



Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Centro Acadêmico de Vitória – CAV

Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica
PPGNAFPE

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Crescimento somático e composição corporal em crianças dos 7 aos 10 anos: um estudo longitudinal-misto

Marcela de França Verçosa

Vitória de Santo Antão

2016



Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Centro Acadêmico de Vitória – CAV



Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica
PPGNAFPE

Crescimento somático e composição corporal em crianças dos 7 aos 10 anos: um estudo longitudinal-misto

Marcela de França Verçosa

Orientador: Prof^o. Dr. Marcos André Moura dos Santos

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Carol Góis Leandro

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica, área de concentração Nutrição, Desenvolvimento Fisiológico e Exercício Físico, para a obtenção do título de Mestre.

Vitória de Santo Antão, 2016

Catálogo na Fonte

Sistema de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Ana Lúcia Feliciano dos Santos, CRB4: 2005

V481c Verçosa, Marcela de França

Crescimento somático e composição corporal em crianças dos 7 aos 10 anos:
um estudo longitudinal-misto / Marcela de França Verçosa. - 2016.
84 folhas: il.

Orientador: Marcos André Moura dos Santos.

Co-orientador: Carol Góis Leandro.

Dissertação (Mestrado em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade
Fenotípica) – Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Nutrição, Atividade
Física e Plasticidade Fenotípica, 2016.

Inclui bibliografia.

1. Antropometria. 2. Criança - Crescimento. 3. Composição Corporal. I.
Santos, Marcos André Moura dos (Orientador). II. Leandro, Carol Góis (Co-
orientador). III. Título.

573.6 CDD (23.ed.)

BIBCAV/UFPE-047/2016



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

Dissertação de Mestrado apresentada por **Marcela de França Verçosa** ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica do Centro Acadêmico de Vitória da Universidade Federal de Pernambuco, sob o título **“Crescimento somático e composição corporal em crianças dos 7 aos 10 anos: um estudo longitudinal-misto”**, orientada pelo Prof. Dr. Marcos André Moura dos Santos e coorientada pela Prof.^a Dr.^a Carol Virgínia Góis Leandro, aprovada no dia 17 de fevereiro de 2016 pela Banca Examinadora composta pelos seguintes professores:

Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva

Núcleo de Educação Física e Ciências do Esporte – CAV/UFPE

Dr. Claudio Tadeu Cristino

Departamento de Estatística – UFRPE

Dr. Marcelus Brito de Almeida

Núcleo de Educação Física e Ciências do Esporte – CAV/UFPE

Autora:

Marcela de França Verçosa

Rua do Alto do Reservatório, S/N – Bela Vista – CEP 55608-280 – Vitória de Santo Antão – PE – Fone: (81)2126.7959

www.ufpe.br/ppgnafpf - ppgnafpf@gmail.com

Dedico esse trabalho aos meus pais, Marcelo Sampaio Verçosa (*in memorian*) e Maria José de França Verçosa, com todo meu amor e gratidão, por tudo que fizeram por mim ao longo da minha vida. Desejo poder ter sido merecedora do esforço dedicado por vocês em todos os aspectos, especialmente quanto à minha formação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre me ilumina.

Às minhas filhas, Larissa e Laura Verçosa, que dão um sentido especial à minha existência e me proporcionam grandes momentos de alegria.

Ao meu esposo, Alexandre Luiz, que me incentiva a prosseguir, estando incessantemente ao meu lado e sendo muito mais do que se pode esperar.

Ao professor Dr. Marcos André Moura dos Santos, orientador deste trabalho, por ter me recebido e sempre me mostrado o caminho correto a ser seguido, de forma única, admirável e exemplar. A ele o meu profundo agradecimento pelo incentivo, orientação competente e, sobretudo, pela amizade que nasceu dessa parceria.

À minha co-orientadora Professora Dra. Carol Góis Leandro, por transmitir seus conhecimentos e principalmente pelos ensinamentos acadêmicos. Agradeço o apoio e contributo dispensado para a concretização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Marcelus Almeida, pelos conselhos, pela amizade e pelos importantes direcionamentos passados em diversos momentos dessa caminhada.

Ao professor Catedrático José Antônio Ribeiro Maia, pela valiosa contribuição ao analisar criteriosamente a parte de modelagem e estatística desse trabalho.

Aos professores, colegas de turma do mestrado e todos que fazem parte do Programa de Pós Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica pelos ensinamentos e pela convivência.

Aos diretores, professores, pais e crianças, pela contribuição na realização das coletas do Projeto Crescer com Saúde em Vitória de Santo Antão.

Aos meus alunos do Programa Academia da Cidade que, diariamente, me inspiram e incentivam a continuar minhas pesquisas sobre o ser humano.

Aos colegas do Grupo de Estudos e Pesquisas em Crescimento, Desenvolvimento e Estado Nutricional – GEPCDEN, da Universidade de Pernambuco.

Com vocês, queridos, divido a alegria dessa experiência.

SUMÁRIO

1 Apresentação.....	12
Estrutura da dissertação.....	17
Objetivos.....	20
Hipóteses.....	22
2 Revisão da Literatura - Peso ao nascer, crescimento e composição corporal de crianças: abordagens longitudinais.....	24
3 Materiais e Métodos.....	42
Caracterização da amostra.....	42
Peso ao nascer.....	44
Antropometria e composição corporal.....	44
Estratégia de Análise.....	47
4 Resultados – Artigo Original: Association of birth weight with children growth and body composition: A mixed-longitudinal study.....	50
5 Considerações finais	72
Referências.....	73
Anexos.....	79

LISTA DE ABREVIATURAS

BP	Baixo Peso
BPN	Baixo Peso ao Nascer
CC	Composição Corporal
DOHaD	Origem Desenvolvimentista da Saúde e da Doença
D-Tric	Dobra Cutânea Tricipital
D-Sub	Dobra Cutânea Subescapular
EBPN	Extremo Baixo Peso ao Nascer
ETM	Erro Técnico de Medida
IC	Intervalo de Confiança
IMC	Índice de Massa Corporal
Kg	Quilogramas
MBPN	Muito Baixo Peso ao Nascer
MMN	Modelação Multinível
OMS	Organização Mundial de Saúde
PN	Peso Normal ao Nascer
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Capítulos da dissertação e objetivos principais.....	18
Tabela 2 -	Estrutura básica do delineamento longitudinal-misto.....	43
Tabela 3 -	Número de total de indivíduos estratificados por peso ao nascimento, gênero e idade cronológica (anos) da primeira coorte.....	44
Tabela 4 -	Equações de predição da percentagem de gordura.....	46
Tabela 5 -	Estimativas de fiabilidade dos diferentes testes e medidas realizados.....	47
Artigo 1		
Tabela 1 -	Características dos estudos longitudinais incluídos na revisão.....	38
Tabela 2 -	Aspectos metodológicos e resultados dos estudos longitudinais.....	39
Artigo 2		
Table 1 -	Basic structure of longitudinal-mixed design.....	65
Table 2 -	Mean and standard deviation of the growth indicators and body composition.....	66
Table 3 -	Model adjustment of results for the change in the height, weight, fat mass (%) and fat-free mass.....	67

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa da configuração geográfica de Vitória de Santo Antão/PE.....	42
--	----

Artigo 1

Figura 1 - Fluxograma dos estudos incluídos na revisão.....	40
---	----

Artigo 2

Figure 1 - Adjusted trajectories of the stature of a random sample of 200 children.....	68
---	----

Figure 2 - Adjusted trajectories weight of a random sample of 200 children.....	69
---	----

Figure 3 - Adjusted trajectories of fat mass (%) of a random sample of 200 children.....	70
--	----

Figure 4 - Adjusted mass fat-free trajectories of a random sample of 200 children.....	71
--	----

RESUMO

Os objetivos principais estabelecidos para o presente estudo foram: (1) Modelar as trajetórias de crescimento físico e composição corporal de crianças dos 7 aos 10 anos de idade; (2) Modelar o dinamismo das mudanças ocorridas no tamanho do corpo e sua composição; (3) Analisar e interpretar a magnitude das mudanças ocorridas no tamanho do corpo e composição em associação com o peso ao nascer. A amostra foi composta por crianças de ambos os gêneros, seguidas dos 7 aos 10 anos de idade (n=534 coorte 1; n=223 coorte 2; e n=115 coorte 3). Foram avaliados parâmetros referentes aos indicadores do crescimento físico (peso, estatura) e composição corporal (dobras de adiposidade tricipital e subescapular). A modelação da mudança ocorrida nos valores da estatura, peso, massa gorda e massa isenta de gordura foi efetuada com recurso a modelos mistos, também designados por Modelos Multiníveis. Para modelar a mudança em função da idade decimal centramos o seu valor na média em 9,21 anos por ser um valor relativamente próximo da média de ocorrência do *take-off* pubertário das meninas. Foram adicionados o efeito de um conjunto de preditores: sexo (referência=meninas), o peso ao nascer (centrado na média=3.08 kg) e a interação do sexo com a idade. A estimação simultânea de todos os parâmetros de cada um dos modelos foi efetuada com base no método de máxima verosimilhança implementado no *software* SuperMix v1, considerando a variabilidade nas diferenças interindividuais na mudança intraindividual. Verificou-se que crianças com maior peso ao nascer foram as mais pesadas ($\beta=1.92\pm0.46$, $p<0.001$) e apresentaram maiores valores de massa magra ($\beta=1.04\pm0.25$, $p<0.001$). As de menor peso ao nascer apresentaram maior percentual de massa gorda ($\beta=0.78\pm0.27$, $p=0.003$). Existe uma associação entre o peso ao nascer, as variáveis de crescimento físico e composição corporal. Além disto, foi observado que o peso ao nascer alterou a dinâmica de crescimento em estatura, peso corporal e massa isenta de gordura. Por outro lado, as crianças com menor peso ao nascer foram as que apresentaram menor massa isenta de gordura e maior percentual de gordura.

Palavras-Chave: “Antropometria” “Infância” “Longitudinal” “Modelação” “Plasticidade Fenotípica”

ABSTRACT

The main objectives established for this study were: (1) Model the trajectories of physical growth and body composition of children from 7 to 10 years old; (2) Model the dynamics of changes in body size and composition; (3) Analyze and interpret the magnitude of the changes in body size and composition in association with birth weight. The sample included children of both genders, followed from 7 to 10 years of age ($n = 534$ cohort 1, $n = 223$ cohort 2; $n = 115$ cohort 3). Parameters were evaluated on indicators of physical growth (weight, height), body composition (triceps and subscapular adiposity). The modeling of the change that occurred in the values of height, weight, fat mass and fat-free mass was performed using mixed models, also known as Multilevel Models. To model the change according to the decimal age we focused its value in average 9.21 years for being a relatively close value of the average occurrence of take-off pubertal girls. It was added the effect of a set of predictors gender (reference = girls), birth weight (average centered = 3.08 kg) and the interaction of gender with age. The simultaneous estimation of all the parameters of each model was made based on the maximum likelihood method implemented in SuperMix v1 software, considering the variability in inter-individual differences in intraindividual change was found that children with higher birth weight were the heaviest ($\beta = 1.92 \pm 0.46$, $p < 0.001$) and had higher lean mass values ($\beta = 1.4 \pm 0.25$, $p < 0.001$). The lower birth weight had higher fat mass percentage ($\beta = 0.78 \pm 0.27$, $p = 0.003$). There is an association between birth weight, the physical variables of growth and body composition. In addition, it was observed that birth weight has changed the dynamics of growth in stature, body weight and lean mass. On the other hand, children with lower birth weight were those who had lower fat-free mass and a higher percentage of fat.

Keywords: "Anthropometry" "Childhood" "Longitudinal" "Modeling" "Phenotypic Plasticity"

CAPÍTULO 1



APRESENTAÇÃO



APRESENTAÇÃO

O crescimento físico é um processo resultante dos mecanismos de hiperplasia, hipertrofia e agregação celular que determinam alterações progressivas nas dimensões do corpo como um todo ou de partes específicas do mesmo, sendo condicionadas ao fator tempo, e caracterizado por fases que são descritas do nascimento à idade adulta (BEUNEN, BAXTER-JONES et al. 2002). Este processo pode ser considerado um indicador das condições de saúde de crianças e adolescentes, refletindo em sua condição de vida pregressa e atual (ROMANI AND LIRA 2004).

