Obesity*. 2006;14(12):2284-93.
41. Savage T, Derraik JGB, Miles HL, Mouat F, Hofman PL, Cutfield WS. Increasing maternal age is associated with taller stature and reduced abdominal fat in their children *PLoS One*. 2013;8(3).
42. Durmus B, Heppel DHM, Gishti O, Manniesing R, Abrahamse-Berkeveld M, Beek EMV, et al. General and abdominal fat outcomes in school-age children associated with infant breastfeeding patterns. *Am J Clin Nutr*. 2014;99:1351-8.
43. Stein CE, Fall CHD, Kumaran K, Osmond C, Cox V, Barker DJP. Fetal growth and coronary heart disease in South India. *The Lancet*. 1996;348:1269-73.
44. Druet C, Ong KK. Early childhood predictors of adult body composition *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2008;22(3):489-502.
45. Wells JCK, Chomtho S, Fewtrell MS. Programming of body composition by early growth and nutrition. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2007;66:423-34.
46. Wells JCK. The evolution of human fatness and susceptibility to obesity: an ethological approach. *Biol Rev*. 2006;81:183-205.
47. Frisch RE, McArthur JW. Menstrual cycles: fatness as a determinant of minimum weight for height necessary for their maintenance or onset. *Science*. 1974;185:949-51.
48. Garnett GP, Hogler W, Blades B, Baur LA, Peat J, Lee J, et al. Relation between hormones and body composition, including bone, in prepubertal children. *Am J Clin Nutr*. 2004;80:966-72.
49. Wells JCK, Treleaven P, Charoensiriwath S. Body shape by 3-D photonic scanning in Thai and UK adults: comparison if national sizing surveys. *Int J Obes*. 2012;36:148-54.

50. Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR. Prevalence of overweight and obesity in the United States, 1999-2004. *JAMA*. 2006;295(1549-1555).
51. Zanini RV, Santos IS, Gigante DP, Matijasevich A, Barros FC, Barros AJD. Body composition assessment using DXA in six-year-old children: the 2004 Pelotas Birth Cohort, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Cad Saude Publica*. 2014;30(10):2123-33.
52. Pouliot MC, Despres JP, Lemieux S, Moorjani S, Bouchard C, Tremblay A, et al. Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. *Am J Cardiol*. 1994;73(7):460-8.
53. Huxley R, Mendis S, Zheleznyakov E, Reddy S, Chan J. Body mass index, waist circumference and waist:hip ratio as predictors of cardiovascular risk - a review of the literature. *Eur J Clin Nutr*. 2010;64:16-22.
54. Brambilla P, Manzoni P, Sironi S, Simone P, Del Maschio A, di Natale B, et al. Peripheral and abdominal adiposity in childhood obesity. *Int J Relat Metab Disord*. 1994;18(12):795-800.
55. Wang J, Gallagher D, Thornton JC, Yu W, Horlick M, Pi-Sunyer FX. Validation of a 3-dimensional photonic scanner for the measurement of body volumes, dimensions, and percentage body fat. *Am J Clin Nutr*. 2006;83:809-16.
56. Wells JCK, Stocks J, Bonner R, Raywood E, Legg S, Lee S, et al. Acceptability, precision and accuracy of 3D photonic scanning for measurement of body shape in a multi-ethnic sample of children aged 5-11 years: The SLIC study. *PLoS One*. 2015;in press.

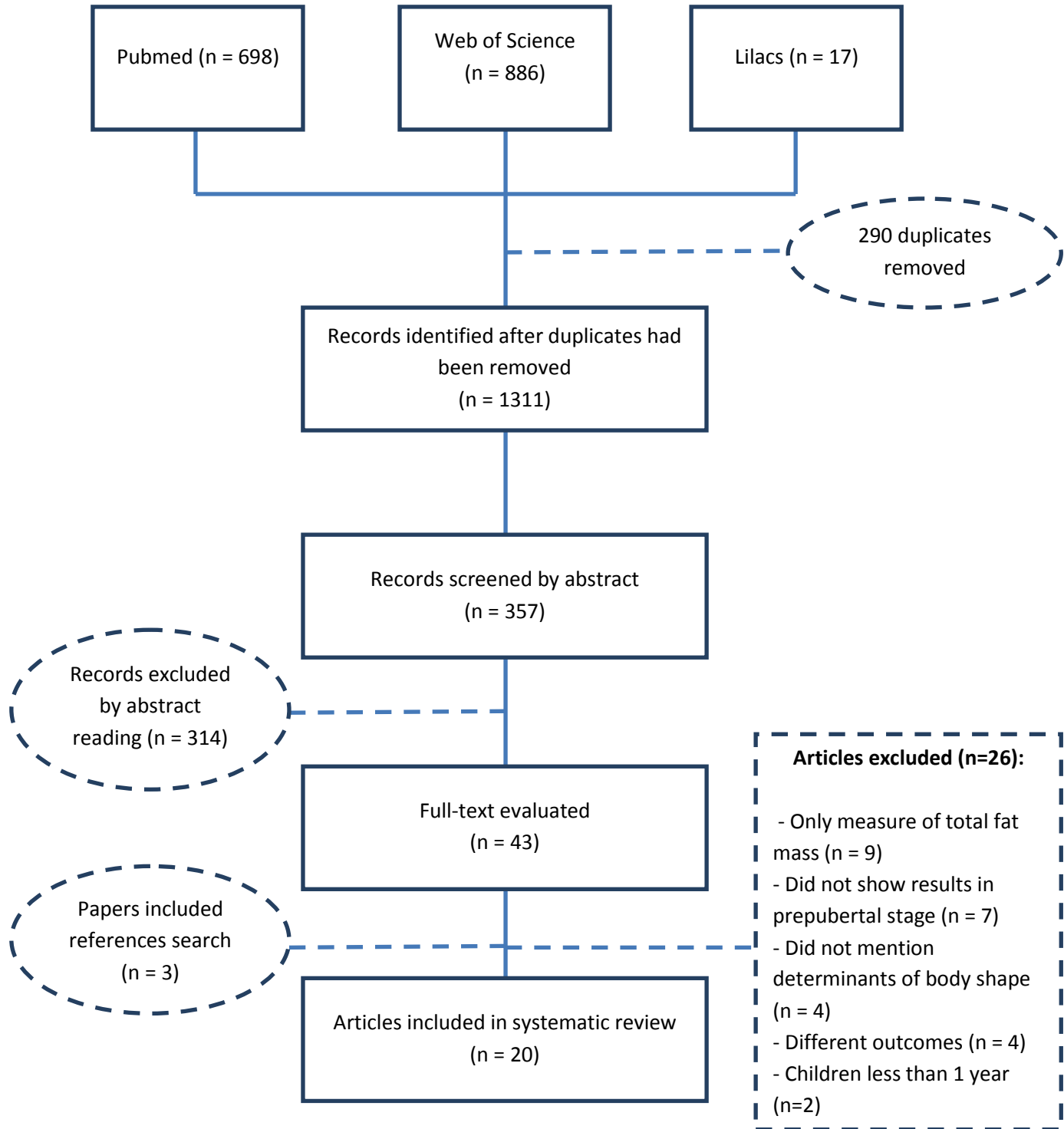


Figure 1. Diagram of the search strategy and selection of papers.

Table 1. Characteristic of the 22 papers included in the systematic review.

Category	Number of studies (%)
Year of publication	
Before 2000	1 (4.5)
2000 – 2005	6 (31.8)
2006 – 2010	5 (27.3)
After 2010	8 (36.4)
Income level^a	
High income economies	16 (81.8)
Upper-middle income economies	4 (18.2)
Lower-middle-income economies	0 (0.0)
Sample size	
<100	2 (9.1)
100 – 999	11 (54.5)
>999	7 (36.4)
Design	
Longitudinal	14 (68.2)
Cross-sectional	6 (31.8)
Assessment of body shape	
Body circumferences only	3 (13.6)
Skinfold Thickness only	2 (13.6)
DXA only	4 (22.7)
Body circumferences + skinfold thickness	3 (13.6)
Body circumferences + DXA	3 (13.6)
Skinfold thickness + DXA	1 (4.5)
Body circumferences + skinfold thickness + MRI ^b	1 (4.5)
DXA + (MRI ^b or Ultrasound)	3 (13.6)

^aAccording to World Bank ranking

^bMagnetic resonance image

Table 2. Summary of studies evaluating the relationship between sex and children's body shape.

1 st author (year), Country	Study design/N/age	Assessment of body shape	Exposure	Association (boys as reference)	Adjustment
Heude (2005), France	Cohort N=138, 5-11y	WC, HC, WHR, and skinfolts	Sex	++	Age and height
Psarra (2005), Greece	Cohort N=918, 6-12y	WC, WHR	Sex	++	---
Taylor (2010), New Zealand	Cross-sectional N=1009, 5-29y ^a	WC, WHR, DXA android & gynoid fat	Sex	++	---
Rogers (2006), UK	Cohort N=6086, 9-10y	DXA truncal fat, WC, WHR	Sex	--	Pregnancy, smoking, SES, maternal age, parity, puberty stage.
Staiano (2013), USA	Cross-sectional N=382, 5-18y ^b	DXA fat mass & MRI VAT and SAT	Sex	0	Age, total body fat, and ethnicity-gender interaction

^a Results presented only for children in pre-pubertal group

^b Results presented only for children in 5-9 years group

WC: waist circumference; HC: hip circumference; WHR: waist-hip ratio; DXA: dual energy X-ray absorptiometry; MRI: magnetic resonance imaging; VAT: visceral adipose tissue; SAT: subcutaneous adipose tissue

Table 3. Summary of studies evaluating the relationship between early life growth and children's body shape.

1 st author (year), Country	Study design/N/age	Assessment of body shape	Exposure	Association	Adjustment
Malina (1996), USA	Cross-sectional N=237, 7-12y	Skinfolds ratio	Birth size	--	Age and BMI
Garnett (2001), Australia	Cohort N=255, 7-8y	Abdominal fat %	Birth size	--	Age and gender, and mediated by weight at 7/8y
Walker (2002), Jamaica	Cohort N=306, 7 and 11 years	Skinfolds ratio	Birth size	--	Age, gender, pubertal status
Rogers (2006), UK	Cohort N=6086, 9-10y	DXA truncal fat, WC, WHR	Birth size	-- (only to WHR)	Pregnancy, smoking, SES, maternal age, parity, puberty stage.
Biosca (2011), Spain	Cross-sectional N=124, 6-10y	DXA trunk and abdominal fat	Birth size	--	Current height and weight
Sacco et. al. (2013), Brazil	Cross-sectional N=98, 5y	WC and neck circumference	Birth size	++	Breastfeeding, physical activity, and maternal age, obesity and education.
Ong (2000), UK	Cohort N=848, 5y	Waist circumference	Postnatal growth	++	Breast or bottle feeding
Cameron (2005), South Africa	Cohort N=330, 9y	Skinfolds, DXA fat	Stunting	0	Sex, age and SGA
Hoffman (2007), Brazil	Longitudinal N=50, 10y (baseline) – 13y (follow-up)	DXA truncal fat	Stunting	++	Gender, fat mass, pubertal stage.

DXA: dual energy X-ray absorptiometry; WC: waist circumference; WHR: waist-hip ratio;

Table 4. Summary of studies evaluating the relationship between maternal characteristics and children's body shape.

1st author (year), Country	Study design/N/age	Assessment of body shape	Exposure	Association	Adjustment
Heude (2005), France	Cohort N=138, 5-11y	WC, HC, WHR, and skinfolds	Parental obesity	++	Age and height
Leary (2006), UK	Cohort N=5689, 9y	DXA truncal fat	Smoking at pregnancy	0	Sex, age, height, total fat mass, early and social characteristics
Timmermans (2013), Netherlands	Cohort N=2698, 6-7y	WC, skinfold ratios.	Smoking at pregnancy	++	Maternal characteristics.
Durmus (2014), Netherlands	Cohort N=5243, 6y	DXA android & gynoid fat, and US visceral and subcutaneous abdominal fat.	Smoking at pregnancy	++ (only in girls)	Maternal characteristics, and children behaviour
Crume (2011), USA	Cohort N=461, 6-13y	WC, Skinfold thickness and MRI	Gestational diabetes	++	Ethnicity, pubertal stage, maternal and early characteristics.
Savage (2013), New Zealand	Cohort N=277, 3-10y	DXA abdominal fat	Maternal age at childbirth	--	Maternal and early characteristics.

WC: waist circumference; HC: hip circumference; WHR: waist-hip ratio; DXA: dual energy X-ray absorptiometry; US: ultrasound

Artigo 3 – Relationship among dietary
intake patterns from 1 to 4 years and their
association with BMI z-score and body
shape at 6 years

Relationship among dietary intake patterns from 1 to 4 years and their association with BMI z-score and body shape at 6 years

Leonardo P Santos¹

Ken K Ong²

Aluísio JD Barros¹

1 Post-graduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil

2 Medical Research Council (MRC) Epidemiology Unit, Institute of Metabolic Science, Cambridge, United Kingdom

Correspondence: Leonardo Pozza Santos

Institution: Postgraduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas, Brazil

Address: Rua Marechal Deodoro, 3th piso, Zip Code 96020-220

Job title: Ph.D. Student

Telephone: +555332841300

E-mail: leonardo_pozza@yahoo.com.br

Abstract

Objective: To assess the relationship among consumption of dietary intake patterns from 1 to 4 years of age and their association with BMI and body shape at age of 6 years.

Methods: Longitudinal study with 3370 children from 2004 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. The relationship among dietary intake patterns from 1 to 4 years was assessed using multiple logistic regression. After, multiple linear regression was used to evaluate the effect of dietary intake patterns at 1, 2 and 4 years on BMI and '*corpulence*', a composite estimate of body shape, at age 6 years.

Results: The logistic regression models showed that children who presented high intake of five dietary components identified at 1 year ('Milk', 'Staple', 'Meat and vegetables', 'Beverages' and 'Snack') presented higher odds of high intake of similar components at 2 years. In addition, high intake of *Staple*, *Beverages*, and *Snack* at 1 and 2 years predicted high intake of the similar components at 4 years. The effect of these dietary intake patterns on BMI and *corpulence* at 6 years were explained by socioeconomic and demographic characteristics. The dietary component labeled '*Snack*' (positive adherence to coffee, bread and cookie) was the only one which remained negatively associated with BMI and *corpulence* after adjustment for confounders.

Conclusion: Stability in children's dietary intake patterns were observed, despite the young age of our cohort. On the other hand, dietary intake patterns at 1, 2 and 4 years were more related with social characteristics than with BMI and body shape. More studies focusing in the role of energy intake and quality of diet on adiposity are needed.

Keywords: Diet; Food intake; Body Mass Index; Body shape

Introduction

Some Latin American countries have faced economic growth followed by nutrition transition in recent years (1, 2). In this process, a 'traditional' diet has been replaced by a more 'Westernized' diet, which impacted on obesity rates (2, 3). Recent estimates showed that in Latin America more than 20 million of children aged 0-19 years are overweight or obese, representing 20-25% of the overall children population (4). Specifically in Brazil, more than 1/3 of children are overweight or obese according to recent estimates (5).

Obesity status may be affected by the type of food consumed in childhood as well as by the interaction among food components (6, 7). However, it is a challenge measuring food and nutrient intake in childhood, and Principal Component Analysis (PCA) has emerged as a useful tool to assess dietary intake patterns, summarizing predominant models of consumption (8, 9). Some evidences have suggested that dietary intake patterns are stable since early ages, tracking from childhood to adulthood (10-12). However, the effect of dietary intake patterns on adiposity is quite inconsistent (13-15).

The majority of papers assessing the association between dietary intake patterns and adiposity were conducted in high-income countries and used BMI as the main outcome. BMI has inherent limitations and new alternatives to measure body composition and body shape have emerged (16, 17). For example, Three-Dimensional Photonic Scanner, a new alternative to measure body shape and size, has been used more recently, showing acceptable results in children and adults in comparison to anthropometric measurements (18, 19). This approach was used in the 6 year-old follow up of the 2004 Pelotas birth cohort study to describe the components of body shape and size (20).

Dietary intake patterns at 1, 2 and 4 years of children from the 2004 Pelotas birth cohort study have already been identified and described previously (21), but despite

similarities of dietary components at the three age-points, their inter-correlations and associations were never studied. As we have information about dietary intake patterns of children at infancy (1 and 2 years) and early childhood (4 years) as well as information about BMI and body shape at 6 years, we are in a very good position to study the relationship among dietary intake patterns from 1 to 4 years and the potential longitudinal effects of feeding practices on obesity status and body shape. Therefore, our objective is to assess the relationship among dietary intake patterns from 1 to 4 years and their association with BMI z-score and body shape at 6 years.

Methods

Subjects

Pelotas is a municipality with 330,000 inhabitants situated in southern Brazil. Currently, four birth cohort studies are being followed up at regular intervals (the 1982, 1993, 2004 and 2015 Pelotas birth cohort studies), including newborns from mothers residing in the city's urban area.

In 2004, 99.2% (4,231) of all babies born from mothers living in the urban area were recruited to take part of the 2004 Pelotas birth cohort study. In the first 24 hours after birth, the interviewers recruited and interviewed mothers, and evaluated the children at maternity hospitals. Information about family, mother, the current pregnancy and delivery were collected. Children were also followed at ages of 3 months, and 1, 2, 4 and 6 years, with follow-up rates of 95.7%, 94.2%, 93.4%, 91.8% and 90.2%, respectively. Details of all follow-ups were reported previously (22, 23). Research Ethic Committee of the Medical School from the Federal University of Pelotas approved all follow-up waves of the study;

each time the children's legal guardians gave their written informed consent to participate in the study.

Dietary intake

Children's food consumption at ages 1, 2 and 4 years were assessed by a questionnaire containing a list of foods consumed during the 24-hours prior to the interview applied to child's mother. This list of foods was constructed based on children's food consumption collected in a multicentre study conducted in Pelotas (WHO Multicentre Growth Reference Study in Brazil) (24). In this questionnaire, mothers were asked about whether each food item was consumed in meals or periods of the day (breakfast, morning, lunch, afternoon, dinner, evening and night). No information about the amount of food consumed was collected.

Dietary intake patterns at 1, 2 and 4 years were identified by Gatica *et al.* (21) using PCA. Dietary intake patterns derived by PCA are composed by dietary components that contain food items positively (positive loadings) or negatively (negative loadings) correlated among them. Specifically relevant for our study, dietary intake patterns at 1 and 2 years were composed by five dietary components: *Milks* (positive loadings to breast milk), *Staple* (positive loadings to rice and beans), *Meat & vegetables* (positive loadings to meats, vegetable and legumes), *Beverages* (positive loading to juice) and *Snack* (positive loading to coffee, bread and cookies). At 4 years, dietary intake patterns were slightly different from previous patterns, but they were also composed by five dietary components: *Milks* (positive loadings to cow's milk and chocolate powder), *Staple* (positive loadings to rice, beans and meat), *Treats* (positive loadings to crisps, sweets and chocolate), *Beverages* (positive loading to juice) and *Snack* (positive loadings to coffee, bread and cookies). Supplementary table 1

shows details about dietary intake patterns at the three age points, including all food items included in each dietary component.

Body mass index and body shape

The 6 year-old follow-up of the 2004 Pelotas birth cohort study occurred between 2010 and 2011 and followed-up 3722 children, 90.2% of the original sample. In this follow-up, weight was measured by a high precision scale (0.01 kg) linked to BodPod machine (Cosmed, Italy, <http://goo.gl/7jzflc>). Height was measured twice by trained field workers using a Harpenden metal stadiometer, with 1mm precision (Holtain, Crymych, UK). BMI was then calculated by dividing weight (kg) by height (m) squared and standardized using the WHO 2007 reference (25) for 3374 children who had available information about weight and height. The field workers who conducted anthropometric measures were standardized according to the Habitch criteria (26).

Body shape was assessed using TC² Three-Dimensional Photonic Scanner (North Carolina, USA; www.tc2.com). Two photonic scans were performed in each child, capturing 38 measurements among circumferences, lengths, volumes, and surface areas. If the difference in waist circumference was greater than 10mm a third scan was performed, and arithmetic mean of each measurement were calculated. Specially trained field workers carried out all photonic scans and the machine was calibrated in the beginning of each working day.

In our study, we defined body shape according to the components of body shape and size at 6 years described by Santos *et al.* (20). As the component called *corpulence* explained almost 70% of the variance in children's body shape and size, and was also high correlated with traditional anthropometric and body composition measures (Pearson's rho >

0.70), we used it as an indicator of children's body shape in this study. Summarily, *corpulence* is a novel component of children's body shape based on 3D Photonic Scanner measurements, which included measures of circumferences (waist, hip, seat, chest, abdomen, knee, calf and biceps circumferences), diameters (sagittal diameter, waist and abdomen width), and volumes (body volume and torso volume).

Socioeconomic and demographic information

Socioeconomic position (SEP) was measured according to the Brazilian National Wealth Index. Briefly, Brazilian National Wealth Index is an index based on assets and household head education according to Brazilian Demographic Census data (27). We also used information about maternal schooling (years of formal education), number of siblings, maternal age at birth, maternal smoking at pregnancy, maternal BMI three months after birth, and child's sex and skin colour. We decided to use mother's BMI collected three months after birth because there is high missing information in pre-gestational BMI, and mother's BMI three months after birth is highly correlated with pre-gestational BMI ($r=0.86$). Details about data collection of socioeconomic and demographic variables were reported previously (22).

Statistical analysis

We categorized the dietary intake components at 1, 2 and 4 years in tertiles of consumption, representing low (1st tertile), moderate (2nd tertile) and high consumption (3rd tertile), and a new binomial variable was created corresponding to high consumption vs. intermediate or low consumption. After, we run a multiple logistic regression model in order to assess if a child with high intake of a determined dietary intake component at previous

ages presented high intake of a similar component later. All the analyses were adjusted for socioeconomic position, parity, mother's age at birth, mother's BMI, smoking during pregnancy, and child's sex and skin colour.

Finally, the effect of dietary intake patterns at 1, 2 and 4 years on BMI z-score and body shape at 6 years was assessed using multiple linear regression adjusting for the same covariates used in the food tracking analysis. We used Variation Inflation Factor to assess multicollinearity among independent variables. All analyses were carried out using Stata 13.1 (Stata Corp., College Station, TX, USA).

Results

Characteristics of population

We included 3,374 children (51.5% boys) in the analysis for whom information about BMI was available. The mean weight was 24.957 Kg (+5.962) and the mean height was 1.21 m (+0.06). In addition, 36% of children were classified as overweight or obese according to BMI z-score.

Table 1 shows the characteristics of the children included in the study. Regarding SEP, 23% of children were in the first (poorest) quintile according to the Brazilian IEN, while 17% were classified in the last (richest) quintile. More than 50% of children have mothers with less than 8 years of formal education, and 17% have 3 or more siblings. Almost 10% of the children were born from teenage mothers and 10.8% were born from mothers who were older than 35 years at the time of birth. Furthermore, almost ¼ of mothers used to smoke at the time of pregnancy and more than 40% of mothers were overweight or obese three months after birth. Finally, 70% of children were white according to mother's report.

Association among dietary intake components from 1 to 4 years

In the association among dietary components from 1 to 4 years, we observed that high intake of *Milk* at 1 year increased the odds of high intake of *Milk* at 2 years (OR=9.21; CI95% 7.72;10.98). In addition, we observed that those children who presented high intake of *Staple, Meat and Vegetables, Beverages, and Snack* at 1 year, presented higher odds of high intake of a similar components at 2 years, despite the odds ratios have been lower than the observed in the association between *Milk* intake at 1 and 2 years (Table 2).

Similar results were observed in the association comparing dietary intake components at 1 and 4 years, and comparing dietary components at 2 and 4 years. High intake of *Staple, Beverages and Snack* at 1 and 2 years increased the odds of high intake of similar component at 4 years, independent of socioeconomic and demographic characteristics (Table 2).

Finally, it is important to highlight that high intake of *Milk* at 1 year and 2 years decreased the odds of high intake of *Milk* at 4 years. This result is due the fact of the dietary components called *Milk* at 1 and 2 years represent high intake of breast milk and low intake of cow's milk, while *Milk* at 4 years represents high intake of cow's milk and chocolate powder (Supplementary table 1).

Association between dietary intake patterns and BMI z-score and body shape at 6 years

As dietary intake patterns presented weak correlations among them and there are some differences in food items inside similar dietary components, making hard comparisons, we decided assess the association of dietary intake patterns with BMI z-score and body shape separately by each age-point.

Regarding BMI z-score, high intake of *Milks* ($\beta=-0.13$; CI95% -0.25;-0.01), *Staple* ($\beta=-0.18$; CI95%-0.30;-0.06) and *Snack* ($\beta=-0.26$; CI95% -0.38;-0.14) at 1 year was associated with lower BMI z-score at 6 years. On the other hand, high intake of *Meat and Vegetables* at 1 year was associated with higher BMI z-score at 6 years ($\beta=0.29$; CI95% 0.17;0.41). At age of 2 years, high intake of *Snack* was negatively associated with BMI z-score ($\beta=-0.33$; CI95% -0.45;-0.21), while high intake of *Meat and Vegetables* was positively associated with BMI z-score at age of 6 years ($\beta=0.15$; CI95% 0.03;0.28). Finally, high intake of *Staple* ($\beta=-0.16$; CI95% -0.28;-0.04), *Snack* ($\beta=-0.42$; CI95% -0.54;-0.30) and *Treats* ($\beta=-0.14$; CI95% -0.26;-0.02) at 4 years was associated with lower BMI z-score, while high intake of *Milks* ($\beta=0.21$; CI95% 0.09;0.33) was positively associated with BMI z-score at 6 years (data not shown).

The results for *corpulence* were very similar with those presented for BMI z-score. High intake of *Staple* ($\beta=-0.18$; CI95% -0.27;-0.09) and *Snack* ($\beta=-0.23$; CI95%-0.33;-0.14) at 1 year was negatively associated with *corpulence* at age of 6 years. However, high intake of *Meat and Vegetables* ($\beta=0.28$; CI95% 0.19;0.37) was positively associated with *corpulence*. At 2 years, only *Snack* (negatively) and *Meat and Vegetables* (positively) were associated with *corpulence* at 6 years. Finally, high intake of *Snack* ($\beta=-0.32$; CI95% -0.41;-0.23) and *Treats* ($\beta=-0.12$ -0.21;-0.03) and low intake of *Milks* at 4 years were associated with lower *corpulence* at 6 years (data not shown).

Nonetheless, after we had added socioeconomic, maternal and child's characteristics in the model, almost all effects disappeared. Only high intake of *Snack* remained negatively associated with BMI z-score (at 2 and 4 years) and *corpulence* (at 1, 2 and 4 years) at 6 years. In addition, high intake of *Meat and Vegetables* at 1 year ($\beta=0.10$; CI95% 0.01;0.19) and high intake of *Milks* at 4 years ($\beta=0.10$; CI95% 0.01;0.19) also remained positively associated with *corpulence* at 6 years. All the other dietary components of dietary intake

patterns at 1, 2 and 4 years were not associated with BMI z-score and *corpulence* (Tables 4 and 5).

Discussion

Previous investigations have demonstrated stability in dietary intake patterns over the ages (10-12). Northstone & Emmett (11) have found high correlations among dietary patterns from 3 to 9 years of age. Similarly, Lioret et al. (12) observed moderate correlations from infancy to pre-school age. In our study, from 15 possible correlations, only was classified as moderate (*'Milk'* at 1 and 2 years), all the other combinations presented low correlation. While those studies used Food Frequency Questionnaire (FFQ) to measure food consumption, we used a list of foods consumed in the previous 24-hours, and FFQ is better to measure food habit. However, despite these differences, we observed that high intake of a dietary component at previous ages were able to predict high intake of a similar dietary component later, suggesting a stability in dietary intake patterns even in very early ages.

Furthermore, our study showed that these same dietary patterns appear to be more related with socioeconomic and demographic characteristics than with BMI z-score and body shape at 6 years. In our results, only high intake of *Snack* was consistently associated with lower BMI z-score and *corpulence* at 6 years. Previous studies have demonstrated not consistent associations between dietary intake patterns and BMI and adiposity in children and adolescents (14, 15, 28, 29). Shroff *et al.* (14) identified four dietary patterns but only one was associated with adiposity. They observed that children with higher intake of *Snacking* pattern, characterised by high intake of 'high energy and low-nutrient-density foods', had higher annual gain in BMI z-score and subscapular:triceps skinfold thickness

ratio. The other three dietary intake components were not associated with adiposity measures after adjustment for potential confounders. In addition, a study conducted in Europe (15) also found four dietary intake patterns, but again only one was associated with overweight/obesity status. Finally, a study conducted in Scotland found no consistent association between BMI and three dietary patterns in school-aged children (28).

If researches are not consistent in showing association between dietary intake patterns and BMI and adiposity, several studies have demonstrated that dietary intake patterns in childhood are strongly associated with socioeconomic characteristics in both middle and high income countries (12, 21, 28, 30). In the 2004 Pelotas birth cohort study, *Snack* consumption was associated with lower SEP at 1, 2 and 4 years (21). At 6 years, a similar dietary component called '*Coffee and Bread*' was also associated with lower SEP in this cohort (unpublished). Therefore, since the strong linkage between SEP and a dietary intake component based on high consumption of coffee and bread, the association between *Snack* at 1, 2 and 4 years and BMI z-score and body shape seen in our study could be explained by some socioeconomic factors that might be associated with both *Snack* intake and BMI and body shape.

One important factor which may be associated with food intake patterns and BMI or body shape is food availability. Food availability has effect on children's food consumption (31, 32), possibly affecting BMI status, and were not included in our analytical model. This factor can be one residual confounder in the association between *Snack* and BMI and body shape.

We also found that high intake of *Milks* at 4 years was associated with higher *corpulence* at 6 years but not with BMI z-score. In a study conducted with a US cohort, the authors found that milk consumption was positively associated with BMI and weight-for-

height z-score (33). A possible explanation for this relationship can be attributed to high total calorie consumption caused by high intake of milk and dairy products (34). Furthermore, it is important to highlight that in our cohort children with high intake of *Milks* at 4 years were the same who presented lower intake of *Milks* at 1 and 2 years, characterised by high adherence to breastfeeding. This result indicates that breastfeeding and early weaning might be related to higher *corpulence* at 6 years. The protective effect of breastfeeding on obesity status in childhood is controversial (35), and more studies are needed to clarify the association and the mechanisms involved in the relationship between breastfeeding/early weaning and BMI and adiposity in childhood.

A strength of our study is the regular examination of food consumption, allowing a regular description of dietary intake patterns through the infancy and early childhood. The high retention rates (above 90%) in all follow-ups as well as regular data collection are important to minimize biases. A further strength is related to the outcomes, as our study did not focus solely on BMI, but also used a novel approach to classify children's body shape and size. It is important to use different methods to assess body shape and adiposity, since BMI does not distinguish fat mass and fat free mass, and their distribution.

On the other hand, our study has some limitations. Food consumption was recorded based on a 24-h record, which may not reflect children's feeding habit. In addition, the 24-h dietary recalls were applied to children's mothers, representing an indirect measure of child's food consumption, which may result in measurement error. Evidence shows that mothers can overestimate total energy intake of children (36).

In conclusion, our study added evidence that there is stability in children dietary intake patterns, even in very early ages, since children with high intake of a determined component presented higher odds of high intake of a similar component later. On the other hand, visible associations of dietary intake patterns at infancy and early childhood with BMI

z-score and body shape at 6 years were explained by socioeconomic and demographic characteristics, corroborating with previous studies showing that dietary intake patterns are more related with social characteristics than adiposity. Additional studies focusing not solely on dietary intake patterns, but also on energy intake and quality of diet are needed to better understand the role of early feeding habits on BMI and distribution of body fat in childhood.