Alguns estudos tem centrado esforços na tentativa de entender a influência de fatores ambientais e biológicos (*e.i.*: nutrição, nível de atividade física, ambiente escolar, gênero, idade e intrauterino) na determinação do crescimento físico ao longo do tempo (MOURA-DOS-SANTOS, WELLINGTON-BARROS et al. 2013; GOMES, DOS SANTOS et al. 2014). Por exemplo, em relação ao ambiente intrauterino, ao longo dos últimos anos, estudos epidemiológicos, clínicos e experimentais direcionam seu foco na tentativa de entender o papel modulador ou regulador que os eventos iniciais da vida têm sobre o padrão normal de crescimento e sua relação com o aparecimento de doenças, destacando fatores como o peso ao nascer e o início da maturidade como indutores de respostas preditivas a curto e longo prazo (SAWAYA, DALLAL et al. 1995; OZANNE 2001; LUCAS 2005; MAJCHER, PYRZAK et al. 2010).

A relação entre o fenótipo do adulto e o ambiente no início da vida é conhecida como “Origem Desenvolvimentista da Saúde e da Doença (DOHaD)” (BATESON, BARKER et al. 2004). No modelo proposto, se introduz a ideia de uma plasticidade relacionada ao desenvolvimento (*developmental plasticity*) em períodos de acentuada proliferação e diferenciação celular. A “plasticidade do desenvolvimento”, no sentido

mais restrito, é um componente da “plasticidade fenotípica” (GLUCKMAN, HANSON et al. 2009). A plasticidade fenotípica por sua vez reflete a capacidade de um único genótipo em produzir mais de uma forma alternativa de estrutura, estados fisiológicos ou comportamentais em resposta às condições ambientais. (BATESON, BARKER et al. 2004; GLUCKMAN AND HANSON 2007). Em curto prazo, estas adaptações fenotípicas auxiliam a sobrevivência, mas em longo prazo, suscetibilizam o organismo ao aparecimento de distúrbios metabólicos (HALES AND BARKER 1992). Uma das variações mais bem documentadas no estudo da plasticidade fenotípica é a nutrição, onde a falta ou o aumento do aporte nutricional durante períodos críticos do desenvolvimento podem resultar em alterações permanentes na estrutura e função de órgãos, sistemas e tecidos (OZANNE AND HALES 2004). Contudo, estes efeitos não assumem um caráter determinista, de modo que o acompanhamento da dinâmica de crescimento, ao longo da passagem por estas fases críticas de crescimento, necessita ser melhor esclarecido.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (de ONIS, ONYANGO et al. 2006), os pontos de corte para classificação do peso ao nascer, são: < 1.500g (extremo baixo peso ao nascer), 1.501g a 2.499g (baixo peso ao nascer), 2.500g a 2.999 (peso insuficiente), 3000g a 3.999 (peso normal ao nascer) e > 4.000g (peso excessivo ao nascer) (de ONIS, ONYANGO et al. 2006). As variações do peso ao nascer podem resultar de uma gestação mais curta e/ou retardo do crescimento intrauterino, diabetes gestacional, uso de fármacos, desnutrição, tabagismo, etilismo e outros (YU, HAN et al. 2011). Esses pontos de corte são comumente utilizados na descrição, relação e associações entre o peso ao nascimento e a trajetória de crescimento físico, acúmulo de gordura corporal e aquisição de padrões motores (BARKER, OSMOND et al. 2005).

Nesse cenário, mais recentemente, foi observado que o baixo peso ao nascer (BPN) não deve ser considerado isoladamente um determinante biológico do crescimento físico, composição corporal e aptidão física em crianças (MOURA-DOS-SANTOS, WELLINGTON-BARROS et al. 2013). Contudo, o BPN é um forte indutor de déficits permanentes no desempenho em testes de aptidão física (força de preensão manual e corrida de velocidade) mesmo após o controle de covariáveis como: idade, massa magra e percentual de gordura corporal (MOURA-DOS-SANTOS, WELLINGTON-BARROS et al. 2013). Em outro estudo, foi verificado que o peso ao nascer prediz, significativamente, a altura, o índice de massa corporal e a massa isenta de gordura, como também o desempenho em força e a velocidade de corrida durante a infância. Porém, não exerce influência sobre a coordenação motora de crianças (MOURA-DOS-SANTOS, DE ALMEIDA et al. 2014). Contudo, estes achados apontam para uma condição marcada em um determinado período de tempo e não foram analisados de forma longitudinal, o que parece ser uma lacuna de conhecimento a ser investigada, a luz da plasticidade fenotípica.

Desse modo, verifica-se uma carência de estudos com *design* longitudinal que procurem observar a influência e associações entre as condições ao nascer, a dinâmica de crescimento e a composição corporal de crianças e adolescentes. O *design* longitudinal é uma estratégia considerada como adequada para o entendimento destas relações ao longo de diferentes períodos da vida. Esse delineamento envolve, basicamente, a monitorização, descrição, análise e interpretação do processo da mudança de uma variável representada de modo contínuo ou discreto ao longo do tempo (BALTES AND NESSELROADE 1979; TARIS 2000; MAIA, BASSO et al. 2010; da SILVA, BEUNEN et al. 2013). Tal análise e interpretação exigem informação longitudinal, supondo que os momentos de registro dessas características sejam

equidistantes no tempo e que forneçam explicações acerca do modo como ocorrem, ou não, a mudança intraindividual e as diferenças interindividuais (RIBEIRO, BASSO et al. 2010).

Para a realização de tais análises, a Modelação Multinível (MMN) apresenta-se como uma excelente estratégia, face à sua versatilidade em permitir analisar e interpretar, de modo sólido e coerente, a dinâmica da mudança intraindividual e das diferenças interindividuais, bem como a possibilidade de incluir variáveis mediadoras e preditores fixos e/ou dinâmicos (*e.i.*: gênero, idade, massa corporal) (FRANCIS, FLETCHER et al. 1991; MAIA, GARGANTA et al. 2005; COLLINS 2006; MAIA, BASSO et al. 2010). A MMN considera, simultaneamente, efeitos fixos e aleatórios, é muito mais flexível, sendo ajustável à estrutura de dados provenientes de delineamentos longitudinais-mistos (DUNCAN AND DUNCAN 2012), além do fato de que é suficientemente flexível para permitir a presença de informação omissa gerada pelo *design* misto. Os parâmetros estimados pelos modelos testados são mais precisos, visto que toda a informação disponível é considerada, permite o uso de preditores discretos e contínuos para modelar a mudança, permite a estimação direta da correlação entre mudança e estado inicial e exibe um elevado potencial interpretativo da mudança intraindividual e das diferenças interindividuais associadas à influência de diferentes preditores (BRYK AND RAUDENBUSH 1987; HERNÁNDEZ-LLOREDA, COLMENARES et al. 2003; MAIA, BASSO et al. 2010; RAUDENBUSH, BRYK et al. 2011; DUNCAN AND DUNCAN 2012; de SOUZA, de MORAES FORJAZ et al. 2015).

Portanto, considerando a importância e relevância da informação colhida no tempo, este estudo foi norteado pela seguinte pergunta condutora: Pode o peso ao nascer alterar a dinâmica de crescimento físico (peso e altura corporal) e a composição

corporal de crianças dos 7 aos 10 anos de idade? Sendo assim, na busca de um entendimento sobre estas questões, este estudo tem três propósitos fundamentais: (1) Modelar as trajetórias de crescimento físico e composição corporal de crianças dos 7 aos 10 anos de idade; (2) Modelar o dinamismo das mudanças ocorridas no tamanho do corpo e sua composição (3) Analisar e interpretar a magnitude das mudanças ocorridas no tamanho do corpo e sua composição em associação com o peso ao nascer.

O estudo foi realizado em Vitória de Santo Antão, uma cidade e economicamente pobre, localizada na Zona da Mata do Estado de Pernambuco, região Nordeste do Brasil. Foram orientadores deste estudo o Professor Doutor Marcos André Moura dos Santos e a Professora Dra. Carol Góis Leandro. Parte do trabalho foi realizado em colaboração com o Laboratório de Cineantropometria e Estatística Aplicada da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADE-UP), Porto - Portugal, tendo como colaborador o Professor Catedrático José Antônio Ribeiro Maia.

Essa pesquisa gerou 02 artigos científicos. O primeiro artigo intitulado: **Peso ao nascer, crescimento e composição corporal de crianças: abordagens longitudinais.** Foi submetido para publicação como Artigo de Revisão para a Revista de Saúde Pública. Nesse estudo, que será utilizado como parte da revisão de literatura para a dissertação, foi apresentada uma revisão sobre a associação entre o peso ao nascer, o padrão de crescimento físico (peso e estatura corporal) e a composição corporal (% de gordura e massa isenta de gordura) em estudos com *design* exclusivamente longitudinal. Embora ainda seja controversa, a associação entre o crescimento físico, a composição corporal e o peso ao nascer, as crianças que nasceram com menor peso foram as que apresentaram maior quantidade de gordura durante a infância e na idade adulta e a distribuição central de gordura está associada com o peso ao nascer durante a infância. Este comportamento ocorre de maneira distinta entre os sexos.

O segundo artigo: **Association of birth weight with children growth and body composition: A mixed-longitudinal study**, será submetido para publicação como artigo original na Revista *Pediatrics*. Neste estudo foram encontradas associações entre o peso ao nascer e as variáveis de crescimento físico (peso e estatura) e composição corporal (massa gorda (%) e massa isenta de gordura). As crianças que apresentaram maior peso ao nascer demonstraram uma maior dinâmica de crescimento em estatura, peso corporal e massa isenta de gordura. Por outro lado, as crianças com menor peso ao nascer apresentam proporcionalmente menor massa isenta de gordura e um maior percentual de gordura com o passar das idades.

Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos. O primeiro capítulo apresenta a delimitação do problema, centrado na fundamentação teórica, justificativa e a pergunta condutora, apresentando ainda a pertinência e objetivos norteadores do estudo. O segundo capítulo é composto pelo artigo de revisão que procura verificar na literatura a associação entre o peso ao nascer e o padrão de crescimento físico representado pelo peso e estatura corporal e a composição corporal de crianças em estudos com *design* longitudinal. O terceiro capítulo refere-se à metodologia empregada no presente estudo. O quarto capítulo apresenta os resultados originais do estudo, descritos sobre a forma de artigo original, em concordância com a norma da revista a qual será submetido, este estudo procura responder aos principais objetivos desta dissertação. Por fim, o quinto capítulo, apresenta as principais conclusões do estudo, salientando as suas implicações. A Tabela 1 apresenta sumariamente a estrutura da dissertação.

Tabela 1. Capítulos da dissertação e objetivos principais

Capítulo 1	Apresenta a introdução geral, pertinência, hipóteses e objetivos do estudo.
Capítulo 2	Artigo de Revisão Peso ao nascer, crescimento e composição corporal de crianças: abordagens longitudinais. <i>Revista de Saúde Pública.</i>
Capítulo 3	Apresenta a metodologia empregada no estudo
Capítulo 4	Apresentação dos Resultados Original Article – Association of birth weight with children growth and body composition: A mixed-longitudinal study. <i>Revista Pediatrics.</i>
Capítulo 5	Apresenta as conclusões finais da dissertação
Anexos	

OBJETIVOS

OBJETIVOS

Geral

Analisar a influência do peso ao nascer sobre a dinâmica de crescimento físico (peso e estatura corporal) e composição corporal de crianças dos 7 aos 10 anos de idade.

Específicos

- a) Analisar o comportamento de um grupo de crianças dos 7 aos 10 anos de idade, em função do tempo, nas variáveis de crescimento e composição corporal;
- b) Examinar a dinâmica dos indicadores de crescimento físico e composição corporal após ajustes para o peso ao nascer, sexo e idade.

HIPÓTESES

HIPÓTESES

O crescimento físico e composição corporal de crianças não são afetados pelo peso ao nascer na passagem ao longo das idades.

O peso ao nascer altera a dinâmica de crescimento físico (peso e estatura corporal) e a composição corporal (% de gordura e massa isenta de gordura) durante a infância.

ARTIGO DE REVISÃO

Artigo de Revisão

Título: Peso ao nascer, crescimento e composição corporal de crianças: abordagens longitudinais.