References

1. Popkin B. The nutrition transition and obesity in the developing world. *J Nutr* 2001;131:871S-3S.
2. Popkin B, Adair L, Ng S. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutrition Reviews*. 2012;70(1):3-21.
3. Bermudez O, Tucker K. Trends in dietary patterns of Latin American populations. *Cad Saude Publica*. 2003;19(1):S87-S99.
4. Rivera J, Cassio T, Pedraza L, Aburto T, Sánchez T, Martorell R. Childhood and adolescent overweight and obesity in Latin America: a systematic review. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2014;2:321-32.
5. Brasil. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. In: Ministério-do-Planejamento-Orçamento-e-Gestão, editor. Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2010. p. 130.
6. Jennings A, Welch A, van Sluijs E, Griffin S, Cassidy A. Diet quality is independently associated with weight status in children aged 9-10 years. *J Nutr*. 2011;141:453-9.
7. O'Connor L, Brage S, Griffin S, Wareham N, Forouhi N. The cross-sectional association between snacking behaviour and measures of adiposity: the Fenland Study, UK. *British Journal of Nutrition*. 2015;114(8):1286-93.
8. Hu F. Dietary patterns analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol*. 2002;13:3-9.
9. Varraso R, Garcia-Aymerich J, Monier F. Assessment of dietary patterns in nutritional epidemiology: principal components analysis compared with confirmatory factor analysis. *Am J Clin Nutrition*. 2012;96:1079-92.
10. Mikkila V, Rasanen L, Raitakari O, Pietinen P, Viikari J. Consistent dietary patterns identified from childhood to adulthood: The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *British Journal of Nutrition*. 2005;93(6):923-31.
11. Northstone K, Emmett P. Are dietary patterns stable throughout early and mid-childhood? A birth cohort study. *British Journal of Nutrition*. 2008;100(5):1069-76.
12. Lioret S, Betoko A, Forhan A, Charles M, Heude B, Lauzon-Guillain B. Dietary patterns track from infancy to pre-school age: Cross-sectional and longitudinal perspectives. *J Nutr*. 2015;145(4):775-82.
13. Cutler G, Flood A, Hannan P, Slavin J, Neumark-Sztainer D. Association between major patterns of dietary intake and weight status in adolescents. *British Journal of Nutrition*. 2012;108:349-56.
14. Shroff M, Perng W, Baylin A, Mora-Plazas M, Marin C, Villamor E. Adherence to a snacking dietary pattern and soda intake are related to the development of adiposity: a prospective study in school-age children. *Public Health Nutrition*. 2013;17(7):1507-13.

15. Pala V, Lissner L, Hebestreit A, Lanfer A, Sieri S, Siani A, et al. Dietary patterns and longitudinal change in body mass in European children: a follow-up study on the IDEFICS multicenter cohort. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67:1042-9.
16. Fields D, Goran M, McCrory M. Body-composition assessment via air-displacement plethysmography in adults and children: a review. *Am J Clin Nutrition.* 2002;75:453-67.
17. Wells J, Haroun D, Williams J, Wilson C, Darch T, Viner R, et al. Evaluation of DXA against the four-component model of body composition in obese children and adolescents aged 5-21 years. *Int J Obes.* 2010;34(4):649-55.
18. Wang J, Gallagher D, Thornton J, Yu W, Horlick M, Pi-Sunyer X. Validation of a 3-dimensional photonic scanner for the measurement of body volumes, dimensions, and percentage of body fat. *Am J Clin Nutrition.* 2006;83:809-16.
19. Wells J, Stocks J, Bonner R, Raywood E, Legg S, Lee S, et al. Acceptability, precision and accuracy of 3D Photonic Scanning for measurement of body shape in a multi-ethnic sample of children aged 5-11 years: The SLIC study. *Plos One.* 2015;10(4):e0124193.
20. Santos L, Ong K, Day F, Wells J, Matijasevich A, Santos I, et al. Body shape and size in 6-year old children: assessment by three-dimensional photonic scanning. *International Journal of Obesity.* 2016;in press.
21. Gatica G, Barros AJ, Madruga S, Matijasevich A, Santos IS. Food intake profiles of children aged 12, 24 and 48 months from the 2004 Pelotas (Brazil) birth cohort: an exploratory analysis using principal components. *Int J Behav Nutr Phys Act.* [Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2012;9:43.
22. Barros AJD, Santos IS, Victora CG, Albernaz EP, Domingues MR, Timm IK, et al. The 2004 Pelotas birth cohort: methods and description. *Rev Saude Publica.* 2006;40(3):402-13.
23. Santos IS, Barros AJ, Matijasevich A, Zanini R, Chrestani Cesar MA, Camargo-Figuera FA, et al. Cohort profile update: 2004 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. Body composition, mental health and genetic assessment at the 6 years follow-up. *Int J Epidemiol.* [Research Support, Non-U.S. Gov't]. 2014 Oct;43(5):1437-a-f.
24. Araujo CL, Albernaz EP, Tomasi E, Victora CG. Implementation of the WHO Multicentre Growth Reference Study in Brazil. *Food and Nutrition Bulletin.* 2004;25(1):S53-S8.
25. de Onis M. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization.* 2007;85(09):660-7.
26. Habitch JP. Standardization of quantitative epidemiological methods in the field. *Bol Oficina Sanit Panam.* 1974;76(5):375-84.
27. Barros AJD, Victora CG. A nationwide wealth score based on the 2000 Brazilian demographic census. *Rev Saude Publica.* 2005;39(4):523-9.
28. Craig L, McNeill G, Macdiarmid J, Masson L, Holmes B. Dietary patterns of school-age children in Scotland: association with socio-economic indicators, physical activity and obesity. *British Journal of Nutrition.* 2010;103:319-34.
29. Smith A, Emmett P, Newby P, Northstone K. Dietary patterns and changes in body composition in children between 9 and 11 years. *Food & Nutrition Research.* 2014;58.
30. Smithers L, Brazionis L, Golley R, Mittinty M, Northstone K, Emmett P, et al. Associations between dietary patterns at 6 and 15 months of age and sociodemographic factors. *Eur J Clin Nutr.* 2012;66:658-66.
31. Wyse R, Campbell E, Nathan N, Wolfenden L. Associations between characteristics of the home food environment and fruit and vegetable intake in preschool children: A cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2011;11:938-47.
32. Harris T, Ramsey M. Paternal modeling, household availability, and paternal intake as predictors of fruit, vegetable, and sweetened beverages consumption among African American children. *Appetite.* 2015;85:171-7.
33. DeBoer M, Agard H, Scharf R. Milk intake, height and body mass index in preschool children. *Arch Dis Child.* 2015;100:460-5.

34. Berkey C, Rockett H, Willet W, Colditz G. Milk, dairy fat, dietary calcium, and weight gain: a longitudinal study of adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2005;159(6):543-50.
35. Lefebvre C, John R. The effect of breastfeeding on childhood overweight and obesity: a systematic review of literature. *J Am Assoc Nurse Pract.* 2014;26(7):386-401.
36. Burrows T, Truby H, Morgan P, Callister R, Davies P, Collins C. A comparison and validation of child versus parent reporting of children's energy intake using food frequency questionnaire versus food records: who's an accurate reporter? *Clin Nutr.* 2013;32(4):613-8.

Table and figures

Table 1. Sample characteristics according to independent variables (Number of participants and percentage). Pelotas 2004 birth cohort study.

Variables	N	%
SEP (quintiles)		
1 st (lower)	763	22.7
2 nd	718	21.4
3 rd	763	22.7
4 th	555	16.5
5 th (higher)	561	16.7
Maternal schooling (years)		
0-4	505	15.1
5-8	1403	42.0
9 or more	1436	42.9
Number of siblings		
0	1345	39.9
1	895	26.5
2	546	16.2
3 or more	587	17.4
Maternal smoking at pregnancy		
Yes	824	25.1
No	2464	74.9
Maternal BMI 3 months after birth		
Normal	1875	56.9
Overweight	932	28.3
Obese	489	14.8
Maternal age at birth (years)		
18-35	2687	79.7
<18	323	9.6
>35	363	10.8
Children's sex		
Male	1739	51.5
Female	1635	48.5
Children's skin colour		
White	2249	71.4
Brown	487	15.5
Black	414	13.1
BMI at 6 years (z-score)		
Normal	2016	65.0
Overweight	555	17.9
Obese	533	17.2

SEP = Socioeconomic position; BMI = Body mass index

Table 2. Logistic regression between dietary intake components at 1 year and similar dietary components at 2 years, dietary intake components at 1 year and similar dietary components at 4 years, and dietary intake components at 2 year and similar dietary components at 4 years. 2004 Pelotas birth cohort, Brazil.

	Crude model		Adjusted model*	
	OR (CI 95%)	p-value	OR (CI 95%)	p-value
Dietary components at 1y			Dietary components at 2y	
<i>Milk</i>			<i>Milk</i>	
High intake	9.31 (7.9;10.9)	<0.001	9.21 (7.72;10.98)	<0.001
<i>Staple</i>			<i>Staple</i>	
High intake	1.61 (1.40;1.86)	<0.001	1.59 (1.35;1.86)	<0.001
<i>Meat and vegetables</i>			<i>Meat and vegetables</i>	
High intake	1.94 (1.69;2.24)	<0.001	1.70 (1.45;2.00)	<0.001
<i>Beverages</i>			<i>Beverages</i>	
High intake	2.01 (1.74;2.31)	<0.001	1.93 (1.65;2.27)	<0.001
<i>Snack</i>			<i>Snack</i>	
High intake	2.41 (2.08;2.78)	<0.001	1.86 (1.57;2.20)	<0.001
Dietary components at 1y			Dietary components at 4y	
<i>Milk</i>			<i>Milk</i>	
High intake	0.63 (0.54;0.73)	<0.001	0.62 (0.52;0.73)	<0.001
<i>Staple</i>			<i>Staple</i>	
High intake	1.26 (1.09;1.46)	0.002	1.15 (0.97;1.35)	0.101
<i>Meat and vegetables</i>			<i>Treats</i>	
High intake	0.68 (0.59;0.79)	<0.001	0.82 (0.69;0.98)	0.025
<i>Beverages</i>			<i>Beverages</i>	
High intake	1.25 (1.08;1.44)	0.003	1.22 (1.04;1.43)	0.015
<i>Snack</i>			<i>Snack</i>	
High intake	1.66 (1.44;1.92)	<0.001	1.28 (1.08;1.51)	0.005
Dietary components at 2y			Dietary components at 4y	
<i>Milk</i>			<i>Milk</i>	
High intake	0.56 (0.48;0.65)	<0.001	0.55 (0.47;0.66)	<0.001
<i>Staple</i>			<i>Staple</i>	
High intake	1.47 (1.27;1.70)	<0.001	1.42 (1.21;1.67)	<0.001
<i>Meat and vegetables</i>			<i>Treats</i>	
High intake	0.72 (0.62;0.84)	<0.001	0.78 (0.66;0.92)	0.003
<i>Beverages</i>			<i>Beverages</i>	
High intake	1.74 (1.51;2.01)	<0.001	1.75 (1.49;2.05)	<0.001
<i>Snack</i>			<i>Snack</i>	
High intake	2.71 (2.34;3.13)	<0.001	2.08 (1.75;2.46)	<0.001

* Adjusted for: socioeconomic position, parity, mother's age at birth, mother's BMI, smoking during pregnancy, and child's sex and skin colour

Table 3. Adjusted associations between dietary intake patterns at 1, 2 and 4 years and *body mass index* at 6y. 2004 Pelotas Birth Cohort, Brazil.

	1 year		2 years		4 years	
	β (CI 95%)	p-trend	β (CI 95%)	p-trend	β (CI 95%)	p-trend
Milk						
<i>Adjusted model*</i>		0.281		0.918		0.160
2 nd tertile	-0.03 (-0.15;0.10)		-0.03 (-0.15;0.09)		0.08 (-0.04;0.21)	
3 rd tertile	-0.07 (-0.19;0.05)		-0.01 (-0.13;0.12)		0.09 (-0.03;0.21)	
Staple						
<i>Adjusted model*</i>		0.501		0.368		0.280
2 nd tertile	-0.08 (-0.20;0.04)		0.04 (-0.08;0.16)		-0.06 (-0.18;0.06)	
3 rd tertile	-0.04 (-0.17;0.08)		0.06 (-0.07;0.18)		-0.07 (-0.19;0.06)	
Meat and vegetables (1 & 2y)						
<i>Adjusted model*</i>		0.167		0.146	Treats (4y)	
2 nd tertile	0.06 (-0.06;0.18)		0.04 (-0.08;0.15)		-0.07 (-0.20;0.05)	
3 rd tertile	0.09 (-0.04;0.21)		0.09 (-0.03;0.21)		-0.06 (-0.18;0.06)	
Beverages						
<i>Adjusted model*</i>		0.220		0.574		0.451
2 nd tertile	-0.01 (-0.12;0.12)		-0.04 (-0.17;0.08)		0.10 (-0.02;0.22)	
3 rd tertile	0.08 (-0.05;0.20)		-0.03 (-0.15;0.09)		0.05 (-0.08;0.17)	
Snack						
<i>Adjusted model*</i>		0.083		0.019		0.001
2 nd tertile	-0.03 (-0.15;0.10)		-0.13 (-0.26;-0.01)		-0.09 (-0.22;0.03)	
3 rd tertile	-0.11 (-0.23;0.01)		-0.15 (-0.28;-0.02)		-0.23 (-0.36;-0.10)	

* Adjusted for: socioeconomic position, parity, mother's age at birth, mother's BMI, smoking during pregnancy, and child's sex and skin colour

Table 4. Adjusted associations between dietary intake patterns at 1, 2 and 4 years and *corpulence* at 6 years. 2004 Pelotas Birth Cohort, Brazil.

	1 year		2 years		4 years	
	β (CI 95%)	p-trend	β (CI 95%)	p-trend	β (CI 95%)	p-trend
Milk						
<i>Adjusted model*</i>		0.530		0.461		0.035
2 nd tertile	-0.03 (-0.12;0.07)		-0.02 (-0.11;0.07)		0.07 (-0.02;0.17)	
3 rd tertile	-0.03 (-0.12;0.06)		-0.04 (-0.13;0.06)		0.10 (0.01;0.19)	
Staple						
<i>Adjusted model*</i>		0.109		0.498		0.971
2 nd tertile	-0.09 (-0.18;0.00)		-0.01 (-0.10;0.08)		-0.02 (-0.11;0.07)	
3 rd tertile	-0.08 (-0.17;0.02)		0.03 (-0.06;0.12)		0.00 (-0.09;0.09)	
Meat and vegetables				Treats		
<i>Adjusted model*</i>		0.035		0.058		0.444
2 nd tertile	0.08 (-0.01;0.17)		0.04 (-0.05;0.13)		0.01 (-0.09;0.10)	
3 rd tertile	0.10 (0.01;0.19)		0.09 (-0.01;0.18)		-0.04 (-0.13;0.06)	
Beverages						
<i>Adjusted model*</i>		0.273		0.902		0.153
2 nd tertile	0.04 (-0.05;0.13)		-0.05 (-0.15;0.04)		0.07 (-0.02;0.16)	
3 rd tertile	0.05 (-0.04;0.14)		0.01 (-0.09;0.10)		0.07 (-0.03;0.16)	
Snack						
<i>Adjusted model*</i>		0.039		0.012		0.002
2 nd tertile	-0.00 (-0.09;0.09)		-0.07 (-0.17;0.02)		-0.09 (-0.18;0.01)	
3 rd tertile	-0.10 (-0.19;-0.01)		-0.12 (-0.22;-0.03)		-0.15 (-0.25;-0.06)	

* Adjusted for: socioeconomic position, parity, mother's age at birth, mother's BMI, smoking during pregnancy, and child's sex and skin colour

Supplementary table. Components of food intake profiles at 1, 2 and 4 years of children from the Pelotas birth cohort, 2004.

Dietary components	Food item	Loading	% Variance
Dietary intake patterns at 1 year			
1. Milks	Breast milk	0.68	11.2
	Cow's milk	-0.70	
2. Staple	Rice	0.65	11.1
	Beans	0.55	
	Pasta	-0.40	
3. Meat and vegetables	Meat	0.68	9.1
	Vegetable/legumes	0.50	
	Potato/cassava	0.36	
4. Beverages	Juice	0.66	8.6
	Water/tea	-0.72	
5. Snack	Coffee	0.53	8.4
	Bread/cookies	0.63	
	Fruits	-0.38	
Dietary intake patterns at 2 years			
1. Milks	Breast milk	0.65	9.5
	Cow's milk	-0.69	
2. Staple	Rice	0.67	10.8
	Beans	0.61	
	Pasta	-0.38	
3. Meat and vegetables	Meat	0.56	8.0
	Vegetable/legumes	0.54	
	Potato/cassava	0.38	
	Fruits	0.46	
4. Beverages	Juice	0.68	8.4
	Water/tea	-0.71	
5. Snack	Coffee	0.58	9.1
	Bread/cookies	0.58	
	Yogurt	-0.45	
Dietary intake patterns at 4 years			
1. Milks	Cow's milk	0.64	9.2
	Chocolate Milk	0.62	
2. Staple	Rice	0.62	9.4
	Beans	0.50	
	Meat	0.42	
3. Beverages	Juice	0.71	7.2
	Soft drinks	-0.52	
4. Snack	Coffee	0.46	7.6
	Bread/cookies	0.35	
	Water/tea	0.34	
	Yogurt	-0.42	
	Soft drinks	-0.39	
5. Treats	Chips	0.58	7.1
	Sweets	0.57	
	Chocolate	0.43	

Comunicado à imprensa

Forma corporal de crianças de uma coorte de nascimentos

Nos últimos anos, pesquisas têm mostrado que, juntamente com o aumento dos níveis de obesidade geral em adultos e crianças, comumente medido pelo Índice de Massa Corporal (IMC), há um aumento do excesso de gordura na região abdominal, também conhecida como região central ou forma corporal androide.

O excesso de gordura localizado na região abdominal, geralmente medido através de circunferências, como a circunferência da cintura e do quadril, é mais comum em homens e representa um maior risco para determinados tipos de doenças, como hipertensão arterial e diabetes tipo 2, por exemplo. Já as mulheres costumam ter gordura mais concentrada na região dos quadris e coxas (forma corporal ginecoide), representando menor risco para a saúde.



Forma corporal androide (à esq.) e ginecoide (à dir.)

Uma pesquisa realizada pelo Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas em parceria com a Universidade de Cambridge (Inglaterra) avaliou a forma corporal de crianças, indo além das simples medidas de circunferência da cintura e do quadril ou do tradicional IMC. Os autores utilizaram medidas calculadas por um equipamento chamado '*Three-Dimensional Photonic Scanner*', que capta imagens tridimensionais do corpo e calcula uma série de medidas capazes de detalhar diferentes dimensões da forma corporal dos indivíduos. O estudo foi conduzido pelo doutorando Leonardo Pozza dos Santos, sob orientação dos professores Alúcio Barros, do Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da UFPel, e Ken Ong, da Universidade de Cambridge.

A primeira parte do estudo identificou quatro componentes da forma corporal de 3400 crianças participantes da coorte de nascimentos de 2004. No entanto, os autores verificaram que somente um desses quatro componentes foi captado também por medidas tradicionais de antropometria (IMC, circunferência da cintura e quadril, etc.) e de composição corporal (percentual de massa gorda e massa magra). Os demais componentes identificados não apresentaram relação nenhuma com essas medidas, que são amplamente utilizadas na prática clínica para avaliação da obesidade de indivíduos e populações. Esse resultado é importante, pois indica que a forma tradicional como a obesidade é avaliada pode não estar capturando as diferentes dimensões da forma corporal das crianças. Além disso, o estudo verificou também que mesmo aos 6 anos, período anterior às mudanças hormonais ocorridas na adolescência, meninos já apresentam uma forma corporal mais central do que as meninas.

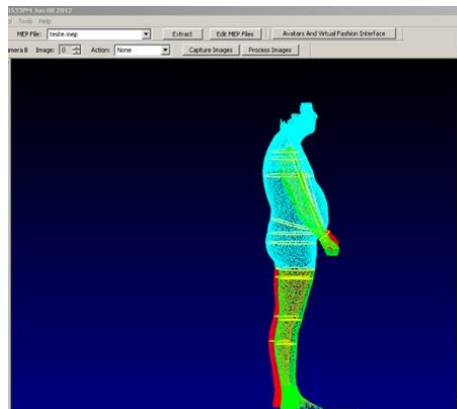
A segunda parte do estudo focou nos determinantes precoces da forma corporal das crianças. Os resultados mostraram que, além do sexo, o que determina uma forma corporal mais centralizada é o crescimento intrauterino inadequado, representado pelo baixo peso ao nascer, bem como o rápido ganho de peso do nascimento aos dois anos de vida. Por outro lado, o tipo de alimentação consumida na infância (1 a 4 anos) esteve mais associado a questões socioeconômicas do que a forma corporal propriamente dita.

Esses resultados reforçam a importância de um pré-natal apropriado, de modo que a criança nasça com peso adequado, além de um controle do ganho de peso nos primeiros anos de vida, evitando o acúmulo de tecido adiposo na região central. Ademais, homens precisam estar atentos à concentração de gordura na região do abdômen desde cedo, para evitar possíveis problemas de saúde no futuro. Por fim, é importante que órgãos competentes levem em conta esses determinantes na elaboração de políticas de prevenção e combate à obesidade abdominal.

Entendendo o *Three-Dimensional Photonic Scanner*

O *Three-Dimensional Photonic Scanner* é um aparelho óptico e computadorizado que gera uma imagem tridimensional do nosso corpo a partir de raios de luz emitidos dentro de uma câmara escura. Com base na imagem tridimensional gerada, o aparelho é capaz de calcular dezenas de medidas

antropométricas, como circunferência da cintura, do quadril, comprimento dos membros, entre outras, em apenas dez segundos. Criado inicialmente para ser utilizado na confecção de roupas, o *Three-Dimensional Photonic Scanner* tem sido utilizado recentemente no estudo da antropometria e da forma corporal em crianças e adultos. Trata-se de um método não invasivo e que não gera desconforto algum ao usuário.



Three-dimensional photonic scanner (à esq.) e imagem tridimensional gerada pelo aparelho (à dir.)

Anexos

Anexo 1. Relatório do trabalho de campo: acompanhamento 6-7 anos

Relatório

Trabalho de Campo



Relatório
Trabalho de Campo

Acompanhamento 6-7 anos

2010/2011

Autores

Paula Marco

Roberta Zanini

Colaboradores

Alan Knuth

Carlos Delgado

Eduardo

Castilhos Helen

Castillo

Maria Aurora

Chrestani Maria

Clara Restrepo

Sandra Petresco

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. OBJETIVOS.....	5
3. INSTRUMENTOS DE PESQUISA.....	7
3.1. <i>PDA (Personal Digital Assistants)</i>	7
3.2. <i>QUESTIONÁRIOS</i>	8
3.3. <i>BALANÇA / BIOIMPEDÂNCIA</i>	12
3.4. <i>ESTADIÔMETRO</i>	12
3.5. <i>FITA MÉTRICA INEXTENSÍVEL</i>	14
3.6. <i>BOD POD</i>	14
3.7. <i>PHOTONIC SCANNER</i>	15
3.8. <i>DXA</i>	16
3.9. <i>ACELERÔMETRO</i>	16
3.10. <i>PLICÔMETRO</i>	17
3.11. <i>COLETOR DE SALIVA</i>	18
3.12. <i>ESPIRÔMETRO</i>	19
3.13. <i>ESFIGMOMANÔMETRO DIGITAL</i>	20
4. MANUAL DE INSTRUÇÕES.....	21
5. SELEÇÕES E TREINAMENTOS.....	22
5.1. <i>OPERADORES DOS APARELHOS</i>	22
5.2. <i>ENTREVISTADORAS GERAIS</i>	23
5.3. <i>PSICÓLOGAS</i>	28
6. LOGÍSTICA DO TRABALHO DE CAMPO.....	29

6.1. COLETA DE DADOS.....	29
6.1.2. DOMICÍLIO.....	35
6.2. GERENCIAMENTO DOS DADOS.....	39
6.2.1. PDA	39
6.2.2. BODPOD	40
6.2.3. PHOTONIC SCANNER	40
6.2.4. DXA	41
6.2.5. ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA.....	41
6.3. CONTROLE DE QUALIDADE	42
7. SUB-ESTUDO DE HIDROMETRIA.....	43
8. PERDAS E RECUSAS.....	51
9. RECEITAS E DESPESAS.....	51
10. REFERÊNCIA	51
ANEXOS.....	51

1. INTRODUÇÃO

O estudo longitudinal “Coorte de Nascimentos de 2004” é coordenado pelos pesquisadores Dra. Iná S. Santos, Dra. Alicia Matijasevich e Dr. Aluisio J. D. Barros. Desde 2004, foram realizados cinco seguimentos (aos 3, 12, 24, 48 e 72-84 meses) com todos os participantes. O acompanhamento dos 72-84 meses (6-7 anos) foi realizado no período de 11 de outubro de 2010 a 06 de agosto de 2011. O Quadro 1 apresenta o número de crianças incluídas em cada acompanhamento. A taxa de acompanhamento em cada visita foi calculada dividindo-se o total obtido pela soma entre o número de entrevistas realizadas e o número de óbitos acumulados no período pelo número de nascidos vivos (4231).

Quadro 1. Descrição dos números relativos a cada acompanhamento realizado na Coorte de Nascimentos de 2004. Pelotas-RS.

Acompanhamentos	Perinata	3 meses	1 ano	2 anos	4 anos	6-7 anos
Entrevistas realizadas	4231	3985	3907	3869	3799	3721
Óbitos	*	66	82	88	94	95
Recusas (%)	32 (0,8)	26 (0,6)	26 (0,6)	40 (0,9)	51 (1,2)	27 (0,6)
Perdas (%)	*	154	216	234	287	388
Perdas + Recusas (%)	32 (0,8)	180	242	274	338	415
% Acompanhamento	99,2	95,7	94,3	93,5	92,0	90,2

A estruturação do acompanhamento dos 6-7 anos foi iniciada em abril de 2009 com reuniões quinzenais para o planejamento da logística do trabalho de campo e escolha dos instrumentos a serem utilizados. Em determinados momentos, um profissional era convidado para emitir parecer sobre alguma etapa específica do questionário ou tema a ser abordado no acompanhamento. Após o início da coleta de dados, a equipe de coordenação realizou reuniões semanais com a finalidade de discutir o andamento da pesquisa em relação à logística adotada, atualização do número de crianças acompanhadas, agendamentos, encaminhamento de eventuais dúvidas ou problemas sobre os aparelhos de

avaliação da composição corporal ou qualquer outro aspecto relacionado à clínica ou campo domiciliar.

A equipe de pesquisa deste acompanhamento foi composta pelos doutorandos, secretária, supervisores de campo, entrevistadoras, psicólogas, operadoras de equipamentos, técnicos em informática, auxiliares de pesquisa e bolsistas de iniciação científica, sob a orientação dos coordenadores do estudo. O presente relatório de trabalho de campo descreve a seguir todas as atividades desenvolvidas.

2. OBJETIVOS

O acompanhamento de 6-7 anos da Coorte de Nascimentos de Pelotas de 2004 teve como objetivos:

- 1) Avaliar e descrever as condições dos integrantes da Coorte de Nascimentos em Pelotas no ano de 2004, com idade próxima aos sete anos de idade, em relação a seu estado nutricional:
 - a) Padrões de alimentação, frequência alimentar e consumo de alimentos de alto conteúdo calórico
 - i) Será avaliado com especial cuidado o consumo de alimentos de alta concentração calórica, como refrigerantes, salgadinhos, doces e chocolates
 - b) Situação antropométrica
 - i) Medir peso e altura;
 - ii) Medir perímetros (cefálico, torácico, abdominal, braço, coxa);
 - iii) Medir volume de tronco e membros
 - c) Composição corporal
 - i) Medir a massa magra, massa gorda e conteúdo mineral-ósseo
 - d) Auto-avaliação de imagem e satisfação corporal
- 2) Estudar os determinantes de sobrepeso e de maior massa gorda aos 7 anos de idade
 - a) Determinantes precoces: como peso ao nascer, idade gestacional, ganho de peso no primeiro e no segundo anos de vida, duração da amamentação,

- idade de introdução de alimentos sólidos, nível econômico, entre outros
- b) Determinantes concorrentes (atuais): padrões alimentares, frequência a escola, atividade física, escolaridade dos pais, nível econômico, entre outros
- 3) Desenvolvimento infantil, mediante avaliação da saúde mental e função cognitiva através de medidas de:
- a) Inteligência
 - b) Desenvolvimento cognitivo, de expressão e interação social
 - c) Atenção
 - d) Desvios de comportamento, como agressividade, delinquência, ansiedade/depressão, etc.
- 4) Avaliar fatores ligados a problemas mentais como déficit de atenção, baixa performance cognitiva, agressividade
- a) Determinantes precoces: como peso ao nascer, idade gestacional, duração da amamentação, nível econômico, escolaridade dos pais, ingresso precoce em escola/creche, estimulação cognitiva, presença do pai nos primeiros dois anos de vida, entre outros
 - b) Determinantes concorrentes: frequência à escola, atividade física, estimulação cognitiva, ambiente doméstico, nível econômico, entre outros
- 5) Estudar interações gene-ambiente e seus efeitos, através da coleta de saliva.
- a) Verificar tanto os efeitos principais de variantes genéticas identificadas claramente como influenciando marcadores de crescimento
 - b) Analisar interações entre estes marcadores genéticos e fatores ambientais e seus efeitos no crescimento e desenvolvimento desde a infância até a vida adulta, em doenças crônicas frequentes e em saúde mental.

3. INSTRUMENTOS DE PESQUISA

3.1. PDA (Personal Digital Assistants)

O PDA é um computador de bolso com capacidade para armazenamento e processamento de dados. Com a utilização deste aparelho, houve a substituição

dos questionários impressos por uma versão digital. Para a elaboração e armazenamento do questionário no PDA foi utilizado o programa *Pendragon Forms*® 5.1., o qual possibilitou também a sincronização das informações contidas no PDA com o computador.

O processo de transição da versão impressa para a digital implicou em alterações no layout de formatação comumente utilizado na versão impressa, bem como no formato de apresentação de algumas perguntas. No entanto, seu uso tornou o processo de gerenciamento dos dados mais dinâmico, uma vez que foi possível suprimir a posterior digitação dos dados uma vez que as informações foram coletadas diretamente no banco de dados no momento da entrevista.



3.2. QUESTIONÁRIOS

As questões elaboradas para a pesquisa foram agrupadas em blocos e então, aplicadas à mãe ou a criança. Para aplicação das perguntas contidas nos blocos A a F, QFA, WOQOL, CTSPC e EDINBURGH utilizou-se o PDA, enquanto que DAWBA e CPT II foram aplicados diretamente em um computador. Entretanto, prevendo possíveis problemas técnicos com os aparelhos, uma versão impressa de todos os questionários foi preparada, exceto para o CPT II. Os questionários utilizados neste acompanhamento estão disponíveis em <http://www.epidemioufpel.org.br>

BLOCO A (*identificação*): composto por quatro questões na versão em papel, distribuídas em 11 telas do PDA. Incluiu a apresentação da entrevistadora,

identificação da criança, data e horário do início da entrevista e parentesco do respondente com a criança.

BLOCO B (*cuidado da criança*): composto por 50 questões na versão em papel, distribuídas em

170 telas do PDA. Abordou questões como número de moradores no domicílio, leitura infantil, atividade física e alfabetização.

BLOCO C (*saúde da criança*): composto por 74 questões na versão em papel, distribuídas em

144 telas do PDA. Continha perguntas relacionadas ao sono da criança, enfermidades, consultas médicas, medicações utilizadas e hospitalizações.

BLOCO D (*características da mãe, família e domicílio*): composto por 30 questões na versão em papel, distribuídas em 54 telas do PDA. Tratou de questões como trabalho materno, presença de companheiro, religião, fumo e renda familiar.

BLOCO E (*gastos com saúde*): composto por 21 questões na versão em papel, distribuídas em 32 telas do PDA. Abordou perguntas sobre plano de saúde e posse de bens domiciliares.

BLOCO F (*saúde materna*): composto por 34 questões na versão em papel, distribuídas em 78 telas do PDA. Este bloco incluiu questões sobre saúde reprodutiva da mãe e gestações.

QFA (*Questionário de Frequência Alimentar*): composto por 63 questões na versão em papel, distribuídas em 248 telas do PDA. Continha questões sobre consumo, frequência e quantidade de alimentos consumidos pela criança no último ano.

WHOQOL-BREF (*World Health Organization Quality of Life*): o instrumento original é composto por 26 perguntas com cinco opções de resposta que variam de

“ausente” até “muito presente”. Este questionário propõe-se a avaliar a qualidade de vida através de questões que abordam a saúde física, psicológica, relacionamentos sociais e o ambiente. Esta é uma versão reduzida do instrumento original. Adicionalmente, foram incluídas 2 questões sobre a identificação do respondente, totalizando 40 telas no PDA.