Title: Birth weight, physical growth and body composition in children: longitudinal approaches.

Título resumido: Estudos longitudinais e peso ao nascer.

Marcela de França Verçosa¹; Carol Góis Leandro¹; Marcos André Moura dos Santos ^{1,2}.

¹ Núcleo de Educação Física e Ciências do Esporte, Centro Acadêmico de Vitória - CAV, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, Brasil.

² Escola Superior de Educação Física –ESEF, Universidade de Pernambuco, Recife, Brasil.

Autor correspondente:

Marcos André Moura dos Santos

Endereço: Rua Arnóbio Marques, 310. Escola Superior de Educação Física, Santo Amaro, CEP 50100-130- Recife, PE

e-mail: mmoura23@gmail.com

RESUMO

OBJETIVO: Examinar e sintetizar os principais resultados dos estudos com *design* longitudinal sobre a associação entre o crescimento físico (massa e estatura corporal), composição corporal (% gordura e massa isenta de gordura) e o peso ao nascer. **MÉTODOS:** Efetuou-se uma busca on-line nas bases de dados Pubmed (via *National Library of Medicine*) e Scielo para selecionar artigos que investigaram a relação entre peso ao nascer, o crescimento físico e a composição corporal em crianças e adolescentes, publicados entre os anos de 2000 a 2015. A qualidade dos artigos foi avaliada usando-se o *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE). **RESULTADOS:** Considerando o tempo de seguimento em cada estudo, foi verificado que o peso ao nascer apresentou associação com o ganho peso na infância e na idade adulta, aumento da massa de gordura, associação com o IMC e o desenvolvimento da obesidade. Por outro lado, foi observada uma associação negativa com as dobras de adiposidade subcutânea. **CONCLUSÃO:** Embora ainda seja controversa, a associação entre o crescimento físico, a composição corporal e o peso ao nascer, as crianças que nasceram com menor peso foram as que apresentaram maior quantidade de gordura durante a infância e na idade adulta e a distribuição central de gordura está associada com o peso ao nascer durante a infância. Este comportamento ocorre de maneira distinta entre os sexos.

DESCRIPTORIOS: Crescimento somático. Antropometria. Delineamentos longitudinais.

ABSTRACT

OBJECTIVE: To examine and summarize the main results of studies with longitudinal design on the association between physical growth (body mass and height), body composition (% fat and fat-free mass) and birth weight.

METHODS: It was conducted online search in the databases PubMed (via National Library of Medicine) and Scielo to select articles that investigated the association between birth weight, physical growth and body composition in children and adolescents published between the years 2000 to 2015.

RESULTS: The quality of the articles was assessed using the Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE). Considering the follow-up in each study, it was found that the birth weight was associated with weight gain in childhood and adulthood, increased fat mass, association with BMI and the development of obesity. **CONCLUSIONS:** Thus, although it is still controversial, the association between physical growth, body composition and weight at birth, children born weighing less showed the highest amount of fat during childhood and adulthood. The central fat distribution is associated with birth weight during childhood. This behavior occurs differently between the genders.

DESCRIPTORS: Somatic growth. Anthropometry. Longitudinal design.

INTRODUÇÃO

O crescimento físico é particularmente sensível às condições socioambientais, dentre as quais destacam-se: as doenças emergentes, os baixos níveis de atividade física, os diversos tipos de urbanização, disparidades em termos socioeconômicos e nos cuidados básicos de saúde, poluição, distintos hábitos nutricionais e as condições ao nascer ¹. Particularmente em relação à condição ao nascer, as respostas preditivas que estão associadas ao baixo peso ao nascer (BPN, ≤ 2.500 g) incluem o aumento da gordura corporal ainda na infância e o aparecimento de doenças metabólicas na vida adulta ².

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2006), crianças com baixo peso ao nascer (BPN) são aquelas nascidas com peso corporal entre 1.500 g e 2.499 g. Abaixo de 1.500 g, são consideradas extremo baixo peso. Já as crianças nascidas com o peso entre 3.000 g e 3.999 g são consideradas de peso normal, e crianças nascidas com mais de 4.000 g excesso de peso ³. Estas variações no peso ao nascer parecem ser influenciadas por uma série de fatores como, gestação mais curta e/ou retardo do crescimento intrauterino, diabetes gestacional, uso de fármacos, desnutrição, tabagismo, etilismo e outros ⁴.

Neste contexto, alguns estudos têm examinado a relação conjunta entre o crescimento físico, composição corporal, aptidão física e o BPN em crianças. Recentemente, nós verificamos que o BPN não deve ser considerado isoladamente um determinante biológico do crescimento físico, composição corporal e aptidão física em crianças ⁵. Contudo, o BPN é um forte indutor de déficits permanentes no desempenho em testes de aptidão física (força de preensão e velocidade) mesmo após o controle de covariáveis como: idade, massa magra e percentual de gordura corporal ⁵. Em outro estudo, foi verificado que o peso ao nascer prediz, significativamente, a altura, o índice de massa corporal e a massa livre de gordura, como também a performance em força e a velocidade de corrida ⁶. No entanto, os resultados destes estudos reportam uma condição marcada em um determinado período no tempo e não foram analisados de forma longitudinal.

O delineamento longitudinal puro (*i.e.* de grupo único) é considerado como a melhor estratégia para o estudo do crescimento, no qual medidas dos mesmos sujeitos são realizadas repetidamente em intervalos pré-

determinados⁷. Contudo, em função dos problemas associados ao delineamento puramente longitudinal, sobretudo, o tempo de recolha da informação, tem sido sugerido como alternativa o recurso a estudos com um delineamento longitudinal-misto, constituído por múltiplas coortes, com períodos de sobreposição e que possibilita a recolha da informação de forma mais célere. Uma vantagem do delineamento longitudinal-misto consiste na estimativa da magnitude dos efeitos da idade, coorte e período de medição/avaliação na análise da mudança intraindividual e diferenças entre sujeitos⁸. No entanto, quando examinarmos as associações encontradas nos estudos com delineamento puramente longitudinal ou longitudinal misto, estas relações parecem um tanto controversas

Assim, o objetivo do presente estudo foi examinar e sintetizar os principais resultados dos estudos com *design* longitudinal sobre a associação entre o crescimento físico (massa e estatura corporal), composição corporal (% gordura e massa isenta de gordura) e o peso ao nascer.

MÉTODOS

Foi realizada uma busca on-line de artigos nas bases de dados Pubmed (via *National Library of Medicine*) por meio de uma estratégia de busca com os seguintes descritores (palavras-chave): “*longitudinal studies*”, “*children*”, “*low birth weight*”, “*birth weight*”, “*body composition*” e possíveis combinações; concomitantemente, foi realizada uma busca na base de dados *Scielo* com os descritores referidos traduzidos para a língua portuguesa. A busca dos artigos foi realizada entre Março e Junho de 2015, pela primeira autora. Foram identificados 166 artigos a partir da estratégia de busca, cujos resumos foram examinados, para compor a amostra, de acordo com os seguintes critérios de inclusão: (i) artigos originais e disponíveis na íntegra (ii) publicações em periódicos nacionais ou internacionais e que considerassem em suas análises o peso de nascimento, crescimento somático e a composição corporal em crianças; (iii) publicados entre os anos 2000 a 2015 e (iv) estudos de carácter longitudinal ou longitudinal misto. Artigos (1) de revisão, ou (2) cuja amostra não tenha sido composta exclusivamente por crianças ou adolescentes, não foram selecionados. Após esta primeira análise os estudos que se enquadravam nos critérios de inclusão (54 artigos), foram analisados os

seguintes itens: (a) ano de publicação; (b) faixa etária estudada; (c) critérios para participar do estudo; (d) variáveis utilizadas; (e) duração do estudo.

Para a segunda etapa de seleção a qualidade dos estudos foi quantificada pelos critérios do STROBE – (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*)⁹, com especial consideração no “viés de seleção”, “viés de detecção” e “perda de seguimento”. Neste modelo de análise da qualidade dos estudos, cada um dos 22 critérios recebe uma pontuação de 0 a 1. Depois da avaliação de cada critério os artigos receberam uma nota de 0 a 22. Para facilitar a visualização dos resultados, cada artigo apresenta seu valor percentual, seguindo o modelo empregado por Mendes et al.¹⁰ no qual 50% foi o ponto de corte para considerar o estudo de boa ou má qualidade. De acordo com a nota, realizou-se a classificação ordinal dos estudos selecionados (Tabela 1). Os artigos que pareciam preencher todos os critérios de inclusão foram lidos na íntegra, e incluídos neste estudo de revisão.

INSERIR TABELA – 1

RESULTADOS

Após a seleção dos artigos, cinco artigos, com delineamento longitudinal cumpriram os critérios de inclusão e seleção propostos. O fluxograma da estratégia utilizada para a seleção dos estudos está descrita na Figura 1. Os estudos longitudinais que investigaram a associação do peso ao nascer com a composição corporal de crianças (Tabela 2) são provenientes de três continentes: América do Sul¹¹, América do Norte¹² e Europa¹³⁻¹⁵, representando seis países. A composição da amostra foi constituída por crianças de ambos os gêneros¹⁴⁻¹⁶. A dimensão observada nos estudos encontra-se compreendida entre um mínimo 31 e o de maior dimensão amostral foi de 10.683¹⁴, e o tempo de seguimento entre 4 a 33 anos^{12, 14}.

INSERIR FIGURA – 1

Entre os procedimentos estatísticos observados em cada estudo, foi possível identificar estratégias de análises distintas e que utilizaram diferentes variáveis para controle e ajuste. No estudo de Ericsson et al¹⁵ (2001) foi

utilizada a Análise de Regressão Logística utilizando variáveis contínuas ajustadas para o ano de nascimento e sexo. As variáveis altura, peso e IMC de cada criança foi convertida em Z-score ¹⁷. Foi realizada uma interpolação entre os sucessivos Z-score como uma função linear em cada idade dos 7 aos 15 anos. No estudo Parsons et al¹⁴ (2001) a associação entre peso ao nascer e o IMC foi analisada usando Modelos de Regressão Linear. A Linearidade foi testada utilizando uma função quadrática para o peso ao nascer. No estudo de Walker et al¹² (2002) a normalidade das variáveis foi testada e as variáveis que não apresentavam distribuição normal (IMC, dobras tricipital e subescapular e o % de gordura) sofreram transformação logaritmica. Assim, foram contruídos diferentes Modelos de Regressão Múltipla para cada medida antropométrica separadamente, como uma variável dependente, para determinar as diferenças entre os grupos.

Em outro estudo Wells et al ¹¹(2005) a amostra foi categorizada em quartis para o peso ao nascer. Para análise da Associação entre o início de crescimento e a composição corporal na infância foram utilizados os procedimentos de Análise de Variância (ANOVA) e Análise de Regressão Múltipla, controlado por fatores de confusão (*i.e*: duração do aleitamento materno, escolaridade materna, IMC e ganho de peso durante a gravidez, e a renda familiar). Análises não paramétricas foram utilizadas quando a variância dos quartis não foram homogêneas. Por fim, Ibanez et al¹³ (2011) realizou comparações utilizando teste – t e fazendo transformações logarítmicas quando necessário. Em seguida foram utilizadas Análises de Regressão Linear. Os aspectos metodológicos e principais resultados dos estudos longitudinais estão descritos na tabela -2.

INSERIR TABELA – 2

DISCUSSÃO

Sabe-se que o baixo peso ao nascer e o ganho de peso na primeira infância têm sido descritos como importantes preditores do aparecimento de distúrbios durante o crescimento e desenvolvimento ^{11, 18, 19}. No entanto, ao examinarmos as associações encontradas nos estudos com delineamento puramente longitudinal ou longitudinal misto, estas relações parecem um tanto

controversas, uma vez que é possível observar variações quanto à magnitude e sentido destas associações, que podem ser devido às diferentes faixas etárias e sexo estudado, os instrumentos utilizados na determinação do crescimento físico e da composição corporal, os valores de ponto de corte do peso ao nascer, e as estratégias de análises utilizadas. Além disso, a maior parte dos estudos não informa sobre o emprego de testes para avaliar o ajuste dos modelos, e assim, não teríamos elementos suficientes para avaliar se o modelo estatístico utilizado foi realmente o mais adequado.