EDINBURGH (*Edinburgh Postnatal Depression Scale*): composto por 10 questões com quatro opções de resposta na versão em papel, distribuídas em 16 telas do PDA. Este instrumento é utilizado para avaliar a frequência (“ausente” até “diária”) de sintomas depressivos em mulheres no período pós-parto, referentes aos sete dias anteriores à entrevista.

CTSPC (*Parent-Child Conflict Tactics Scales*): composto por 18 questões na versão em papel, distribuídas em 36 telas do PDA. Este instrumento avalia a violência contra a criança através de perguntas que descrevem variadas formas de discipliná-la. Ao longo do questionário, as medidas “mais adequadas” são propositadamente intercaladas com as “mais inadequadas” e as “violentas”. O instrumento original é composto por 22 questões, no entanto, para este acompanhamento quatro questões foram excluídas por tratarem de violência severa, o que teria implicações éticas para o estudo, uma vez que sua identificação requereria notificação dos responsáveis às autoridades legais.

DAWBA (*Development and Well-Being Assessment for Children and Adolescents*): questionário dividido em duas partes: uma estruturada e outra aberta. Este instrumento propõe-se a fazer diagnósticos psiquiátricos segundo as classificações diagnósticas do *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* 4ª edição (DSM-IV) e da Classificação Internacional de Doenças (CID-10) em crianças e adolescentes de 5 a 17 anos de idade. O instrumento permite fazer o diagnóstico de Transtorno de Ansiedade de Separação, Fobia Específica, Fobia Social, Transtorno de Ansiedade Generalizada, Transtorno do Estresse Pós-Traumático, Transtorno do

Pânico e Agorafobia, Transtorno Obsessivo Compulsivo, Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade, Transtorno de Oposição e Desafio, Transtorno de

Conduta, Transtornos Alimentares (Anorexia nervosa, Bulimia nervosa, Transtorno de compulsão alimentar) e Transtorno de Tiques (Síndrome de *Tourette*, Tiques motores e Tiques vocais). Além disso, permite suspeitar de Transtorno Invasivo do desenvolvimento e Transtorno Afetivo Bipolar. O questionário *DAWBA* pode ser encontrado em duas versões: uma impressa, mais antiga e gratuita (até 2005) e uma *online*, com identidade e senha para cada criança entrevistada. Neste acompanhamento foi utilizada a versão atual *online* e os dados estão no site do *DAWBA* (www.dawba.com). Além disso, a versão *online* foi adaptada para uma versão em papel para ser utilizada nas visitas domiciliares e nos momentos em que a *internet* não estivesse disponível.

WISC (*Wechsler Intelligence Scale for Children*): Este teste avalia o Quociente de Inteligência (QI) da criança e é composto por 85 questões em versão impressa. Neste acompanhamento foram utilizados apenas os subtestes: completar figuras, semelhanças, aritmética e cubos.

CPT II (*Conners' Continuous Performance Test II*): Este instrumento avalia a atenção através de uma tarefa realizada no computador com duração de 14 minutos. Ao longo do teste, as letras do alfabeto surgem na tela com velocidades variadas e as crianças devem clicar a barra de espaços sempre que aparecer qualquer letra na tela, exceto o X. Dessa forma, o teste permite avaliar a agilidade (tempo entre o surgimento das letras e o clicar na barra de espaços), a impulsividade (capacidade de reprimir o impulso de clicar a barra de espaços quando surge o X), a atenção e a flexibilidade (capacidade de adaptar-se às variações de velocidades do teste). Além disso, auxilia na detecção de Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e distúrbios neurológicos.

CONTROLE DE QUALIDADE: questionário em papel, composto pela identificação da criança/mãe, local em que foi realizada a entrevista e 17 questões sobre o acompanhamento. Esta etapa do trabalho será descrita em detalhes na seção 6.3.

3.3. BALANÇA / BIOIMPEDÂNCIA

Para a aferição do peso foram utilizadas balanças digitais modelo *Tanita*[®] *BC-558 Ironman Segmental Body Composition Monitor*, com capacidade máxima de 150 Kg e precisão de 100 g. Além do peso da mãe biológica e da criança, foram também verificados na criança os percentuais de gordura corporal total, do tronco e membros.



3.4. ESTADIÔMETRO

Para aferição da altura foram utilizados dois modelos de estadiômetro. Na clínica utilizou-se o modelo portátil *Harpender*[®] com altura máxima de 2,06 m e precisão de 1 mm, enquanto no campo domiciliar adotou-se o modelo portátil *Altorexata*[®] com capacidade máxima de 2,13 m e precisão de 1 mm. Estes aparelhos permitiram mensurar, além da altura em pé da mãe biológica e da criança, a altura sentada (altura do tronco) da criança. Para a realização desta segunda medida na clínica, foi construído um assento com 55 cm de altura o qual foi acoplado ao estadiômetro. No campo domiciliar, essa medida foi realizada com o auxílio da própria plataforma do estadiômetro portátil apoiada sobre um móvel plano e firme.



3.5. FITA MÉTRICA INEXTENSÍVEL

Para aferição das circunferências braquial e abdominal foram utilizadas fitas métricas inextensíveis da marca *Cardiomed[®] Mabbis*, com comprimento total de 200 cm e precisão de 1 mm.



3.6. BOD POD

O *Bod Pod[®] Gold Standard – Body Composition Tracking System* é um pletismógrafo, o qual permite calcular o volume corporal através do deslocamento de ar. O valor da densidade corporal é obtido através da relação existente entre a massa corporal e o seu volume (estimado pelo deslocamento de ar numa câmara fechada). A massa corporal (em Kg) é obtida através de uma balança acoplada ao sistema, enquanto que o volume (em L) é mensurado pelo pletismógrafo.



3.7. PHOTONIC SCANNER

O *Photonic Scanner TC²*[®] pode capturar mapas em 3D altamente precisos da superfície corporal em até 10 segundos. O escaneamento, através de projeções de luz sobre o corpo, produz uma nuvem de pontos a partir da qual o computador extrai medidas de diversas dimensões corporais. Ele permite que o computador extraia automaticamente centenas de medidas em uma varredura, eliminando erros de medida e de registro.



3.8. DXA

O *Densitômetro Ósseo com Raio-X baseado em enCORE (modelo Lunar Prodigy – marca GE Healthcare[®])* avalia a composição corporal através do princípio de atenuação de raios X pelos diferentes tecidos corporais. Quando um feixe de raios X ultrapassa o indivíduo, a intensidade com que ele chega ao outro lado está relacionada com a espessura, densidade e composição química dos tecidos. A atenuação desses raios pelo osso, tecido magro e tecido gordo ocorre de forma diferente, refletindo suas densidades e composição química.



3.9. ACELERÔMETRO

O modelo de acelerômetro proposto inicialmente, *GENEA[®] (Gravity Estimator of Normal Everyday Activity)* coleta a aceleração (em gramas, com variação de $\pm 6g$) na forma tri axial (eixos x, y e z), com posicionamento de uso no pulso e à prova de água. O *GENEA[®]* registra a aceleração com uma frequência de 80 vezes por segundo e possui capacidade de memória de 0,5 Gb. Este modelo foi utilizado no acompanhamento até dezembro de 2010 quando um modelo semelhante, porém com algumas modificações, foi incorporado ao trabalho e gradativamente ocupou toda a coleta. Tratava-se do modelo *GENEActiv[®]*, o qual apresentava a

maioria das propriedades do modelo anterior, porém minimizava as falhas detectadas no *GENEA*[®], sendo estas: não eram ativados com facilidade, perdiam a carga durante o período de coleta e não executavam o *download* corretamente.



3.10. PLICÔMETRO

Para a realização das medidas de pregas cutâneas tricipital e subescapular da criança, foi utilizado o *Plicômetro – adipômetro científico Mitutoyo-Cescor*[®], com sensibilidade de 0,1 mm, amplitude de leitura de 88 mm e pressão de 10 g/mm².



3.11. COLETOR DESALIVA

Para a coleta de saliva, foi utilizado o modelo “DNA Oragene Genotek[®] – 250” O kit era composto por um frasco com tampa, onde encontravam-se os reagentes necessários para manter estável o DNA até a análise do material. Em um primeiro momento, era colocada embaixo do frasco uma etiqueta com a identificação da criança. Após a coleta, a tampa era encaixada no frasco, deslocado-a no sentido horário para que o lacre fosse rompido e os reagentes liberados. Eram realizados movimentos suaves para que os reagentes e a saliva fossem homogeneizados.

Após o fechamento, o frasco era envolvido por uma fita adesiva. Quando o procedimento era realizado na clínica, o frasco devidamente identificado e fechado, era colocado em um lote e armazenado. Para controlar a correta identificação destes frascos, as entrevistadoras dispunham de três etiquetas com o nome e o número da criança. Uma era colocada no frasco, a segunda em um caderno de controle e a terceira na folha de identificação do lote.

Todos os dias, os frascos de saliva eram conferidos com o caderno, por uma bolsista ou pela doutoranda, até completar aproximadamente 60 frascos para o fechamento do lote. Antes do lote ser lacrado, as etiquetas de identificação dos frascos eram conferidas com as etiquetas da folha de identificação do lote. Aos sábados, a doutoranda conferia todas as etiquetas do caderno com a folha de fluxo da semana para detectar possíveis erros de identificação ou ausência de crianças neste exame.

Quando a coleta era realizada no domicílio, as entrevistadoras faziam a identificação no momento da entrevista e entregavam as amostras no CPE com uma frequência de 3 vezes/semana para armazenamento no lote específico do campo domiciliar.



3.12. ESPIRÔMETRO

Para avaliar a função pulmonar foi utilizado o espirômetro portátil da companhia NDD (Suíça) modelo *EasyOne*[®]. Este aparelho era acompanhado de um conector e uma espirote (papelão ou plástica) e tinha capacidade para armazenar 400 exames, incluindo as três melhores manobras respiratórias.



Quando a entrevista era realizada no domicílio, cada entrevistadora levava o seu aparelho que continha a mesma programação daquele utilizado na clínica sendo necessário repassar os dados para o banco em outro momento. Na clínica, o exame era realizado com o espirômetro conectado a um computador, de modo que todas as informações eram armazenadas automaticamente no banco de dados. A calibração do aparelho era realizada diariamente sempre pela mesma pessoa, treinada para esta função.

3.13. ESFIGMOMANÔMETRO DIGITAL

A pressão arterial foi aferida através de um aparelho automático modelo HEM 742 da marca *Omron*. Este aparelho era composto por um monitor e uma braçadeira pequena, uma média e uma grande. A braçadeira pequena foi utilizada em crianças com até 23 cm de circunferência braquial e a média naquelas com a circunferência maior que este valor.

No aparelho digital HEM 742 a insuflação é automática e ocorre por meio de uma bomba elétrica. A deflação ocorre por meio de uma válvula ativa de liberação de pressão automática. Este aparelho está capacitado para medir pressões entre 0 e 299 mmHg, pode ser utilizado em pessoas com arritmias e foi validado clinicamente pela BHS (*British Hypertension Society*) e pela AAMI (*Association for the Advancement of Medical Instrumentation*).



4. MANUAL DE INSTRUÇÕES

Paralelamente à construção dos questionários, foram elaborados manuais de instruções para auxiliar entrevistadoras, psicólogas e operadores de aparelhos na execução do trabalho de campo. Os manuais referentes aos questionários continham instruções e simulações de respostas às possíveis dúvidas específicas de cada uma das questões. Além disso, traziam orientações gerais sobre material básico, rotina de trabalho, apresentação pessoal e postura, entre outras.

Os manuais utilizados neste acompanhamento encontram-se em anexo: ANEXO 1 (entrevistadoras gerais): *Manual de instruções do PDA, questionários, antropometria, espirometria, coleta de saliva e pressão arterial*; ANEXO 2 (operadores

dos aparelhos): *Manual de instruções dos aparelhos de composição corporal* e ANEXO 3
(psicólogas): *Manual de instruções dos testes DAWBA, CPT II, WISC e CTSPC.*

5. SELEÇÕES E TREINAMENTOS

5.1. OPERADORES DOS APARELHOS

Para o manejo dos aparelhos de composição corporal, o professor Dr. Jonathan Wells da Universidade de Londres ministrou um treinamento de três dias para os doutorandos integrantes das três Coortes de Nascimentos de Pelotas e professores envolvidos. Nesse treinamento foi abordada a calibração e manejo dos aparelhos, as medidas obtidas e possíveis soluções em casos de reparos e problemas de uso.

Após este breve treinamento, os doutorandos da Coorte de 2004 foram alocados em duplas responsáveis por cada um dos três aparelhos, desde sua calibração até interpretação dos testes. Essas duplas prepararam turnos de aprendizado dos aparelhos, onde diversos voluntários do Centro de Pesquisas Epidemiológicas (CPE) passaram por testes antes do início do trabalho de campo. Os doutorandos elaboraram manuais referentes à correta utilização da rotina de trabalho nos aparelhos, que foram empregados durante a coleta de dados e servirão de apoio aos próximos acompanhamentos das coortes de nascimento de Pelotas.

Inicialmente, os aparelhos de composição corporal foram manejados por uma operadora contratada e por dois doutorandos em regime de escala. No final de novembro de 2010, uma segunda operadora foi treinada e em fevereiro de 2011 foi recrutada uma terceira pessoa para desenvolver esse trabalho, em substituição aos doutorandos. O processo de treinamento foi realizado pelos próprios doutorandos e teve duração de aproximadamente duas semanas. Cada operadora foi capacitada para manejar os três aparelhos.

5.2. ENTREVISTADORAS GERAIS

O processo seletivo para a contratação das entrevistadoras foi divulgado por meio de cartazes distribuídos em Faculdades da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) e nos Campus I e II da Universidade Católica de Pelotas (UCPel). Além disso, foram chamadas para participar do treinamento algumas entrevistadoras que já trabalharam em outros estudos no CPE e possuíam boas referências.

Os pré-requisitos necessários para a inscrição foram:

- ✓ Sexo feminino;
- ✓ Ensino superior completo;
- ✓ Disponibilidade de tempointegral.

As candidatas interessadas em participar do estudo entregaram na secretaria do programa um currículo resumido juntamente com a ficha de inscrição. Os seguintes critérios foram avaliados:

- ✓ Experiência em trabalho de campo;
- ✓ Disponibilidade de 40 horas para participar do treinamento.

Durante o período do acompanhamento foram realizados três treinamentos para entrevistadora geral/antropometrista. O primeiro foi realizado nos meses de agosto e setembro de 2010; o segundo, em dezembro de 2010; e o último, em fevereiro de 2011; quando foram selecionadas 6, 7 e 7 candidatas, respectivamente, a fim de manter pelo menos 5 entrevistadoras trabalhando efetivamente na clínica e 5 no campo domiciliar.

Cabe destacar que o primeiro treinamento teve o objetivo de recrutar entrevistadoras para trabalhar na clínica, enquanto o segundo e terceiro, tiveram como prioridade selecioná-las para trabalhar no campo domiciliar. Conforme necessário, as candidatas selecionadas no 2º e 3º treinamentos poderiam ser transferidas para a clínica, por ordem de classificação.

Os treinamentos foram coordenados pelos doutorandos e pela secretária do estudo, com objetivo principal de explicar a pesquisa e a logística do trabalho a ser desenvolvido. Inicialmente, foi realizada a apresentação geral do estudo e ressaltada a seriedade e a importância de outros trabalhos já desenvolvidos pelo CPE. Na sequência, as candidatas tiveram o primeiro contato com o PDA e aprenderam algumas noções básicas sobre a utilização do aparelho.

Cada etapa da entrevista e respectivo manual de instruções foram apresentados por um grupo de doutorandos: Questionário Geral (Paula Marco e Alan Knuth); coleta de saliva, pressão arterial e espirometria (Maria Aurora Chrestani); e PDA (Maria Clara Restrepo e Eduardo Castilhos). Ao final de cada turno, as candidatas treinavam a aplicação das questões diretamente no PDA. No

penúltimo dia de treinamento foi realizada uma prova teórica sobre a correta aplicação das questões e situações de campo e, posteriormente, ocorreu a prova prática no Ambulatório da Faculdade de Medicina da UFPel. O objetivo desta parte do treinamento foi avaliar o desempenho das candidatas no manuseio do PDA e detectar possíveis erros referentes ao questionário e/ou manual de instruções. Os doutorandos ficaram responsáveis por acompanhar duas ou três candidatas durante a prova prática, não podendo interferir na entrevista.

Antropometria

Após a realização das provas, as entrevistadoras aprovadas passaram para o treinamento de antropometria. As medidas de interesse neste acompanhamento foram: peso e altura (mãe biológica e criança), altura sentada, circunferências abdominal e braquial, pregas cutâneas tricipital e subescapular e medidas de bioimpedância elétrica (criança).

O processo de treinamento e padronização das antropometristas foi coordenado por um grupo de doutorandos e uma profissional padrão-ouro em medidas de pregas cutâneas. O objetivo do treinamento foi ensinar e uniformizar as técnicas corretas de aferição dessas medidas.

Durante o treinamento teórico, as candidatas tiveram o primeiro contato com os instrumentos e receberam instruções sobre a correta tomada de medidas antropométricas. Em seguida, as candidatas foram submetidas a um treinamento prático com voluntários adultos, a fim de treinar as técnicas apresentadas.

A partir do segundo dia de treinamento, foi iniciado o processo de padronização das candidatas. Esta avaliação foi realizada em creches do município de Pelotas, com crianças de idade próxima a faixa etária de interesse. Devido ao reduzido tempo disponibilizado pelas creches, as candidatas foram divididas em dois grupos de trabalho, sendo um em cada turno. O período de cada padronização variou de 1 a 1,5 semanas.

Detalhes sobre o correto posicionamento dos indivíduos na balança e outros procedimentos necessários, foram orientados e avaliados durante o treinamento e encontram-se disponíveis na seção de manuais de instruções. A padronização das antropometristas foi estruturada com base no critério de erros

técnicos de medidas aceitáveis de Habitch (Habitch, 1974).

Na clínica, as medidas da criança foram realizadas por uma antropometrista fixa e uma entrevistadora. À exceção do peso e circunferência braquial, todas as outras medidas foram realizadas duplamente e, caso houvesse uma diferença maior que a aceitável, era realizada uma segunda tomada da medida discordante. Em consequência da logística do campo domiciliar, esse procedimento não foi possível, sendo realizada somente uma medida pela entrevistadora. O erro máximo aceitável para as medidas de altura em pé ou sentada, circunferência abdominal, circunferência braquial, dobra cutânea subescapular ou tricipital foi, respectivamente, de 0,7; 1,0; 0,5 e 1,2 cm.

Pressão arterial

A parte teórica do treinamento consistiu na apresentação de cada peça do aparelho, nas recomendações prévias necessárias para realizar as medidas da pressão arterial e no correto posicionamento do manguito no braço da criança. Também foi ensinado para as entrevistadoras emitirem um sinal de alerta no cartão da criança caso o segundo valor da medida da pressão arterial fosse superior ao ponto de corte descrito em uma tabela do manual de instruções.

Para a segunda parte do treinamento, foram dispostos um aparelho para cada duas entrevistadoras para que as mesmas realizassem medidas umas nas outras e em alguns voluntários. Estas medições foram supervisionadas pela doutoranda responsável pelo treinamento e as correções de posicionamento e leitura foram devidamente realizadas nesse momento.

Espirometria

Embora tenha sido chamada espirometria o procedimento para avaliar a função pulmonar das crianças integrantes da coorte de 2004, o exame realizado durante a pesquisa foi o peak-flow, uma avaliação parcial da função pulmonar. O peak-flow pode ser medido pelo mesmo aparelho da espirometria (espirômetro) e a sua realização é semelhante a da espirometria.

O treinamento para realizar o teste de função pulmonar ocorreu em dois dias e foi dividido em uma parte teórica e outra prática. No primeiro dia, as entrevistadoras tiveram uma aula com uma aluna egressa do PPGE e pneumologista, Adriana Muño que explicou a fisiologia da função pulmonar, a dinâmica do espirômetro e a forma de realizar a leitura para extração dos resultados do teste. Logo após, foi demonstrado como realizar o teste e quais as melhores abordagens para a criança.

A segunda parte do treinamento, a qual ocorreu na metade do primeiro dia e em todo o segundo dia, consistiu em cada entrevistadora realizar o teste em voluntários. O teste foi observado pelos supervisores, entre eles uma professora do PPGE e também pneumologista Dr. Ana Maria Baptista Menezes, desde a abordagem até a leitura do resultado fornecido pelo aparelho. A partir desta observação, foram repassados para a coordenação do trabalho de campo alguns nomes de entrevistadoras que melhor se saíram no treinamento.

Na metade do trabalho de campo, foi realizado novo treinamento para recrutar mais entrevistadoras. Este treinamento foi semelhante ao primeiro, exceto que ficou sob a responsabilidade de uma doutoranda do programa (Maria Aurora) e foi possível observar as entrevistadoras com as próprias crianças da coorte que estavam na clínica durante o treinamento prático.

Coleta de saliva

A coleta de saliva foi realizada com a finalidade de extração de material genético. O kit utilizado necessitava de 2 ml de saliva para que a coleta fosse considerada adequada.

Inicialmente, as entrevistadoras selecionadas para trabalhar na pesquisa foram ensinadas sobre as recomendações que deveriam ser fornecidas as crianças para a coleta da saliva. Após, foi realizada demonstração da coleta com uma voluntária e a responsável pelo treinamento, Isabel Oliveira, certificou-se de que todas as entrevistadoras haviam entendido a marca mínima da quantidade de saliva necessária.

Dessa mesma forma foi realizado novo treinamento para recrutamento de mais entrevistadoras na metade do trabalho de campo, mas sob a

responsabilidade da doutoranda do programa.

5.3. PSICÓLOGAS

Ao longo do acompanhamento foram realizados quatro treinamentos para recrutar psicólogas. O primeiro treinamento aconteceu em outubro de 2010; o segundo, em janeiro de 2011; o terceiro, em abril de 2011; e o quarto treinamento, em agosto de 2011. A seleção das psicólogas baseou-se no desempenho ao longo do treinamento, tendo em vista: interesse, participação, compreensão, habilidades, empatia, experiência prévia nos testes que seriam utilizados e facilidade de manejo com as crianças e mães. Durante o trabalho de campo, as psicólogas tiveram reuniões semanais para supervisão, momento em que eram tiradas as dúvidas e repetidas algumas explicações acerca dos diversos instrumentos do estudo, funcionando como um constante reforço do treinamento.

6. LOGÍSTICA DO TRABALHO DE CAMPO

6.1. COLETA DE DADOS

Neste acompanhamento a coleta de dados ocorreu no Centro de Pesquisas em Saúde Amilcar Gigante, em uma **clínica** especialmente montada para atender as crianças e mães integrantes da Coorte de Nascimentos de 2004. As visitas eram agendadas previamente através de contato telefônico. Na tentativa de buscar as crianças que não compareceram à clínica após várias tentativas de agendamento, foi iniciado um trabalho de campo paralelo, com uma equipe visitando os **domicílios**. No entanto, esta estratégia foi estendida até o final do acompanhamento com o intuito de acelerar o andamento da pesquisa e reduzir o tempo de permanência na clínica. CLÍNICA

Agendamentos

Inicialmente a clínica funcionava de segunda a sexta das 8 às 12 horas no turno da manhã e das 14 às 18 horas durante à tarde. Porém, com o andamento e adaptação da equipe ao trabalho, os horários foram estendidos e os sábados incluídos.

Todas as crianças e responsáveis eram convidados a comparecer na clínica mediante agendamento telefônico. Para isso, foi realizada uma atualização de cadastro por telefone e, quando a mãe ou outros contatos não eram encontrados, uma rastreadora de campo ia até a residência na tentativa de localizá-los ou coletar informações de mudança de endereço e telefone.

Até a adaptação da equipe e funcionamento do fluxo da visita à clínica, eram agendadas aproximadamente 3 crianças por turno, número que foi sendo ampliado até que se atingisse a capacidade máxima de aproximadamente 40 entrevistas por dia. O agendamento foi feito independentemente da ordem de nascimento das crianças, na tentativa de captar o mais prontamente possível as mães e crianças que estivessem disponíveis para o acompanhamento (ANEXO 4).

Fluxo durante a visita

cortes LAB. PARACITÓTIPO 1992. 1993. 2004	
Nome: [REDACTED]	
ID.: 510111-5	
Nasc.: 26/08/04	
Responsável: CARLA ROZANE	
BOCHECHO:	
Chegada:	Saida:
Altura:	Peso:
LOCAL: CLIN. <input type="checkbox"/> RESID. <input type="checkbox"/>	
Alertas	
PA:	Peso: IMC:

cortes LAB. PARACITÓTIPO 1992. 1993. 2004	
ID:	[Barcode]
* 5 1 0 1 1 1 - 5 *	
Nome:	[Barcode]
* [REDACTED] *	
[Grid of icons: Star, person, microscope, G, D, test tubes, etc.]	

Na chegada à clínica, a criança e seu responsável (prioritariamente a mãe) eram recepcionados pela supervisora. A criança então recebia um crachá de identificação para ser pendurado ao pescoço, contendo o nome e o número de identificação da criança, através do qual era feito o controle dos exames e entrevistas que deveriam ser realizados.

Em seguida era apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 5), momento no qual a entrevistadora explicava todos os procedimentos que seriam realizados e a mãe, concordando, assinava.

A dupla era então encaminhada ao vestiário para que a criança colocasse a roupa padronizada para a realização dos exames de composição corporal (*Bod Pod*, *DXA* e *Photonic Scanner*) e antropometria. Logo após, a criança realizava um bochecho com água para que no momento da coleta de saliva não houvesse resíduos de alimento na cavidade oral.

Conforme a disponibilidade no momento, a criança e mãe eram encaminhadas para uma das três possibilidades iniciais de fluxo: exames de composição corporal, entrevistas gerais ou testes psicológicos (ANEXO 6).

Após a realização da coleta de saliva, era oferecido um lanche para a criança na sala de recreação, onde ela também podia desenhar, brincar com diferentes jogos ou assistir televisão, sempre acompanhada de uma recreacionista.



Por fim, a supervisora de campo fazia o encerramento da visita, quando conferia se haviam sido realizados todos os procedimentos. Em caso negativo, era agendado um novo horário na clínica ou domicílio (de acordo com o procedimento faltante e/ou disponibilidade da mãe). Nesse momento era entregue o resultado impresso do *Dxa* (ANEXO 7); uma revista ilustrada (ANEXO 8) para a criança,

onde os personagens mostravam os procedimentos que ela havia realizado; um boletim informativo (ANEXO 9) contendo alguns resultados dos acompanhamentos anteriores; orientações sobre saúde bucal (ANEXO 10), além de uma ajuda de custo no valor de R\$ 40,00.

Antes de deixar a clínica, era colocado um acelerômetro no pulso da criança e dadas as instruções de uso para o responsável. Logo em seguida, era combinada a data e horário de busca do acelerômetro no domicílio, a ser realizado por auxiliares de pesquisa.

Em caso de exames de pressão arterial ou índice de massa corporal alterados (IMC- para-idade acima do percentil 97 e pressão arterial acima do maior percentil de altura-para- idade, um profissional médico ou nutricionista orientava o responsável para que comparecesse com a criança no ambulatório da Faculdade de Medicina ou no Serviço de Saúde mais próximo à sua residência.

O tempo de duração da visita à clínica foi de, em média, 3 horas e 5 minutos. Crianças agendadas para realizar o acompanhamento completo na clínica, tiveram um tempo médio de permanência na clínica de 3 horas e 36 minutos, variando de 1 hora e 15 minutos a 6 horas e 12 minutos. Para aquelas que realizaram entrevista domiciliar e foram agendadas somente para realização dos exames de composição corporal, o tempo médio na clínica foi de 2 horas e 9 minutos, variando entre 1 hora e 10 minutos e 4 horas e 3 minutos.

Semanalmente, era realizada reunião com a coordenadora e entrevistadoras gerais para acompanhamento do trabalho na clínica e esclarecimento de dúvidas relativas ao preenchimento dos questionários.

Acelerometria

O trabalho do dia iniciava por averiguar as crianças que de fato compareciam até a clínica e preparar os seus respectivos acelerômetros. Cada criança já saía da clínica com o acelerômetro no pulso. A rotina de utilização e recolhimento dos monitores está expressa no Quadro 2.

Quadro 2: Rotina de uso e recolhimento de acelerômetros. Coorte de Nascimentos de 2004. Acompanhamento 6-7anos. Pelotas-RS, 2011.

Segund	Terç	Quart	Quint	Sext	Sábad	Doming	Segund	Terça	Quart
C	Uso	Uso	Uso	Uso	Uso	Uso	BUSC		
	C	Uso	Uso	Uso	Uso	Uso	BUSC		
		C	Uso	Uso	Uso	Uso	BUSC		
			C	Uso	Uso	Uso	Uso	Uso	BUSC
				C	Uso	Uso	Uso	Uso	BUSC
					C	Uso	Uso	Uso	BUSC

C: colocação do acelerômetro

A mãe recebia rápidas informações sobre o aparelho e o que se propunha medir. Na sequência era avisada de que o acelerômetro deveria ser utilizado ininterruptamente, sem retirar nem mesmo para o banho. Logo em seguida, era combinada a data e horário de busca do monitor, a ser realizado por auxiliares de pesquisa (motociclistas). Cada mãe/responsável recebeu uma folha de instruções, com explicações gerais e um telefone de contato do supervisor do trabalho, para eventuais dúvidas.

Ao informar à mãe o dia de retorno do monitor e explicar que a equipe iria até a residência, a criança era abordada. Pediu-se que cuidassem dos aparelhos e que os utilizassem sempre, até mesmo na escola, durante o banho ou quando fossem brincar. Era solicitado que a criança fizesse um desenho ou escrevesse algo para identificar a mão dominante. Na sequência o monitor era colocado no pulso contrário àquele identificado. As situações em que o acelerômetro não foi colocado foram as seguintes:

- ✓ Crianças com necessidades especiais (físicas ou motoras)
- ✓ Residentes da zona rural com difícil acesso
- ✓ Recusas
- ✓ Crianças morando em outras cidades

A criança utilizava o monitor até o dia agendado para a busca. A amplitude de variação na utilização foi de 4 a 6 dias, descontando os dias de colocação e retorno. Todas as crianças utilizaram monitores em pelo menos um dia de fim de semana e dois ou mais dias de semana. Os dias indicados para o recolhimento dos monitores eram segundas e quartas-feiras. Sendo assim, cada motociclista

recebia uma planilha com os nomes, endereços e horários de cada criança. Após uma série de acelerômetros recuperados, os motociclistas entregavam os monitores na sala da acelerometria, para os devidos cuidados. O valor médio pago por cada busca foi de R\$ 4,00.

Ao retornarem os acelerômetros, imediatamente iniciava-se o processo de recarregamento dos aparelhos e, em seguida, o *download* dos dados coletados. Porém, somente no mês de julho de 2011 foi possível uma extensa varredura da qualidade dos dados coletados.

6.1.2. DOMICÍLIO

O trabalho de campo domiciliar teve início em janeiro de 2011, com o objetivo inicial de buscar as mães que não podiam ou não queriam comparecer na clínica. Em seguida, essa equipe iniciou uma nova estratégia com o intuito de acelerar o andamento da pesquisa, buscando também aquelas mães que ainda não haviam sido agendadas para comparecer à clínica mas tinham seus endereços atualizados no cadastro.

As entrevistadoras faziam contato com as mães diretamente no domicílio ou agendavam por telefone o melhor horário para a realização da entrevista em casa. Ao chegar no domicílio, a entrevistadora, devidamente uniformizada (camiseta do estudo) e portando crachá de identificação, fazia sua apresentação. Além disso, levava consigo todo o material necessário para a realização da entrevista, antropometria, coleta de saliva, espirometria e aferição da pressão arterial. Para o transporte do material, a equipe contou com a ajuda de “carregadores” contratados especialmente para essa função, os quais utilizavam mochilas e/ou “carrinhos de compras” (suporte com rodinhas) para esta tarefa. Os carregadores, devidamente identificados, acompanhavam as entrevistadoras até o domicílio, sendo porém orientados a permanecer do lado de fora da residência durante toda a entrevista.