Na presente revisão, os estudos analisados apresentaram heterogeneidade em muita de suas características, principalmente quanto às estratégias adotadas para examinar as associações com o peso ao nascer. Eriksson, Forsen et al¹⁵ (2001), analisou a associação entre o *tracking* (e.i. à noção de manutenção de posição relativa de valores de um dado grupo de sujeitos em função do tempo) da obesidade, o tamanho ao nascer e a trajetória de crescimento durante a infância, avaliada ao nascer, aos 7 anos, aos 15 anos e na idade adulta. Os indivíduos que desenvolveram obesidade, apresentaram uma maior velocidade de crescimento em relação ao peso, altura e consequentemente o IMC, desde o nascimento até a idade de 7 anos. Quando o peso ao nascer foi analisado como um preditor da obesidade, apenas o IMC foi considerado o preditor significativo da obesidade na idade adulta.

No estudo de Power et al¹⁴ (2001) foi examinada a influência do peso ao nascer sobre IMC, em diferentes fases da vida (7, 11, 16,23 e 33 anos de idade), e se esta relação persiste após o controle por diferentes fatores de confusão (idade gestacional, altura da mãe, nível socioeconômico, mãe fumante e idade materna). Foi observada uma relação linear positiva e fraca entre o peso ao nascer e o IMC. Porém esta relação passa a apresentar uma forma em *J*, com o avanço da idade, onde o maior IMC está relacionado ao maior peso ao nascer. Neste contexto, Raudenbush et al²⁰ (2011) destacam que um baixo coeficiente de variação para a faixa de valores de uma ou mais variáveis podem determinar um coeficiente de correlação próximo de zero quando se relaciona uma variável com a outra, afetando a direção destas relações.²⁰

No estudo de Walker et al¹² (2001) foram analisados os efeitos do peso ao nascer sobre o IMC, gordura corporal e distribuição de gordura de crianças entre 7 e 11 anos de idade agrupados entre os que apresentaram *deficits* de crescimento em estatura (-2 desvios padrão), comparativamente aos que não apresentaram. O peso ao nascer foi positivamente associado com o IMC, mas não se relacionou com a gordura corporal. Por outro lado, o peso ao nascer foi negativamente associado com as dobras de adiposidade subescapular e tricipital e a relação entre as dobras cutâneas (SubEsc / Tricipital) aos 11 anos de idade. Quando ajustados pelo peso ao nascer, o grupo de baixa estatura para idade permaneceu significativamente menor que as crianças com maior altura.

Em outro estudo, Wells, Hallal et al¹¹ (2005) examinaram a trajetória de crescimento em 172 indivíduos do sexo masculino acompanhados durante 9 anos e agrupados segundo o peso de nascimento, baixo peso ao nascer (< 2500g) e peso normal (> 2500g). Foi identificado que o peso ao nascer apresentou associação com a estatura e a massa magra, mas não com a massa gorda. O ganho de peso do nascimento aos seis meses (0 as 6 meses), está associado com a estatura e a massa magra tardia e com a prevalência de obesidade de acordo com o IMC, mas não com a gordura. Já o ganho de peso de 1 aos 4 anos foi associado com a gordura e massa magra tardia. Foi interessante observar que dos 4 aos 9 anos de idade, o ganho de peso foi fortemente associado com a adiposidade, mas não com a massa magra, mostrando um comportamento distinto ao que estava sendo verificado. Outro importante aspecto relativo aos achados deste estudo foi que a taxa de crescimento inicial não se correlacionou com a taxa de crescimento subsequente. Este resultado nos parece um tanto desafiador, ao pensarmos em modelos de predição sobre comportamentos subsequentes, uma vez que quando exposto a condições ambientais distintas, o crescimento físico parece responder de forma diferenciada.

Em outro estudo, Ibanez, Lopez-Bermejo et al¹³ (2011) acompanharam 31 meninas, subdivididas em dois grupos, nascidas pequenas para idade gestacional (PIG; n=18) com *catchup* de crescimento espontâneo e um grupo controle com meninas adequadas para idade gestacional (AIG; n=13). Aos 2 anos de idade as meninas foram comparadas em todos os marcadores do

estudo. Na análise realizada aos 8 anos, foi observado que todas as meninas se encontravam no estágio pré-puberdade, não sendo evidenciada uma influência do peso ao nascer. As meninas ganharam estatura, massa magra e conteúdo mineral ósseo de forma semelhante. Porém, aos 8 anos as meninas PIG apresentavam níveis elevados de insulina circulante, IGF-I (fator de crescimento semelhante à insulina), DHEAS (Dehidroepiandrosterona), Colesterol LDL, e leptina; e menor adiponectina HMW (Adiponectina Humana de Alto peso Molecular) e níveis de SHBG (Globulina ligadora dos hormônios sexuais); maior gordura total e visceral (sem serem obesas); e uma maior idade óssea. As meninas PIG tendem a seguir uma trajetória de desenvolvimento similar com relação ao peso e estatura, observadas as condições de nascimento.

Os resultados encontrados nos estudos analisados encontram suporte na literatura ao considerarmos que a persistência de efeitos, em sistemas ou mesmo tecidos distintos, torna difícil a determinação do (s) mecanismo (s) mais dominante. Um tema recorrente na fisiologia do desenvolvimento é que, embora o impacto inicial de um evento desencadeante possa ser relativamente sutil, os seus efeitos poderão ser ampliados ao longo do tempo, mas isso não significa que o evento pré-natal seja o único responsável.²¹ Nos primeiros anos de vida e após a recuperação nutricional há um aumento na taxa de crescimento (*catch-up*) que pode extrapolar o ganho de peso normal e ocorrer aumento da deposição de gordura.²² Este aumento da adiposidade pode levar à resistência à insulina e certamente, o risco de desenvolver a síndrome metabólica e um maior risco para doenças coronarianas precocemente na adolescência.²³ Contudo, estes diferentes efeitos observados não assumem um caráter determinista, e estratégias de intervenção que incluam a prática de atividade física nestas fases críticas de desenvolvimento são de interesse.

Por fim, um dos aspectos importantes a serem destacados na presente revisão, está relacionado aos procedimentos estatísticos propostos em cada estudo. Evidentemente, frente ao desenvolvimento dos modelos lineares generalizados e suas extensões, tornam as informações insuficientes e um tanto controversas. Além disso, a utilização de classificações gerando variável binária como resposta, é um limitante dos estudos analisados, pois respostas contínuas poderiam mostrar diferentes padrões de comportamento entre as

associações. Essa estratégia também limita a detecção de associações não lineares e efeitos dessa natureza não poderiam ser identificados em um modelo de respostas binário.

Outro ponto a ser discutido é o papel fundamental da abordagem dos estudos longitudinais com medidas repetidas que possibilitem identificar efeitos do peso ao nascer em diferentes períodos de vida, reforçando ou reduzindo seu papel. Ainda que diferentes variáveis possam ser contempladas em alguns dos estudos, tais como IMC dos pais, raça/etnia, escolaridade materna, ordem do nascimento e situação socioeconômica, poucos incorporaram métodos que permitem analisar o modelo de determinação das consequências do baixo peso ao nascer, modelando variáveis intervenientes, bem como estruturas de dependência próprias à análise de dados longitudinais.²⁴

CONCLUSÃO

O peso ao nascer está associado com as variáveis de crescimento físico e composição corporal. Todavia, estas associações apresentam comportamentos distintos quando acompanhadas de forma longitudinal. As estratégias de análises adotadas necessitam da utilização de modelos matemáticos-estatísticos modernos, flexíveis e eficientes, na interpretação da mudança intraindividual e as diferenças interindividuais.

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

1. Silva SPd, Beunen G, Freitas DLd, Maia JAR. Estudos longitudinais sobre o crescimento somático e desempenho motor: delineamentos, desafios, necessidades. *Rev bras cineantropom desempenho hum*. 2013;15(1):130-43.
2. Barker DJ, Osmond C, Forsen TJ, Kajantie E, Eriksson JG. Trajectories of growth among children who have coronary events as adults. *N Engl J Med*. 2005 Oct 27;353(17):1802-9. PubMed PMID: 16251536. Epub 2005/10/28. eng.
3. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Garza C, Yang H. Comparison of the World Health Organization (WHO) Child Growth Standards and the National Center for Health Statistics/WHO international growth reference: implications for

child health programmes. Public health nutrition. 2006 Oct;9(7):942-7. PubMed PMID: 17010261. Epub 2006/10/03. eng.

4. Yu ZB, Han SP, Zhu GZ, Zhu C, Wang XJ, Cao XG, et al. Birth weight and subsequent risk of obesity: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2011 Jul;12(7):525-42. PubMed PMID: 21438992. Epub 2011/03/29. eng.

5. Moura-Dos-Santos M, Wellington-Barros J, Brito-Almeida M, Manhaes-de-Castro R, Maia J, Gois Leandro C. Permanent deficits in handgrip strength and running speed performance in low birth weight children. *Am J Hum Biol*. 2013 Jan-Feb;25(1):58-62. PubMed PMID: 23132832. Epub 2012/11/08. eng.

6. Moura-Dos-Santos MA, De Almeida MB, Manhaes-De-Castro R, Katzmarzyk PT, Maia JA, Leandro CG. Birthweight, body composition, and motor performance in 7- to 10-year-old children. *Developmental medicine and child neurology*. 2014 Dec 19. PubMed PMID: 25530042. Epub 2014/12/23. Eng.

7. Menard S. Longitudinal research: Sage; 2002.

8. Van Mechelen W, Mellenbergh G. Problems and solutions in longitudinal research: from theory to practice. *International journal of sports medicine*. 1997;18:S238-45.

9. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. [The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies]. *Revista espanola de salud publica*. 2008 May-Jun;82(3):251-9. PubMed PMID: 18711640. Epub 2008/08/20. Declaracion de la iniciativa STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology): directrices para la comunicacion de estudios observacionales. spa.

10. Mendes KG, Theodoro H, Rodrigues AD, Olinto MT. [Prevalence of metabolic syndrome and its components in the menopausal transition: a systematic review]. *Cadernos de saude publica*. 2012 Aug;28(8):1423-37. PubMed PMID: 22892963. Epub 2012/08/16. Prevalencia de síndrome metabólica e seus componentes na transição menopausica: uma revisão sistematica. por.

11. Wells JC, Hallal PC, Wright A, Singhal A, Victora CG. Fetal, infant and childhood growth: relationships with body composition in Brazilian boys aged 9

years. *Int J Obes (Lond)*. 2005 Oct;29(10):1192-8. PubMed PMID: 16103893. Epub 2005/08/17. eng.

12. Walker SP, Gaskin P, Powell CA, Bennett FI, Forrester TE, Grantham-McGregor S. The effects of birth weight and postnatal linear growth retardation on blood pressure at age 11-12 years. *Journal of epidemiology and community health*. 2001 Jun;55(6):394-8. PubMed PMID: 11350995. Pubmed Central PMCID: 1731923. Epub 2001/05/15. eng.

13. Ibanez L, Lopez-Bermejo A, Diaz M, de Zegher F. Catch-up growth in girls born small for gestational age precedes childhood progression to high adiposity. *Fertility and sterility*. 2011 Jul;96(1):220-3. PubMed PMID: 21549368. Epub 2011/05/10. eng.

14. Parsons TJ, Power C, Manor O. Fetal and early life growth and body mass index from birth to early adulthood in 1958 British cohort: longitudinal study. *BMJ*. 2001 Dec 8;323(7325):1331-5. PubMed PMID: 11739217. Pubmed Central PMCID: 60670. Epub 2001/12/12. eng.

15. Eriksson J, Forsen T, Tuomilehto J, Osmond C, Barker D. Size at birth, childhood growth and obesity in adult life. *International journal of obesity and related metabolic disorders : journal of the International Association for the Study of Obesity*. 2001 May;25(5):735-40. PubMed PMID: 11360158. Epub 2001/05/22. eng.

16. 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 Jun;5(3):391-6. PubMed PMID: 12003649. Epub 2002/05/11. eng.

17. Royston P. Constructing time-specific reference ranges. *Statistics in medicine*. 1991 May;10(5):675-90. PubMed PMID: 2068420. Epub 1991/05/01. eng.

18. Majcher A, Pyrzak B, Bielecka-Jasiocha J, Witkowska-Sedek E. [Low birth weight--additional important factor of diagnosis in children with short stature]. *Pediatr Endocrinol Diabetes Metab*. 2010;16(3):148-52. PubMed PMID: 21092691. Epub 2010/11/26. Mala urodzeniowa masa ciała--dodatkowy ważny czynnik w diagnostyce niedoboru wzrostu u dzieci. pol.

19. Chomtho S, Wells JC, Williams JE, Davies PS, Lucas A, Fewtrell MS. Infant growth and later body composition: evidence from the 4-component

model. *Am J Clin Nutr.* 2008 Jun;87(6):1776-84. PubMed PMID: 18541568. Epub 2008/06/11. eng.

20. Raudenbush SW, Bryk AS, Cheong YF, Congdon RT, M. dT. Hierarchical linear and nonlinear modeling. SSI International Lincolnwood USA. 2011.

21. Lopes AAT, Tani. G, Maia. JAR. Neuromotor performance, prematurity and low birth weight. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2011 Dec/Jan;1(13):73-81. Epub 2010/09/15.

22. Martins VJ, Toledo Florencio TM, Grillo LP, do Carmo PFM, Martins PA, Clemente AP, et al. Long-lasting effects of undernutrition. *Int J Environ Res Public Health.* 2011 Jun;8(6):1817-46. PubMed PMID: 21776204. Pubmed Central PMCID: 3137999. Epub 2011/07/22. eng.

23. Barker DJ. The intrauterine environment and adult cardiovascular disease. *Ciba Found Symp.* 1991;156:3-10; discussion -6. PubMed PMID: 1855414. Epub 1991/01/01. eng.

24. Twisk JW. Applied longitudinal data analysis for epidemiology: a practical guide: Cambridge University Press; 2013.

Tabela 1. Características dos estudos longitudinais incluídos na revisão.

Autor (Ano)	Periódico de Publicação	Faixa Etária (anos)	N	Duração (anos)	Pontuação <i>Strobe</i>	Classificação Percentual (%)
Eriksson et al.,(2001)	International Journal of Obesity	7 anos	1.552 ♂ 2.107 ♀	15 anos	16	80%
Parsons et al., (2001)	British Medical Journal	7 anos	5.375 ♂ 5.308 ♀	33 anos	18	90%
Walker et al., (2001)	Public Health Nutrition	7 - 11 anos	169 ♂ 137 ♀	4 anos	18	90%
Wells et al., (2005)	International Journal of Obesity	9 anos	172 ♂	9 anos	19	95%
Ibáñez et al., (2011)	American Society for Reproductive Medicine	8 anos	31 ♀	6 anos	17	85%

Tabela 2. Aspectos metodológicos e resultados dos estudos longitudinais

População	Autor, Ano, País	Objetivos	Amostra	Instrumentos	Resultados
América do Sul	Wells et al (2005) Brasil	Testar a hipótese de que o peso ao nascer apresenta associação com a composição corporal na infância.	172 meninos (acompanhados longitudinalmente desde o nascimento até os 09 anos).	Mensurações da altura e peso. Avaliação da composição corporal por impedância.	Ganho de peso dos 4 aos 9 anos foi fortemente associado com a adiposidade, mas não com a massa magra.
	Ibáñez et al (2011) Barcelona	Estudar, em toda a infância, as características de meninas pequenas para a idade gestacional (PIG) com catchup espontâneo.	31 meninas com idade de 2 a 8 anos	Altura, peso, glicemia de jejum, insulina, composição corporal por meio de densitometria (2-8 anos); gordura visceral por ressonância magnética (6-8 anos); idade óssea (por leitura automatizada), hormônio sexualglobulina, DHEAS, e leptina (8 anos).	Entre 2 e 8 anos, meninas pré-púberes, AIG e PIG, ganharam estatura, massa magra. Aos 8 anos, meninas PIG apresentaram maior massa gorda (sem sobrepeso e obesidade).
Europa	Parsons et al (2001) Inglaterra	Determinar a influência do peso ao nascer, IMC em diferentes fases da vida e o papel dos indicadores de crescimento fetal (peso ao nascer em relação ao tamanho parental) e crescimento na infância.	10.683 participantes dos 7 aos 33 anos	Índice de massa corporal medidas nas idades de 7,11, 16, 23 e 33 anos.	A relação entre peso ao nascer e massa corporal foi positiva e fraca. Na infância, apenas nos meninos o crescimento foi maior entre os que apresentaram menor peso ao nascer.
	Erickson et al (2001) Finlândia	Avaliar a associação entre obesidade, o tamanho ao nascer e o crescimento durante a infância.	3659 indivíduos, com avaliações aos nascer, aos 7 aos 15 anos e na idade adulta.	Tamanho e peso ao nascer e altura, peso e IMC na infância.	A incidência de obesidade cumulativa foi de 34,2 % em homens e 33,9 % nas mulheres. A incidência aumentou com o aumento do peso ao nascer. Estas associações foram estatisticamente significativas apenas entre os homens. Com a idade de 7 anos os pesos médios, alturas e IMC dos indivíduos que se tornaram obesos mantiveram-se acima da média.
	Walker et al (2001) Jamaica	Determinar os efeitos do peso ao nascer no IMC, gordura corporal e distribuição de gordura nas idades de 7 e 11 anos.	116 crianças de 7 aos 11 anos	Altura, peso, circunferência do braço, dobras cutâneas triptipal e subescapular.	O peso ao nascer foi positivamente relacionado ao IMC das crianças, mas não para medidas de gordura corporal. O peso ao nascer foi negativamente associado com as dobras cutâneas subescapular / tríceps com relação com a idade de 11 anos, e com a mudança entre 7 e 11 anos.

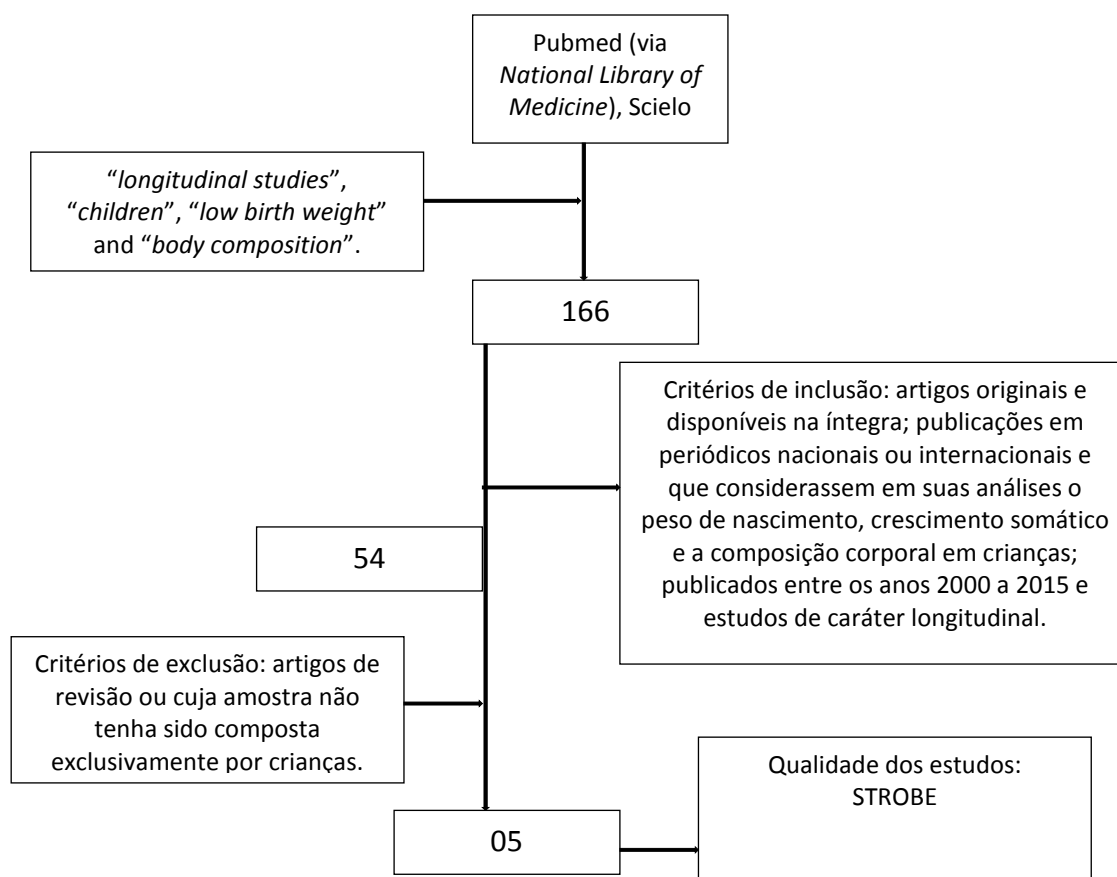


Figura 1. Fluxograma dos estudos incluídos na revisão.

MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da Amostra

Este estudo caracteriza-se como do tipo longitudinal-misto, onde foi realizada uma análise dos dados obtidos entre os anos de 2009 a 2012, de uma amostra composta por 534 escolares nas idades entre 7 e 10 anos na primeira coorte (2010), de ambos os sexos, que foram seguidos nos anos subsequentes (2011; n=223; 2012; n=115). Todas as crianças são oriundas do “Projeto Crescer com Saúde em Vitória de Santo Antão – PE”, desenvolvido desde 2009 na cidade de Vitória de Santo Antão, localizada à 55 km de distância do Recife, na Zona da Mata Sul do estado de Pernambuco (Figura – 1). O projeto Crescer com Saúde tem analisado características referentes ao crescimento somático, composição corporal, coordenação motora, aptidão física e nível de atividade física habitual de escolares da rede municipal de ensino.

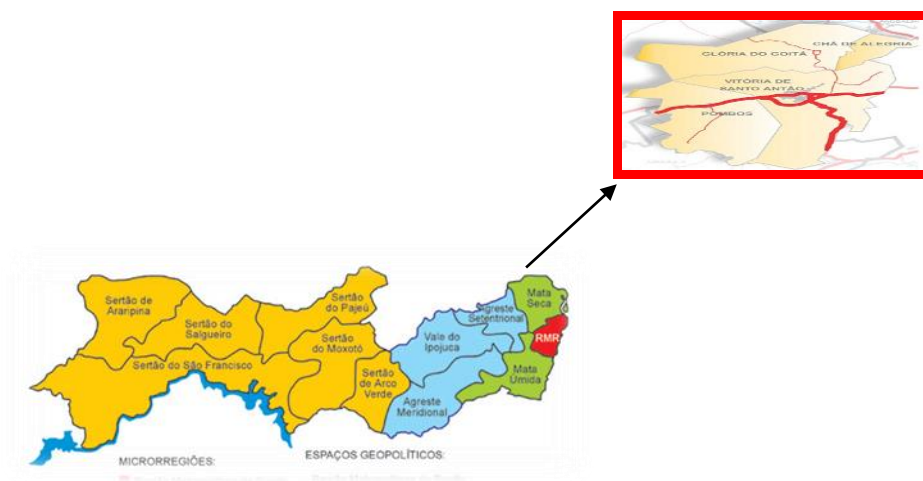


Figura 1 – Mapa da configuração geográfica de Vitória de Santo Antão/PE. (IBGE, 2012).

O tamanho da amostra para a primeira coleta de dados foi estimado no programa Epi Info, 6.0 dadas às seguintes condições: uma margem de erro de $\pm 5\%$ e o intervalo de confiança de 95%, estimando-se um risco de 2.0 para eventos de baixo peso ao nascer em relação a crianças nascidas com peso normal (ou seja, 2:1). Assim, estimou-se um total de 474 crianças (sendo: 158 BPN e 316 PN). No entanto, foi possível avaliar 534 crianças (meninos: 278 e 256 meninas), nascidas na Cidade de Vitória de Santo Antão, condição estabelecida para participação nesse estudo. A Tabela 2 ilustra o delineamento adotado com sobreposição de coortes aos 7, 8, 9 e 10 anos de idade.

Tabela 2 - Estrutura básica do delineamento longitudinal-misto.