Todos os procedimentos eram iniciados somente após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. No final, a entrevistadora entregava uma revista ilustrada e agendava a criança para comparecer na clínica e realizar os exames de composição corporal e testes psicológicos. Na clínica, essas crianças entravam no fluxo normal de atendimento e receberam uma ajuda de

custo de R\$ 30,00. Aquelas agendadas que não compareciam à clínica, eram remarcadas por telefone pelos bolsistas ou contatadas em casa pelas psicólogas durante o trabalho de campo domiciliar deste grupo.

Durante a semana (segundas, quartas e sextas-feiras) as entrevistadoras compareciam ao CPE para fazer a sincronização dos PDAs, sincronização e calibração dos espirômetros e entrega de amostras de saliva. Além disso, eram realizadas reuniões semanais (segundas-feiras) para esclarecer dúvidas, verificar o andamento do campo e entregar o material necessário. Os agendamentos realizados pelas entrevistadoras eram repassados diariamente para um supervisor por *e-mail* e este os encaminhava para os supervisores da clínica.

Na reta final do trabalho de campo, foi iniciada uma nova estratégia de logística com o objetivo de acompanhar as crianças que estão morando fora de Pelotas. A equipe de entrevistadoras domiciliares percorreu 14 cidades do Rio Grande do Sul entrevistando crianças e mães participantes da Coorte de Nascimentos de 2004. A Tabela 1 apresenta as cidades visitadas, o número de crianças acompanhadas e o período de realização das entrevistas.

Tabela 1: Descrição das entrevistas relativas ao acompanhamento domiciliar fora de Pelotas. Coorte de Nascimentos de 2004. Pelotas-RS, 2011.

Data		Cidade	Nº de entrevistas
16/07/1	Segunda	Rio Grande	06
19/07/1	Terça	Arroio Grande	01
19/07/1	Terça	Jaguarão	05
20/07/1	Quarta	São Lourenço	03
26/07/1	Terça	Pinheiro Machado	01
26/07/1	Terça	Bagé	04
01/08/1	Segunda	Porto Alegre	05
01/08/1	Segunda	Alvorada	01
02/08/1	Terça	Porto Alegre	02
02/08/1	Terça	Viamão	01
03/08/1	Quarta	Montenegro	01
03/08/1	Quarta	Sapuçaia	01
03/08/1	Quarta	Viamão	01

04/08/1	Quinta	Porto Alegre	02
04/08/1	Quinta	Gravataí	01
04/08/1	Quinta	Canoas	01
Total			40

Nesta etapa do acompanhamento, foi possível realizar as entrevistas, antropometria, coleta de saliva, aferição da pressão arterial e espirometria. As entrevistadoras entregavam para a criança a revista ilustrada e o informativo sobre os acompanhamentos para a mãe. Além disso, as mães eram orientadas a procurar a clínica no CPE para realização dos exames de composição corporal e testes psicológicos.

As mães moradoras das cidades supracitadas, exceto aquelas pertencentes à Grande Porto Alegre, foram agendadas diretamente pelas entrevistadoras no momento da entrevista para uma visita à clínica. Aquelas que compareceram tiveram suas passagens reembolsadas (mediante apresentação do comprovante) e receberam ainda uma ajuda de custo de R\$ 30,00.

Psicologia

Com o intuito de agilizar ainda mais as visitas e reduzir o tempo de permanência das mães na clínica, disponibilizou-se também uma equipe de psicólogas para ir aos domicílios aplicar os testes às crianças. Além disso, esse trabalho serviu também para concluir algumas entrevistas realizadas no período em que a clínica esteve sem atendimento psicológico e estas não puderam ser encerradas no mesmo momento.

Quando o trabalho de campo na clínica foi finalizado, em julho de 2011, três psicólogas seguiram visitando os domicílios para realizar a avaliação psicológico-psiquiátrica nas crianças que ficaram com alguma pendência na clínica ou que não compareceram.

Nas avaliações realizadas no domicílio, as psicólogas utilizaram a versão impressa do *DAWBA*, levaram um computador para aplicação do *CPT II* e o material necessário para aplicação dos subtestes do *WISC III*.

No período de janeiro a julho de 2011, a equipe de psicólogas domiciliares

comparecia ao CPE para supervisão semanal juntamente com as psicólogas da clínica. A partir de agosto de 2011, permaneceu apenas a equipe domiciliar, sendo mantida uma reunião semanal no CPE para supervisão com psiquiatra e orientações do trabalho de campo com a secretária.

6.2. GERENCIAMENTO DOS DADOS

6.2.1. PDA

A utilização do PDA para coleta dos dados exigiu a criação de uma rotina de recuperação das informações das entrevistas para um computador que armazenava o banco de dados. Desta forma, após a sincronização do aparelho como computador, os dados já estavam disponíveis para checagem inicial pela equipe de informática.

Os dados coletados na clínica eram sincronizados diariamente com o computador e os domiciliares, em 3 ocasiões por semana (segundas, quartas e sextas-feiras). Esses dados ficavam armazenados no programa *Pendragon Forms*[®] 5.1. O passo seguinte era realizado nas sextas-feiras, com o procedimento chamado “coleta de dados”, que consistia em extrair os dados para uma planilha *Excel*[®] e após, transferi-los para o *Stata*[®]. Em seguida era rodado um *script* que fazia correções no banco de dados, como: excluir entrevistas duplicadas, corrigir datas, número de identificação (*nquest*), dígito verificador (*dv*) e transformar variáveis *string* em numéricas. Essa versão era chamada arquivo “b”. O próximo passo era excluir algumas “variáveis controle” geradas pelo próprio *script* e outras contendo nomes próprios. Essa versão era chamada “c”, que posteriormente foi enviada aos doutorandos para análise de consistência.

6.2.2. BODPOD

Os dados eram armazenados no banco de dados do aparelho e extraídos semanalmente em formato de texto, com os dados das variáveis separados por tabulações. Era gerado um banco em *Stata*[®] através do comando “*infix*” e rodado

um *script* para renomear, organizar e criar rótulos para as variáveis, separando as observações por indivíduo.

6.2.3. PHOTONIC SCANNER

Este aparelho possibilita medir inúmeras dimensões corporais. No entanto, para este estudo foram escolhidas 19 medidas de interesse através dos “*MEP Files*”, que são arquivos de instruções que determinam quais medidas serão feitas no modelo 3D (ex.: cintura, peito, quadris, circunferência abdominal, etc). Os dados coletados foram armazenados em 3 pastas: *BIN Files*, *RBD Files* e *ORD Files*.

BIN Files: arquivos contendo o mapa com as coordenadas tridimensionais de cada um dos milhares de pontos que compõe o corpo do indivíduo. Os pontos são marcados nos eixos (X, Y e Z).

RBD Files: arquivos contendo a imagem corporal em 3D e a aplicação do *MEP File* (descrito acima).

ORD Files: arquivos de texto que contém as variáveis e valores de cada leitura do indivíduo (2 a 3 leituras/indivíduo). São gerados após a aplicação do *MEP file* no arquivo *RBD*.

A coleta foi feita a partir dos arquivos de texto *ORD* e gerado um banco em *Stata*[®] através do comando “*infix*”. Em seguida foi rodado um *script* para renomear, organizar e criar rótulos para as variáveis, separando as observações por indivíduo.

6.2.4. DXA

Os dados coletados durante o exame foram armazenados em tabelas do *Microsoft Access*[®] através de uma consulta que gerou uma nova tabela contendo os dados do paciente (*nquest*, nome, idade, etc) e os resultados de sua composição corporal (densidade óssea, massa magra e massa gorda).

Foram gerados três bancos de dados utilizando-se o *Stat Transfer*[®]: composição corporal, densidade da coluna lombar (L1 a L4) e densidade óssea. Após, foi rodado um *script* em cada um dos 3 bancos para renomear, criar rótulos para as variáveis e organizar as observações por criança.

6.2.5. ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA

Em todos os bancos de dados foi conferido se havia questionários duplicados. No caso de ter ocorrido erro na digitação do número de identificação da criança (*nquest*), gerando a duplicata, era feita uma verificação das crianças que haviam comparecido à clínica naquele dia até que fosse encontrado o *nquest* correto. Quando a duplicata era decorrente de duas entradas de dados da mesma criança, os dados eram conferidos e excluído o registro com informações faltantes ou mais antigo (no caso dos aparelhos de composição corporal). Para os questionários, em caso de duplicata era mantida no banco a entrevista mais antiga e excluída ou separada em outro banco, a mais recente.

Também eram conferidas as datas de realização da entrevista, que deveriam estar no intervalo de início e fim do acompanhamento. Os campos que não continham dados ou que eram preenchidos com o código de informação ignorada (99), foram substituídos pela codificação “.a” e os dados que não se aplicavam à situação do entrevistado (código 88) eram substituídos por “.b”. Além disso, foi conferida a coerência das respostas tanto em relação às medidas antropométricas possíveis quanto a questões respondidas nos questionários. Questões incompletas, com dados faltantes que comprometessem a resposta da pergunta, foram substituídas por “.c” (ex.: QFA).

6.3. CONTROLE DE QUALIDADE

A qualidade dos dados foi assegurada por um conjunto de medidas adotadas previamente ao trabalho de campo e através da aplicação do questionário de controle de qualidade. O questionário no formato impresso era composto por quatro perguntas para avaliar a repetibilidade e/ou concordância das

respostas em dois momentos do estudo e 13 questões para verificar a realização dos procedimentos, além da parte correspondente a identificação. O controle de qualidade foi realizado pelos bolsistas de iniciação científica através de contato telefônico e teve início em abril/2011. O questionário foi aplicado a 40,1% das mães que participaram deste acompanhamento. Posteriormente será realizada dupla digitação dos dados.

7. SUB-ESTUDO DE HIDROMETRIA (*Avaliação da Água Corporal Total em Crianças*)

7.1. INTRODUÇÃO

A técnica de diluição com óxido de deutério (D₂O) é amplamente utilizada em pesquisa. O método de D₂O é considerado referência para cálculo do modelo de dois compartimentos, através da mensuração da água corporal total (ACT).

A técnica se baseia no princípio da diluição, utilizando-se isótopos estáveis não radiativos, mais comumente o deutério (²H O). Quantifica-se uma concentração basal ou natural de deutério no corpo (numa amostra de fluido biológico) para, logo, ser administrada uma dose da substância. A análise das amostras é realizada por espectrometria de massas das relações isotópicas e calcula-se a ACT aplicando o princípio da diluição.

7.2. METODOLOGIA

Para a avaliação da composição corporal por diluição de deutério, foi selecionada uma amostra de 200 crianças. Essas crianças foram selecionadas de forma aleatória sistemática, com estratificação pelo Índice de Massa Corporal (IMC) e sexo conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2. Distribuição da amostra pretendida para avaliação da composição corporal através da determinação de água corporal. Coorte de Nascimentos de 2004. Pelotas-RS, 2011.

Índice de Massa Corporal	Sexo		Total
	Feminino	Masculino	
≤ 14,0	25	25	50
14,1 – 18,0	25	25	50
18,1 – 21,0	25	25	50
≥ 21,1	25	25	50
Total	50	50	200

Segundo o protocolo de laboratório, foram estabelecidos os seguintes passos metodológicos:

1. Aplicação de uma ficha de identificação;
2. Coleta da saliva pré-dose antes da administração da dose de deutério, realizada na clínica;
3. Administração da dose de deutério;
4. Registro do horário da coleta de saliva e administração da dose de deutério;
5. Anotação do endereço onde a criança estará 4-5 horas depois;
6. Entrega de material (em bolsa térmica), fichas de identificação e de registro ao motorista;
7. Coleta da amostra pós-dose de saliva 4 horas depois da administração do deutério nas crianças com IMC menor que $21,1 \text{ Kg/m}^2$ e 5 horas após nas crianças com IMC maior ou igual a $21,1 \text{ Kg/m}^2$. Esta coleta foi realizada no domicílio da criança.
8. Entrega do material pelo motorista ao laboratório no CPE.

7.3. LOGÍSTICA

Seleção e treinamento da equipe

Foram recrutadas duas laboratoristas, uma para a preparação das doses de deutério e outra para a coleta de saliva e administração das doses. Uma doutoranda foi designada para a supervisão do trabalho de campo e treinamento do pessoal. Além da equipe do laboratório, foram contratados dois motoristas para a realização da coleta nos domicílios das crianças.

Foram realizados dois treinamentos, o primeiro somente para as laboratoristas e o segundo também para os motoristas. No primeiro, foram treinadas as técnicas de pesagem dinâmica e estática na balança eletrônica, a técnica laboratorial para o desenvolvimento do protocolo de diluição do deutério em água e registro de dados no formulário de laboratório. O segundo treinamento baseou-se na orientação sobre a adequada coleta de saliva, reconhecimento e manejo do material (coletores de saliva, luvas, sacolas) e registro nos formulários de identificação.

Dinâmica na clínica

O período de trabalho de campo desse subestudo foi de abril a agosto de 2011. Para isso, foi estabelecido um fluxo de trabalho na clínica do CPE. As crianças visitadas no domicílio eram agendadas para realização dos exames de composição corporal na clínica. Nesse momento a coordenadora do subestudo escolhia, através do IMC, quais crianças realizariam o teste com deutério. O material de laboratório a ser utilizado na clínica era codificado previamente e designado às crianças segundo a lista de agendamento.

No dia da visita à clínica, as crianças selecionadas eram direcionadas pela recepcionista diretamente ao laboratório de deutério, onde primeiramente era confirmada a identidade e se atribuía um código de laboratório na ficha de identificação e, posteriormente, era explicado à mãe ou acompanhante o que era o deutério e sua utilidade.

Após a confirmação verbal do consentimento informado, era perguntado se a criança estava em jejum de 30 minutos. Em caso afirmativo, era realizada a primeira coleta de saliva e administrada a dose de deutério, caso contrário, a criança era redirecionada à recepção para que realizasse os outros exames antes de voltar ao laboratório. Agendava-se a próxima coleta no endereço indicado pela mãe, quatro ou cinco horas depois, com a recomendação de jejum 30 minutos antes da coleta. À tarde, as coletas na clínica eram realizadas até as 14 horas, para que a segunda coleta fosse feita às 18 horas ou, no caso de crianças obesas, até as 19 horas.

O material de laboratório (sacolas plásticas, coletores de saliva, luvas) para a coleta domiciliar era entregue ao motorista junto a uma folha de registro com os dados da criança. Além disso, eram entregues bolsas térmicas com gelo seco para manter a saliva na temperatura adequada. Essas coletas eram entregues no CPE no mesmo dia ou, se realizada no fim do dia ou à noite, no dia seguinte. No segundo caso, era seguida a recomendação de guardar o coletor de saliva com a amostra, dentro da sacola plástica, na geladeira, até sua entrega no laboratório do CPE. Realizou-se um controle de qualidade telefônico em 20% das crianças para confirmação da realização da coleta domiciliar.

Preparação da dose de óxido de deutério, pesagem do material e codificação

Na clínica do CPE foi montado um laboratório para o funcionamento do subestudo de deutério. Parte do material de laboratório foi adquirido previamente pela administração do CPE e entregue à equipe antes do início do estudo (coletores de saliva de algodão – *Salivettes*[®], micro tubos, pipetas *Pasteur* e óxido de deutério).

O equipamento utilizado para pesagem do óxido foi a balança eletrônica de precisão da marca *Marte*[®]. Devido a problemas técnicos no início do estudo, as 30 primeiras doses de deutério foram pesadas na balança digital do laboratório de Fisiologia e Farmacologia Molecular da Universidade Federal de Pelotas. A preparação das doses de óxido de deutério por diluição em água era feita duas vezes por semana por uma laboratorista e/ou supervisora de campo.

A média de peso das crianças foi de 25,0 Kg (28,5 Kg no percentil 80 e 32,4 Kg no percentil 90). Considerando esses dados, foi determinada a preparação de uma dose padrão para o percentil 80 (60,0 ml de água mais 1,5 gramas de óxido de deutério) baseada no protocolo: 0,05 g/Kg peso de deutério diluídos em 2 ml/Kg peso de água).

Após a preparação da dose, uma amostra de seu conteúdo (1,5 ml) era transferida a um microtubo rotulado com o mesmo código de laboratório e armazenada em um freezer. Frascos plásticos (coletores de plásticos estéreis), com uma capacidade de 200 ml, foram utilizados para preparação das doses, que eram codificados e armazenados em geladeira do tipo doméstica. Uma sacola plástica com um canudo em seu interior era pesada previamente e seu peso registrado numa ficha de laboratório com o mesmo código da preparação da dose equivalente, para que tivessem correspondência em sua utilização.