	07	08	09	10
Coorte 1 (n =534) Coleta 1- 2010	(Nascidos em 2003) n = 123	n = 143	n = 155	n = 113
Coorte 2 (n=223) Coleta 2 – 2011		08 (Nascidos em 2003) n = 67; omissos = 56	09 n = 95; omissos = 48	10 n = 60; omissos = 95
Coorte 3 (n=115) Coleta 3 – 2012			09 (Nascidos em 2003) n = 24; omissos = 32	10 n = 63; omissos = 32

Os protocolos de avaliação dos indicadores estudados no âmbito do “Projeto Crescer com Saúde em Vitória de Santo Antão/PE” foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Pernambuco, sob número: **Of. N° 231/2009 – CEP/CCS. Registro do SISNEP FR – 261629 CAAE – 0175.0.172.000-09. Registro CEP/CCS/UFPE N° 178/09** (Anexo A). Os pais ou responsáveis pelas crianças envolvidas na pesquisa referente à amostra longitudinal assinaram um “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” (Anexo B).

Descrição e operacionalização das variáveis estudadas

Peso ao nascer

O peso ao nascer foi obtido através de dados fornecidos a partir da declaração de nascido vivo ou o registro do peso da criança por ocasião do nascimento e confrontados com o banco de dados de nascidos em Vitória de Santo Antão entre os anos de 1999 a 2003. Para análise neste estudo foi considerado o range do peso ao nascer entre 1000 g a 5.100 g (Tabela 3).

Tabela 3 – Número de total de indivíduos estratificados por peso ao nascimento, gênero e idade cronológica (anos) da primeira coorte.

Peso de Nascimento				
Idade (anos)	N	Mínimo (g)	Máximo (g)	X ± dp
<i>Masculino</i>				
7 anos	67	1.250	5.100	2.967±0.8
8 anos	75	1.239	4.850	3.139±0.7
9 anos	78	1.086	5.100	3.079±0.7
10 anos	58	1.455	3.950	3.122±0.5
Total	278	-	-	-
<i>Feminino</i>				
7 anos	70	1.730	4.300	3.007±0.5
8 anos	65	1.260	4.100	3.000±0.5
9 anos	80	1.800	4.100	3.087±0.5
10 anos	41	1.000	4.000	3.037±0.6
Total	256	-	-	-

Antropometria e Composição Corporal

As seguintes medidas antropométricas foram avaliadas: peso corporal, estatura e dobras de adiposidade subcutâneas. O peso corporal foi obtido utilizando-se uma balança de plataforma (Filizola, São Paulo, Brasil) com capacidade máxima de 150 Kg e precisão de 100 g. O avaliado posicionou-se em pé, de costas para escala de medidas da balança, ficando em posição ortostática,

levemente vestidos (calção e camisa). A estatura foi medida pela distância entre os dois planos que tangenciam o vértex (ponto mais alto da cabeça) e a planta dos pés, com a cabeça orientada no plano de *Frankfurt*, com o indivíduo descalço, utilizando-se de um estadiômetro (Sanny, São Paulo, Brasil) com uma escala de medida com precisão de 0,1 cm. As medidas antropométricas seguem o padrão *ISAK*, “*International Society for the Advancement of Kinanthropometry*” (MARFELL-JONES, STEWART et al. 2012)

Para avaliação da composição corporal das crianças foram utilizadas as medidas de dobras de adiposidade subcutânea. Para obtenção dos valores, utilizou-se um adipômetro de marca Lange, de precisão de 0,1mm. Essa técnica consiste em destacar uma camada de pele e gordura de forma que exclua o músculo subjacente. O calibrador exerce uma pressão constante de 10 g/mm². Todas as avaliações foram realizadas no hemicorpo direito do avaliado na região tricipital e subescapular e repetida duas vezes em cada local em todos os alunos analisados, ocorrendo uma terceira medição sempre que a diferença entre a primeira e a segunda medição exceder 5%. No final, foi extraída a média aritmética entre os dois valores mais próximos obtidos. Todo o protocolo de medição foi realizado segundo padronização sugerida por Lohman (LOHMAN 1986).

Cálculo de indicadores da composição corporal

A partir das medidas antropométricas foram realizados os seguintes cálculos para estimar a composição corporal das crianças:

$$\text{Índice de Massa Corporal (IMC)} = \text{massa corporal (Kg)} / \text{estatura}^2 \text{ (m)}$$

$$\Sigma \text{ de dobras e adiposidade: } D_{\text{Tric}} + D_{\text{Sub}}.$$

Para o cálculo do percentual de gordura corporal (%GC) foram utilizadas as equações descritas na Tabela 4.

Tabela 4 - Equações de predição da percentagem de gordura (LOHMAN AND GOING 2006).

Σ TRÍCEPS E SUBESCAPULAR (< 35mm)	
% gordura corporal =	$1,35 \times (\Sigma \text{tric+sub}) - 0,012(\Sigma \text{tric+sub})^2 - 3,4$ (Masculino)
% gordura corporal=	$1,33 \times (\Sigma \text{tric+sub}) - 0,013(\Sigma \text{tric+sub})^2 + 2,5$ (Feminino)
Σ TRÍCEPS E SUBESCAPULAR (> 35mm)	
% gordura corporal =	$0,783 \times (\Sigma \text{tric+sub}) + 2,2$ (Masculino)
% gordura corporal =	$0,546 \times (\Sigma \text{tric+sub}) + 9,7$ (Feminino)

A partir dos valores do percentual de gordura corporal, foram calculados os valores de massa gorda (MG) e massa magra (MM) de acordo com Lukaski (LUKASKI 1987).

$$\text{MG (kg)} = \text{massa corporal (kg)} \times \% \text{ gordura corporal} / 100$$

$$\text{MM (kg)} = \text{massa corporal (kg)} - \text{massa gorda}$$

Controle da qualidade dos dados

O controle dos dados passou por um conjunto variado de etapas de modo a garantir a maior qualidade possível da informação obtida. Para a primeira coleta foram apresentados, da forma mais detalhada possível, o conteúdo e alcance do projeto, bem como os detalhes da estrutura de avaliação das variáveis antropométricas e da composição corporal. Todos os membros das equipes passaram por um período de treinamento, onde testaram cada um dos procedimentos em si próprios, como também em um grupo de crianças pertencentes à referida comunidade. Os problemas e questões relatadas nesta etapa foram solucionados pelos responsáveis do projeto. Foi realizado um teste piloto pelas equipes de avaliação, garantindo que a amostra a ser testada (aproximadamente 20 sujeitos) fosse dos dois gêneros e composta por alunos dentro da faixa etária estabelecida para o estudo (7 a 10 anos de idade). Para os anos seguintes a mesma equipe de avaliadores continuou realizando a recolha das informações. Como último procedimento para controle da qualidade da

informação, após o início da coleta de dados (21 dias) foi realizado um reteste com aproximadamente 10% do total da amostra, coletada até o período. O coeficiente de correlação intraclass (R) e os respectivos intervalos de confiança (95%) foram utilizados para estimar a fiabilidade dos dados (Tabela 5). No sentido genérico do termo, fiabilidade reflete a noção de consistência de um padrão de comportamento dos mesmos sujeitos que são avaliados em diferentes momentos do tempo. No presente estudo, a fiabilidade foi estimada a partir do erro técnico de medida (ETM) e o coeficiente de correlação intraclass (R). Espera-se que esses valores, que se situam entre 0 e 1, sejam os mais elevados possíveis, e que amplitude do intervalo de confiança de R seja muito pequeno garantindo a elevada precisão das estimativas e reprodução do seu verdadeiro universo de competência.

Tabela 5 - Estimativas de fiabilidade dos diferentes testes e medidas realizados (valores de correlação intraclass (R) que se situam, sempre, entre 0 e 1).

Variável	ETM	R	95% IC
<i>Medidas Somáticas</i>			
Peso (Kg)	0.41	0.99	0.98 a 1.00
Estatuta (cm)	0.43	0.99	0.98 a 1.00
<i>Composição corporal</i>			
Dobra Tricipital (mm)	0.52	0.99	0.95 a 0.99
Dobra Subescapular (mm)	0.58	0.99	0.95 a 0.99

Estratégia de análise

A modelação da mudança ocorrida nos valores da estatura, peso, massa gorda e massa isenta de gordura foi efetuada com recurso a modelos mistos, também designados por modelos multinível bem descritos, por exemplo, em Hedeker e Gibbons (2008) (HEDEKER, GIBBONS et al. 2008). Assim, para modelar a mudança em função da idade decimal centramos o seu valor na média, i.e., em 9,21 anos por ser uma valor relativamente próximo da média de ocorrência do *take-off*

pubertário das meninas. Face à limitação temporal do delineamento, não fomos além de um modelo linear (i.e., tendência de mudança expressa por uma reta) considerando, também, variabilidade nas diferenças interindividuais na mudança intraindividual; adicionamos, também, o efeito de um conjunto de preditores: sexo (referência=meninas), o peso ao nascer (centrado na média=3.08 kg), e a interação do sexo com a idade. A estimação simultânea de todos os parâmetros de cada um dos modelos foi efetuada com base no método de máxima verossimilhança implementado no *software* SuperMix v1 (HEDEKER, MERMELSTEIN et al. 2008). A especificação algébrica desse tipo de modelos pode ser encontrada em (HEDEKER, GIBBONS et al. 2008). Face ao relaxamento dos pressupostos da equidistância das medições, bem como da presença de informação completa (LAIRD AND WARE 1982), esse modelo é suficientemente flexível para produzir estimativas eficientes e precisas (HEDEKER, GIBBONS et al. 2008).

RESULTADOS
ARTIGO ORIGINAL

Original Article

TITLE: Association of birth weight with children growth and body composition: A mixed-longitudinal study

Birth weight and body composition in children.

Marcela de França Verçosa¹; José António Ribeiro Maia²; Carol Virginia Góis Leandro^{1,3}; Marcos André Moura dos Santos¹

¹Department of Physical Education and Sports Science, CAV, Federal University of Pernambuco, Vitoria de Santo Antao, Brazil.

² CIFI²D, Faculty of Sport, University of Porto, Porto, Portugal

³ Department of Nutrition, Federal University of Pernambuco, Recife

Corresponding author:

Marcos André Moura dos Santos

School of Physical Education, University of Pernambuco, Pernambuco, Brazil. Arnobio Marques street, 310, Santo Amaro, Recife, Pernambuco, Brazil. CEP: 50100-130.

e-mail: mmoura23@gmail.com; marcelavercosa@hotmail.com; jmaia@fade.up.pt; carolleandro22@gmail.com

ABSTRACT

Objective: To examine the influence of birth weight on the dynamics of physical growth (body weight and height) and body composition (percentage of body fat and lean mass) during childhood. **Methods:** A longitudinal study of 534 children of both gender between 7 and 10 years. They were assessed: body weight, height, triceps and subscapular folds of fat. Data were analyzed based on Multilevel Modeling. To model the change according to the age decimal focused its value in average of 21.9 years. It was added the effect of a set of predictors sex (reference = girls), birth weight (average centered = 3.08 kg), and gender interaction with age. **Results:** It was found that children with higher birth weight are heavier ($\beta = 1.92 \pm 0.46$, $p < 0.001$). Children with lower birth weight are those with greater fat mass percentage ($\beta = 0.78 \pm 0.27$, $p = 0.003$). On average, children with higher birth weight are those with higher lean mass values ($\beta = 1.4 \pm 0.25$, $p < 0.001$). There was an association between birth weight and physical growth variables (weight and height) and body composition (fat mass (%) and fat-free mass). **Conclusions:** Children who had higher birth weight showed greater growth dynamics in height, body weight and lean mass. On the other hand, children with lower birth weight showed a decrease in lean mass and a higher percentage of fat over the ages.

Keywords: Childhood, anthropometry, modeling, longitudinal.

INTRODUCTION

Physical growth is a process resulting from the multiplication and differentiation, which leads to progressive changes in the body dimensions as a whole or to specific parts thereof, and conditioned to the time factor, and characterized by steps which are described from birth to adulthood.¹ This process is one of the best health indicators of children, reflecting their living conditions in the past and in the present.² In this context, the postnatal growth results from factors such as heredity, socioeconomic and environmental conditions and during childhood, there may be differences in gender, age and birth weight.³

As for birth weight, some authors have reported an inverse relationship between weight gain and the size at birth^{4, 5} as the average weight increase and length in the first months of life is higher in infants of lower weight when compared to higher birth weight^{3, 6} with the prevalence of weight gain compared to linear growth.³

In recent decades, studies have linked birth weight to high levels of fat mass during childhood, indicating an increased risk for the onset of obesity as well as a higher degree of incidence of cardiovascular diseases.^{7, 8} Recently, we found that the low birth weight should not be considered in isolation a biological determinant of physical growth, body composition and physical fitness in children.⁹ However, low birth weight is a strong inducer of permanent deficits in performance on tests physical fitness (handgrip strength and speed race) even after the control covariates such as age, lean mass and body fat percentage.⁹ In another study, it was found that birth weight predicts significantly, height, body mass index and fat-free mass, as well as the performance in strength and running speed.¹⁰ However, the results of these studies report a condition marked in a certain period in time and were not analyzed longitudinally.

However, these associations have different behaviors when accompanied longitudinally. Thus, the adopted analysis strategies call for the use of mathematical-statistical models modern, flexible and efficient in the interpretation of intraindividual change and interindividual differences. Thus, this study aims to examine the influence of birth weight on the dynamics of physical growth (body weight and height) and body composition (percentage of body fat and lean mass) during childhood.

METHODS

Sample

The data used in this study are from a research project that has been conducted in Vitoria de Santo Antao, a city in the state of Pernambuco, in Brazil Northeast. Based on a longitudinal-mixed design three distinct sub-samples of children were studied at the same time, covering a period of collection of information 2010 - 2012. The sample that provided the data for this article consists of three cohorts old: the first was examined from 7 to 10 years; the second from 8 to 10 years; and the third from 9 to 10 years (Table 1).

(Table 1)

The selection of the sample was stratified way, taking into account the representation of the same in relation to the total population of children and youth in this age group, born in the city and regularly enrolled in public schools. In this context, we selected eight public schools located in the urban area of Vitoria de Santo Antao who had structural conditions for carrying out all the procedures of evaluation. Children belonging to these schools were made to the simple random study, respecting the previous membership thereof and authorization of their parents or guardians direct. All children in the study had the free and informed consent form signed. This

study was approved by the Research Ethics Committee in Human Beings of the Federal University of Pernambuco, under number: Of No. 231/2009 - CEP / CCS. Registration SISNEP FR - 261 629 CAAE - 0175.0.172.000-09. Registration CEP / CCS / UFPE No. 178/09.

BIRTH WEIGHT

Birth weight was nominated by parents or legal guardians of children from the requested record in the free and informed consent form (FICF), which was later confronted with the Bank of live birth data in Vitoria de Santo Antao.

ANTHROPOMETRY AND BODY COMPOSITION

Anthropometric measurements were conducted in accordance with the procedures described by Lohman.¹¹ Weight was measured on a balance accurate to 100g (Filizola, São Paulo, Brazil), and the height with a portable stadiometer accurate to 0.1 cm (Sanny, São Paulo, Brazil). Body mass index was calculated by dividing body weight by height squared [weight (kg) / height ² (m)].

To estimate body composition, we used the two-compartment model (fat mass and lean mass). The skinfold thickness was measured with a caliper with an accuracy of 0.1 mm Lange (Lange, Santa Cruz, California), with constant pressure of 10g / mm². The collection points were the triceps and subscapular skinfolds, using the equations described previously.¹² The measures were performed in triplicate and adopted as the median value. The relative body fat was estimated from the model proposed by Lohman and Going (2006).¹² Fat mass (FM) was calculated from the relationship between body weight and body fat percentage and expressed in kilograms. The fat-free mass is calculated from the difference between the body weight and fat mass and expressed in kilograms.

Data quality control

The quality control data was carried out by a retest with 10% of the total sample. The technical error of measurement (TEM) and the intraclass correlation coefficient (R) were used to estimate the reliability of the data. The ETM for anthropometric measurements was 0.41kg for body weight for height 0.43cm, 0.52mm and 0.58mm for measures triceps and subscapular, respectively. The intra confidence interval (ICC) were as follows: height, $R = 0.99$ (95% CI: 0.98 - 1.00); body weight, $R = 0.99$ (95% CI 0.98 - 0.99); fold triceps, $R = 0.99$ (95% CI: 0.98 to 0.99) and subscapulars, $R = 0.98$ (95% CI: 0.97 to 0.99).

Analysis strategy

The modeling of the change occurring in the values of height, weight, fat mass and fat free mass was performed using mixed models, also called multilevel models, for example, Hedeker and Gibbons (2008).¹³ Thus, modeling the change in function of age decimal we focus on average their value, i.e, at 9.21 years to be a value relatively close to the average occurrence of take-off pubertal girls. Given the temporal limitation of the design, we were apart from a linear model (i.e, change expressed by a straight trend) also considering variability in interindividual differences in intra-individual change; added, too, the effect of a set of predictors gender (reference = girls), birth weight (average centered = 3.08 kg), and gender interaction with age. The simultaneous estimation of all the parameters of each model was made based on the maximum likelihood method implemented in software v1 SuperMix.¹³ The algebraic specification of this type of designs can be found in Hedeker.¹³ In view of the relaxation of equidistance the assumptions of measurements as well as the presence of full information¹⁴, this model is flexible enough to produce efficient and accurate estimates.¹³

In the individual intra sub model, or repeated measurements, the trajectory of the change can be written, for example, by a polynomial function of time:

$$Y_{ti} = \beta_{0i} + \beta_{1i} T_{ti} + \beta_{2i} T_{ti}^2 + \dots + \beta_{pi} T_{ti}^p + e_{ti}$$

Where Y_{ti} is the dependent variable for the individual, "i" at time "t", β are coefficients of the polynomial of degree p (β_{0i} is the value in the "intercept" or "baseline" - whose temporal metric is usually centered on the baseline, and hence the attribution of meaning to the value 0; the β_{1i} , β_{2i} , ..., β_{pi} are the parameters of individual change of trajectory of the descriptors "i"); the TSI is the random error. The level one predictor variable is the time, represented by the equation T_{ti} and can for example be described by the age of the individual "i" at time "t". The power T_{ti}^g (where $g=1, 2, \dots, p$) is the order of the polynomial function, specifically a linear, quadratic, cubic, or more complex.

RESULTS

Table 2 shows the descriptive characteristics (mean and standard deviation) of the sample in each cohort.

(Table 2)

The main results of the adjustment models to change verified in height, weight, fat mass (%) and fat-free mass are described in Table 3. In average height girls to 9.21 years of age is 153.22 cm, and the boys are lower about 1 cm ($\beta = -1.14 \pm 0.55$, $p = 0.038$). The current speed of growth is height of 5.76 cm and is always higher in girls (the interaction is significant, $\beta = -1.16 \pm 0.23$, $p < 0.001$). On average, children higher birth weight are higher ~ 2 cm ($\beta = 1.54 \pm 0.44$, $p < 0.001$). There interindividual variability in stature values in the intercept, i.e, in children of 9.21 years (variance = 42.96 ± 2.87 , $p < 0.001$) as well as in their paths to change soon age (variance = 1, $18 \pm$

0.34, $p = 0.001$) and illustrated in Figure 1. There is no significant relationship between the values stature 9.21 years and the growth rate (covariance = 1.23 ± 0.76 , $p = 0.105$; correlation coefficient = 0.17).

(Figure 1)

Relative to body weight, the average value of 9.21 year-old girls is 32.60 kg, with no significant difference compared to boys ($\beta = -0.87 \pm 0.61$, $p = 0.154$). The instantaneous speed increase of weight is 4.26 kg to 9.21 years, which is lower in the boys about 1 kg (significant interaction, $\beta = -0.95 \pm 0.26$, $p < 0.001$). On average, children with higher birth weight are also the heaviest ~ 2 kg ($\beta = 1.92 \pm 0.46$, $p < 0.001$). There interindividual variability in weight to 9.21 years (variance = 55.01 ± 3.63 , $p < 0.001$) and in its shift to the right trajectories of age (variance = 2.62 ± 0.47 , $p = 0.001$) and illustrated in Figure 2. The heavier children are to 9.21 years of age, the higher is the weight increase rate (covariance = 8.03 ± 0.76 , $p < 0.001$; correlation = 0.67).

(Figure 2)

In fat mass, expressed in percentage terms, the average of 9.21 year-old girls is 8.08, with a significant difference with the boys ($\beta = -1.52 \pm 0.36$, $p < 0.001$). The current speed of % fat mass increase is 0.68 to 9.21 years, which is lower in the boys (with no significant difference, $\beta = -0.20 \pm 0.16$, $p = 0.207$). On average, children with lower birth weight are also those with the highest % of fat mass ($\beta = 0.78 \pm 0.27$, $p = 0.003$). There interindividual variability in fat mass % to 9.21 years (variance = 19.27 ± 1.28 , $p < 0.001$) as well as in their paths to change soon age (variance = 1.19 ± 0.19 , $p < 0.001$) and illustrated in Figure 3. The greater the amount of fat mass (%) children at the age of 9.21, the higher is its increment (covariance = 3.29 ± 0.39 , $p < 0.001$; correlation = 0.68).

(Figure 3)

Relative to fat-free mass, the average value of 9.21 years of age girls is 24.46, and the children have lower values ($\beta = -0.77 \pm 0.33$, $p = 0.018$). The mass increase of fat-free instantaneous velocity is 0.57 kg to 9.21 years, being higher in boys ($\beta = -0.70 \pm 0.16$, $p = 0.018$). On average, children with higher birth weight are also those with higher lean mass values ($\beta = 1.04 \pm 0.25$, $p < 0.001$). There interindividual variability in fat-free mass to 9.21 years (variance = 14.09 ± 0.98 , $p < 0.001$) as well as in their paths to change soon age (variance = 0.69 ± 0.17 , $p < 0.001$) and illustrated in Figure 4. the higher the fat-free mass of children to 9.21 years of age, the higher are its increments (covariance = 1.78 ± 0.31 , $p < 0.001$; correlation = 0.57).

(Figure 4)

(Table 3)

DISCUSSION

The main objective of this study was to examine the influence of birth weight on physical growth rate (body weight and height) and body composition (fat mass (%) and fat-free mass) of children. In the present study, we observed an association between birth weight and physical growth variables (weight and height) where children who had higher birth weight show higher growth rate, both in stature and in body weight (~ 2 cm; ~ 2 kg), respectively. The mean values found for weight and stature of children are within the average values of reference described by the World Health Organization, as well as for children in the Northeast of Brazil.⁹

However, it was observed that the height growth velocity has to be higher in females suffering from the influence birth weight throughout the ages, so that the higher birth weight, the higher the growth rate in height. The sharp growth accelerations are known to catch up growth. The most intense growth spurt occurs during puberty. In this phase, a rapid increase occurs in

both weight and height of individuals, and the peak of this growth spurt occurs around the age of 12 in girls and age 14 in boys.¹⁵ Normally, the period of puberty starts and ends earlier in girls than boys. Thus, different characteristics that exist between the sexes appear during puberty as a result of hormonal changes produced in the body. Before this period significant differences are observed between boys and girls when it comes to weight and height.

When we look at the relationship between growth during childhood and birth weight in a longitudinal study by Eriksson⁸ examined the association between size at birth and growth trajectory during childhood in 3.659 individuals. Results indicate that individuals who had higher birth weight had a higher growth rate in relation to height, from birth to the age of 7 years. Another study (17) analyzed longitudinal form children 7 to 11 years was observed that with the control by the birth weight, the group of low height for age, remained significantly lower than children with higher birth weight. In children evaluated, the rate of weight gain was higher in girls and children with higher birth weight had become heavier, corroborating the findings Eriksson.⁸

Relatively the % of fat mass and fat-free mass, the boys have lower average values over girls. Gains mass free of fat are higher in boys, however, when adjusted for birth weight, this growth rate occurs in a different way, where children with lower birth weight have a higher % of fat mass. In fact, these results are supported by the literature, which has been observed an association between birth weight and % fat mass and lean mass. A study by Wells, Hallal et al. (2005)¹⁸ analyzed the growth trajectory in 172 males followed for 9 years and grouped according to their birthweight in low birth weight (<2500g) and normal weight (> 2500g). It was observed that birth weight was strongly associated with lean body mass but not fat mass.