Os coletores de saliva de algodão eram rotulados em pares com um código de laboratório com diferenciação de cor, para a pré- coleta (verde) e pós- coleta (vermelho). Após a administração da dose de deutério, o frasco era colocado na sacola plástica com o canudo utilizado, para posterior pesagem e registro na ficha de laboratório. As amostras de saliva pré e pós dose foram centrifugadas nos coletores a 3000 rotações por minuto durante 8 minutos e, posteriormente, transferidas a microtubos de 2 ml codificados, para

armazenamento em freezer à temperatura de -20°C .

Foi utilizada uma balança eletrônica de precisão marca *KERN PCB*[®] versão 1.0, com uma variação de 0,01 g, para a preparação das doses e pesagem de material. Uma centrífuga modelo 80-20B marca *UTECH CentroBio*[®] de 4000 rotações por minuto foi requerida.

Armazenamento dos dados e confidencialidade

Semanalmente, os dados eram armazenados e transferidos para um computador pela supervisora de campo. As amostras de saliva identificadas foram armazenadas e congeladas com os respectivos cuidados num freezer a -20°C na sala de congeladores na clínica, para posterior envio a Inglaterra, seguindo a regulamentação vigente para envio de material biológico ao exterior. Os frascos foram identificados por um código alfa-numérico, de forma que o anonimato dos participantes foi garantido. O Quadro 3 descreve resumidamente as atividades semanais que eram realizadas.

Quadro 3. Descrição do trabalho em uma semana típica. Acompanhamento 6-7 anos. Coorte de Nascimentos de 2004. Pelotas-RS, 2011.

Dia	Manh	Tard	Noit
Segunda	- Coleta de amostra de saliva na clínica - Preparação, entrega e recepção do material para o	- Preparação da diluição de deutério - Coleta de amostra de saliva (clínica/domicílio)	Coleta de amostra de saliva no domicílio
Terça	- Coleta de amostra de saliva na clínica - Preparação, entrega e recepção do	- Coleta de amostra de saliva (clínica/domicílio) - Centrifugação de	Coleta de amostra de saliva no domicílio

Quarta	- Coleta de amostra de saliva na clínica - Preparação, entrega e recepção do	- Coleta de amostra de saliva (clínica/domicílio)	Coleta de amostra de saliva no domicílio
	- Pesagem do material do laboratório pré e pós		
Quinta	- Coleta de amostra de saliva na clínica - Preparação, entrega	- Preparação da diluição de deutério - Coleta de amostra de	Coleta de amostra de saliva no domicílio
Sexta	- Coleta de amostra de saliva na clínica - Preparação, entrega e recepção do material para o	- Coleta de amostra de saliva (clínica/domicílio), - Centrifugação de <i>salivettes</i>	Coleta de amostra de saliva no domicílio
Sábado	- Coleta de amostra de saliva na clínica - Preparação, entrega	- Coleta de amostra de saliva (clínica/domicílio)	Coleta de amostra de saliva no domicílio

7.4. RESULTADOS

Foram selecionadas 255 crianças, das quais 222 crianças ingressaram no estudo, por apresentarem volume suficiente de saliva nas duas coletas. Em 19 crianças não foi realizada a segunda coleta (perda de acompanhamento) por diferentes motivos:

- ✓ Duas crianças não se encontravam em casa e não puderam ser localizadas,
- ✓ Duas mães informaram endereço incorreto,
- ✓ Duas crianças com acesso não permitido pela escola, apesar do consentimento dos pais,
- ✓ Dois atrasos por parte dos motoristas,
- ✓ Duas crianças perdidas por falta de motorista,
- ✓ Uma mãe recusou a coleta da segunda amostra de saliva no domicílio e
- ✓ Duas coletas foram perdidas acidentalmente pela laboratorista no momento da centrifugação.

No começo do estudo não se contava com a centrifuga para determinar a quantidade de saliva coletada, sendo os coletores de saliva com as amostras armazenados sob congelamento. Após a aquisição da centrifuga foi avaliada a quantidade de saliva coletada, das quais 14 apresentavam menos de 1 ml de saliva na pré e/ou na pós coleta, quantidade insuficiente para ser considerada dentro das 200 amostras requeridas.

Tabela 3. Distribuição da amostra estudada para avaliação da composição corporal através da determinação de água corporal. Coorte de Nascimentos de 2004. Pelotas – RS, 2011.

Índice de Massa Corporal	Sexo		Total
	Feminino	Masculino	
≤ 14,0	14	13	27
14,1 – 18,0	44	60	104
18,1 – 21,0	17	18	35
≥ 21,1	37	19	56
Total	112	110	222

7.5. OBSERVAÇÕES

No início do estudo, a subamostra era selecionada por conveniência, conforme as crianças com visita domiciliar chegavam à clínica. Posteriormente, devido ao fato de que o número da amostra não atingiria o adequado, foram também incluídas todas as crianças da clínica que cumpriam os pré-requisitos de IMC e sexo.

7.6. FINANCIAMENTO

O material utilizado no laboratório e o pagamento da equipe foram financiados pela

Wellcome Trust, por meio de repasse financeiro à Universidade Federal de Pelotas.

8. PERDAS E RECUSAS

Foram consideradas como perdas aquelas crianças que não foram entrevistadas devido a mudança de endereço (147), mudança de cidade (186) ou por outros motivos (55), como por exemplo, crianças institucionalizadas. As recusas (27) corresponderam às mães que se negaram a participar do acompanhamento após várias tentativas.

9. RECEITAS E DESPESAS

10. REFERÊNCIA

Habicht JP. Estandarizacion de Métodos Epidemiológicos Cuantitativos sobre el terreno. Bol Oficina Sanit Panam 1974; Mayo: 375-84.

Anexo 2. Recordatórios de 24 horas utilizados aos 12, 24 e 48 meses para a construção dos padrões alimentares.

Agora vou fazer algumas perguntas sobre como <CRIANÇA> está comendo:		
12. Ontem <CRIANÇA> se alimentou como sempre? <i>SE SIM → 14</i>	[B57]	não 0 sim 1 IGN 9
13. Quando foi o último dia em que <CRIANÇA> se alimentou como sempre? (IGN = 09/09/09)	[B58]	___/___/___

QUADRO 3 – RECORDATÓRIO ALIMENTAR DE 24 HORAS

14. Por favor, me diga tudo que <CRIANÇA> comeu neste dia?							
	acordar	manhã	almoço	tarde	janta	dormir	madrugada
Leite materno	[B59]	[B60]	[B61]	[B62]	[B63]	[B64]	[B65]
Leite de vaca	[B66]	[B67]	[B68]	[B69]	[B70]	[B71]	[B72]
Leite pó	[B73]	[B74]	[B75]	[B76]	[B77]	[B78]	[B79]
Café	[B80]	[B81]	[B82]	[B83]	[B84]	[B85]	[B86]
Água/ chá	[B87]	[B88]	[B89]	[B90]	[B91]	[B92]	[B93]
Suco	[B94]	[B95]	[B96]	[B97]	[B98]	[B99]	[B100]
Pão /bolacha	[B101]	[B102]	[B103]	[B104]	[B105]	[B106]	[B107]
Iogurte	[B108]	[B109]	[B110]	[B111]	[B112]	[B113]	[B114]
Frutas	[B115]	[B116]	[B117]	[B118]	[B119]	[B120]	[B121]
Ovo	[B122]	[B123]	[B124]	[B125]	[B126]	[B127]	[B128]
Arroz	[B129]	[B130]	[B131]	[B132]	[B133]	[B134]	[B135]
Feijão	[B136]	[B137]	[B138]	[B139]	[B140]	[B141]	[B142]
Legume/verdura	[B143]	[B144]	[B145]	[B146]	[B147]	[B148]	[B149]
Massa	[B150]	[B151]	[B152]	[B153]	[B154]	[B155]	[B156]
Batata/aipim	[B157]	[B158]	[B159]	[B160]	[B161]	[B162]	[B163]
Carne	[B164]	[B165]	[B166]	[B167]	[B168]	[B169]	[B170]
Achocolatado	[B171]	[B172]	[B173]	[B174]	[B175]	[B176]	[B177]
Outro 1: _____	[B178]	[B179]	[B180]	[B181]	[B182]	[B183]	[B184]
Outro 2: _____	[B185]	[B186]	[B187]	[B188]	[B189]	[B190]	[B191]
Refeições	[B192]	[B193]	[B194]	[B195]	[B196]	[B197]	[B198]

Recordatório de 24 horas utilizado aos 12 meses.

QUADRO 2 – RECORDATÓRIO ALIMENTAR DE 24 HORAS

31. Por favor, me diga tudo que <CRIANÇA> comeu neste dia:							
	acordar	manhã	almoço	tarde	janta	dormir	madrugada
Leite materno	[B54]	[B55]	[B56]	[B57]	[B58]	[B59]	[B60]
Leite de vaca	[B61]	[B62]	[B63]	[B64]	[B65]	[B66]	[B67]
Leite em pó	[B68]	[B69]	[B70]	[B71]	[B72]	[B73]	[B74]
Café	[B75]	[B76]	[B77]	[B78]	[B79]	[B80]	[B81]
Água/chá	[B82]	[B83]	[B84]	[B85]	[B86]	[B87]	[B88]
Suco	[B89]	[B90]	[B91]	[B92]	[B93]	[B94]	[B95]
Pão/ bolacha	[B96]	[B97]	[B98]	[B99]	[B100]	[B101]	[B102]
Iogurte	[B103]	[B104]	[B105]	[B106]	[B107]	[B108]	[B109]
Frutas	[B110]	[B111]	[B112]	[B113]	[B114]	[B115]	[B116]
Ovo	[B117]	[B118]	[B119]	[B120]	[B121]	[B122]	[B123]
Arroz	[B124]	[B125]	[B126]	[B127]	[B128]	[B129]	[B130]
Feijão	[B131]	[B132]	[B133]	[B134]	[B135]	[B136]	[B137]
Legume/ verdura	[B138]	[B139]	[B140]	[B141]	[B142]	[B143]	[B144]
Massa	[B145]	[B146]	[B147]	[B148]	[B149]	[B150]	[B151]
Batata/aipim	[B152]	[B153]	[B154]	[B155]	[B156]	[B157]	[B158]
Carne	[B159]	[B160]	[B161]	[B162]	[B163]	[B164]	[B165]
Achocolatado	[B166]	[B167]	[B168]	[B169]	[B170]	[B171]	[B172]
Outro1: _____	[B173]	[B174]	[B175]	[B176]	[B177]	[B178]	[B179]
Outro2: _____	[B180]	[B181]	[B182]	[B183]	[B184]	[B185]	[B186]
Refeições	[B187]	[B188]	[B189]	[B190]	[B191]	[B192]	[B193]

Recordatório de 24 horas utilizado aos 24 meses.

37. Eu vou ler uma lista de alimentos e gostaria de saber se <CRIANÇA> costuma comer?

	SE SIM, quantas vezes?						
		não= 0	IGN= 9	sim= 1	dia	semana	< 1 x/semana (33)
Chips	[B71]	0	9	1	1__	2__	___
Refrigerante	[B72]	0	9	1	1__	2__	___
Chocolate	[B73]	0	9	1	1__	2__	___
Bala	[B74]	0	9	1	1__	2__	___
Chiclete	[B75]	0	9	1	1__	2__	___
Pirulito	[B76]	0	9	1	1__	2__	___

Agora vou fazer algumas perguntas sobre como <CRIANÇA> está comendo:

38. Ontem <CRIANÇA> se alimentou como sempre? <i>SE SIM → 40</i>	[B77]	não 0 sim 1 IGN 9
39. Quando foi o último dia em que <CRIANÇA> se alimentou como sempre?	[B78]	__/__/__

QUADRO 2 – RECORDATÓRIO ALIMENTAR DE 24 HORAS

40. Por favor, me diga tudo que <CRIANÇA> comeu/tomou neste dia:							
	acordar	manhã	almoço	tarde	janta	dormir	madrugada
Leite materno	[B79]	[B80]	[B81]	[B82]	[B83]	[B84]	[B85]
Leite de vaca	[B86]	[B87]	[B88]	[B89]	[B90]	[B91]	[B92]
Leite em pó	[B93]	[B94]	[B95]	[B96]	[B97]	[B98]	[B99]
Cafê	[B100]	[B101]	[B102]	[B103]	[B104]	[B105]	[B106]
Água/chá	[B107]	[B108]	[B109]	[B110]	[B111]	[B112]	[B113]
Suco	[B114]	[B115]	[B116]	[B117]	[B118]	[B119]	[B120]
Pão/ bolacha	[B121]	[B122]	[B123]	[B124]	[B125]	[B126]	[B127]
Iogurte	[B128]	[B129]	[B130]	[B131]	[B132]	[B133]	[B134]
Frutas	[B135]	[B136]	[B137]	[B138]	[B139]	[B140]	[B141]
Ovo	[B142]	[B143]	[B144]	[B145]	[B146]	[B147]	[B148]
Arroz	[B149]	[B150]	[B151]	[B152]	[B153]	[B154]	[B155]
Feijão	[B156]	[B157]	[B158]	[B159]	[B160]	[B161]	[B162]
Legume/ verdura	[B163]	[B164]	[B165]	[B166]	[B167]	[B168]	[B169]
Massa	[B170]	[B171]	[B172]	[B173]	[B174]	[B175]	[B176]
Batata/aipim	[B177]	[B178]	[B179]	[B180]	[B181]	[B182]	[B183]
Carne	[B184]	[B185]	[B186]	[B187]	[B188]	[B189]	[B190]
Achocolatado	[B191]	[B192]	[B193]	[B194]	[B195]	[B196]	[B197]
Refrigerante	[B198]	[B199]	[B200]	[B201]	[B202]	[B203]	[B204]
Outro1:	[B205]	[B206]	[B207]	[B208]	[B209]	[B210]	[B211]
Outro2:	[B212]	[B213]	[B214]	[B215]	[B216]	[B217]	[B218]
Nº Refeições	[B219]	[B220]	[B221]	[B222]	[B223]	[B224]	[B225]

Recordatório de 24 horas utilizado aos 48 meses.

Anexo 3. Medidas possíveis de serem calculadas pelo Photonic Scanner e aquelas utilizadas em nosso estudo da forma corporal

Measurements from scanner

- *Lower body*

Waist, hip, seat, abdomen, thigh, knee, calf, ankle, foot, outseam, inseam, vertical ride, crotch length, waist to hip, waist to seat.

- *Upper body*

Neck, collar and chin, neck to waist, neck to blades, right arm, left arm, shoulder, shoulder to shoulder, shoulder to waist, overarm, chest, across torso, stomach, coat sleeve, shirt sleeve, armcye, crown height.

- *Bust specific*

Bust, under bust, front neck to bust, side neck to bust, neck to bust line, bust to waist, bust to bust, breast prominence.

- *Extra measurements*

Extra measures, combination of different measures, measures of volume, body's joints and landmarks

- *Miscellaneous measurements*

Front side waist, back side waist, neck down, center trunk, top of head

Specificities of each measure

Almost all measures from scanner have 6 different categories that can be extracted.

- Full: the full circumference
- Front and back circumference to the side points.
- Height of where the circumference is measured
- Front X and Back X are coordinates used to compute the deepest front to back distance of the full circumference as a caliper would measure it.
- Width is the side to side distance of the measurement as a caliper would measure it.
- Left Y and Right Y are coordinates used to compute the right to left widest distance of the circumference as a caliper would measure it.

Measurements extracted by 2004 cohort team (first round of extraction):

Waist, hip, seat, wrist, chest, abdomen, overarm 50 and 70, abdomen width, thigh, knee and calf

Measurements extracted after the first round of extraction:

Inseam, outseam, ankle, neck, abdomen front and back X, chin height, biceps, elbow, forearm, bust, whr, wtr, bulk volume, arm volume, leg volume, trunk volume, trunk surface area (without shoulders), arm surface area, leg surface area, center trunk front.

Measures included in pca:

Waist, hip, seat, arm length, wrist, chest, abdomen, overarm 70, abdomen width, thigh, knee, calf, inseam, neck, waist width, biceps, body volume, arm volume, leg volume, torso volume, torso surface area, arm surface area, leg surface area, sagittal diameter.