In another study Ibanez (2011)¹⁹ compared born girls SGA (small for gestational age) with appropriate for gestational age (AGA), and also noted that the lean mass was lower in SGA born,

however, as the fat mass, it was observed that children born SGA had higher average values. However, changes in body composition should not be interpreted simply as increases in adiposity, but also with changes in fat-free mass that are associated with growth, as during childhood, there would be a strategic planning body during growth, saving one more fat and facilitating the use of muscle, thus between the highest and obese children are able to have a smaller muscle mass would be greater.¹⁵

These results seem to explain the influence of the intra uterine environment has on the body composition of children, suggesting the possibility that the fetal growth restriction during pregnancy, determine alterations in metabolism and muscle structure during childhood, which in turn could be related to the decrease in the percentage of lean mass, explained by the plasticity concept in critical periods of development.²⁰

The phenotypic plasticity, reflects the ability of a single genotype to produce more in an alternative structure, physiological or behavioral in response to environmental conditions²¹, so those born weighing less may have larger fat stores, and this difference in body composition may be a link between fetal growth disorders and chronic diseases in later periods of life.²²

Possibly, the results observed in this study suggest a relationship between nutritional deficiency during pregnancy and its consequences during childhood and plasticity during the development period, which is a complex process in which environmental factors that act in the critical phase of growth and maturation of organs and systems, condition, later, the trajectory of growth and development.²³

It was concluded that there is a possible relationship between birth weight and fat mass in later life, with a view to observing three factors: first, the hypothesis that inadequate fetal growth, measured by birth weight, program a lower proportion of lean body mass in later life; second,

observed association between birth weight and fat mass, and finally, in the present study findings, it can be seen that the birth weight affect body composition in later stages of life, influencing somehow related variables growth and body composition in children.

This study has some limitations such as the small sample number, which is an important factor that determines the power of the analysis. It is also important to note that factors associated with the individual growth and the environment to which the individual is exposed, such as changes in diet and lifestyle, may have influenced the effects of birth weight during childhood. Future studies could use other anthropometric assessment methods for body composition indicators, considering together the use of specific formulas to estimate body fat and add the effects of the influence of the environment (diet, physical activity) to which individuals are inserted.

Conflict of interest

The authors declare no conflicts of interest.

Acknowledgements

This study was supported by the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq), Coordination for the Improvement of Higher Level (or Education) Personnel (CAPES), and State of Pernambuco Science and Technology Support Foundation (FACEPE). We thank all children and their families for participating in this study. The authors have stated that they had no interests that might be perceived as posing a conflict or bias.

REFERENCES

1. Beunen G, Baxter-Jones AD, Mirwald RL, Thomis M, Lefevre J, Malina RM, et al. Intraindividual allometric development of aerobic power in 8- to 16-year-old boys. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(3):503-10.
2. Romani SdAM, Lira PICd. Fatores determinantes do crescimento infantil. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil.* 2004;4(1):15-23.
3. Eickmann SH, Lima Mde C, Motta ME, Romani Sde A, Lira PI. [Growth of full term low and adequate birth weight infants during the first two years of life]. *Revista de saude publica.* 2006;40(6):1073-81.
4. Ong KK, Ahmed ML, Emmett PM, Preece MA, Dunger DB. Association between postnatal catch-up growth and obesity in childhood: prospective cohort study. *BMJ.* 2000;320(7240):967-71.
5. Ekelund U, Ong K, Linne Y, Neovius M, Brage S, Dunger DB, et al. Upward weight percentile crossing in infancy and early childhood independently predicts fat mass in young adults: the Stockholm Weight Development Study (SWEDES). *The American journal of clinical nutrition.* 2006;83(2):324-30.
6. Ong KK, Emmett PM, Noble S, Ness A, Dunger DB. Dietary energy intake at the age of 4 months predicts postnatal weight gain and childhood body mass index. *Pediatrics.* 2006;117(3):e503-8.
7. Parsons TJ, Power C, Manor O. Fetal and early life growth and body mass index from birth to early adulthood in 1958 British cohort: longitudinal study. *BMJ.* 2001;323(7325):1331-5.
8. Eriksson J, Forsen T, Tuomilehto J, Osmond C, Barker D. Size at birth, childhood growth and obesity in adult life. *International journal of obesity and related metabolic disorders : journal of the International Association for the Study of Obesity.* 2001;25(5):735-40.
9. Moura-Dos-Santos M, Wellington-Barros J, Brito-Almeida M, Manhaes-de-Castro R, Maia J, Gois

- Leandro C. Permanent deficits in handgrip strength and running speed performance in low birth weight children. *Am J Hum Biol.* 2013;25(1):58-62.
10. Moura-Dos-Santos MA, De Almeida MB, Manhaes-De-Castro R, Katzmarzyk PT, Maia JA, Leandro CG. Birthweight, body composition, and motor performance in 7- to 10-year-old children. *Developmental medicine and child neurology.* 2014.
11. Lohman TG. Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. *Exercise and sport sciences reviews.* 1986;14:325-57.
12. Lohman TG, Going SB. Body composition assessment for development of an international growth standard for preadolescent and adolescent children. *Food and nutrition bulletin.* 2006;27(4 Suppl Growth Standard):S314-25.
13. Hedeker D, Gibbons R, du Toit M, Cheng Y. SuperMix: mixed-effects models. . SSI International. Lincolnwood. USA2008.
14. Laird NM, Ware JH. Random-effects models for longitudinal data. *Biometrics.* 1982;38(4):963-74
15. Malina RM, Eisenmann JC, Cumming SP, Ribeiro B, Aroso J. Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13-15 years. *European journal of applied physiology.* 2004;91(5-6):555-62.
16. Barker DJ, Forsen T, Uutela A, Osmond C, Eriksson JG. Size at birth and resilience to effects of poor living conditions in adult life: longitudinal study. *BMJ.* 2001;323(7324):1273-6.
17. Walker SP, Gaskin P, Powell CA, Bennett FI, Forrester TE, Grantham-McGregor S. The effects of birth weight and postnatal linear growth retardation on blood pressure at age 11-12 years. *Journal of epidemiology and community health.* 2001;55(6):394-8.
18. Wells JC, Hallal PC, Wright A, Singhal A, Victora CG. Fetal, infant and childhood growth: relationships with body composition in Brazilian boys aged 9 years. *Int J Obes (Lond).*

2005;29(10):1192-8.

19. Ibanez L, Lopez-Bermejo A, Diaz M, de Zegher F. Catch-up growth in girls born small for gestational age precedes childhood progression to high adiposity. *Fertility and sterility*.

2011;96(1):220-3.

20. Wells JC. The thrifty phenotype: An adaptation in growth or metabolism? *American journal of human biology : the official journal of the Human Biology Council*. 2011;23(1):65-75.

21. Gluckman PD, Hanson MA, Beedle AS. Early life events and their consequences for later disease: a life history and evolutionary perspective. *American journal of human biology : the official journal of the Human Biology Council*. 2007;19(1):1-19.

22. Hediger ML, Overpeck MD, Kuczmarski RJ, McGlynn A, Maurer KR, Davis WW. Muscularity and fatness of infants and young children born small- or large-for-gestational-age. *Pediatrics*.

1998;102(5):E60.

23. Barker DJ. A new model for the origins of chronic disease. *Medicine, health care, and philosophy*. 2001;4(1):31-5.

TABLE 1 - Basic structure of longitudinal-mixed design.

Cohort1 (N=534) collect 1- 2010	07 (Born at 2003; n = 123)	08 n = 143	09 n = 155	10 n = 113
Cohort2 (n=223) collect 2 – 2011		08 (Born at 2003; n = 67; omitted= 56)	09 (n = 95; omitted =48)	10 (n = 60; omitted= 95)
Cohort3 (n=115) collect 3 – 2012			09 (Born at 2003; n = 24; omitted= 32)	10 (n = 63; omitted= 32)

Table 2 - Mean and standard deviation of the growth indicators and body composition.

Variables	Cohort 1 (n = 534)	Cohort 2 (n = 223)	Cohort 3 (n = 115)
Age (decimal)	6.29 ± 1.08	9.4 ± 0.83	10.38 ± 0.65
Weight (kg)	30.6 ± 7.9	33.71 ± 8.77	37.87 ± 10.56
Height (cm)	132.7 ± 8.71	136.78 ± 7.89	140.92 ± 7.79
Fat mass (%)	20.16 ± 8.54	22.01 ± 8.06	24.36 ± 8.47
Fat freemass (kg)	24.00 ± 4.41	25.78 ± 4.92	27.96 ± 5.37

Table 3: Model adjustment of results for the change in the height, weight, fat mass (%) and fat-free mass.

Models	Height (cm)		Weigth (kg)		Fat mass (%)		Freefatmass (kg)	
	$\beta \pm ep$	pvalue	$\beta \pm ep$	pvalue	$\beta \pm ep$	pvalue	$\beta \pm ep$	pvalue
Fixpart								
Intercepto	153,22 $\pm$ 0,41	<0,001	32,60 $\pm$ 0,46	<0,001	8,08 $\pm$ 0,27	<0,001	24,46 $\pm$ 0,24	<0,001
Age_C	5,76 $\pm$ 0,17	<0,001	4,26 $\pm$ 0,19	<0,001	1,59 $\pm$ 0,12	<0,001	2,62 $\pm$ 0,12	<0,001
Gender (Boys)	-1,14 $\pm$ 0,55	0,038	-0,87 $\pm$ 0,61	0,154	-1,52 $\pm$ 0,36	<0,001	0,77 $\pm$ 0,33	0,018
Age_C*Gender	-1,16 $\pm$ 0,23	<0,001	-0,95 $\pm$ 0,26	<0,001	-0,20 $\pm$ 0,16	0,207	-0,70 $\pm$ 0,16	<0,001
Bweight_C	1,54 $\pm$ 0,44	<0,001	1,92 $\pm$ 0,46	<0,001	0,78 $\pm$ 0,27	0,003	1,04 $\pm$ 0,25	<0,001
Randompart								
Intercepto	42,96 $\pm$ 2,.87	<0,001	55,01 $\pm$ 3.63	<0,001	19,27 $\pm$ 1,28	<0,001	14,09 $\pm$ 0,98	<0,001
Age_C	1,18 $\pm$ 0,34	<0,001	2,62 $\pm$ 0,47	<0,001	1,19 $\pm$ 0,19	<0,001	0,69 $\pm$ 0,17	<0,001
Covariance	1,23 $\pm$ 0,76	0,105	8,03 $\pm$ 1,04	<0,001	3,29 $\pm$ 0,39	<0,001	1,78 $\pm$ 0,31	<0,001
(Intercepto/Age_C)								
Residue	3,69 $\pm$ 0,34	<0,001	3,68 $\pm$ 0,39	<0,001	1,24 $\pm$ 0,14	<0,001	1,89 $\pm$ 0,19	<0,001
Deviance	5281,28		5423,95		4516,40		4463,18	
Numberofparameters	9		9		9		9	

Age_C= centered on the average age, 9,21 years; Age_C*Gender= age interact with sex; birth weight= weight at birth centered on the average, 3,08 kg.

Figure 1 - Adjusted trajectories of the stature of a random sample of 200 children.

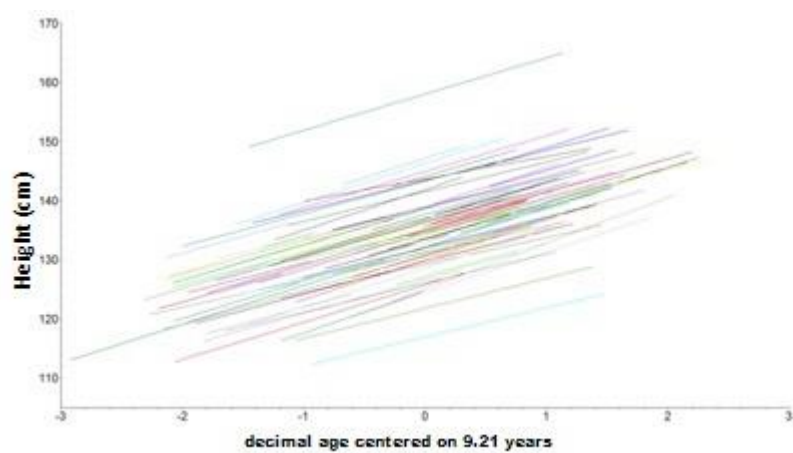


Figure 2: Adjusted trajectories weight of a random sample of 200 children.

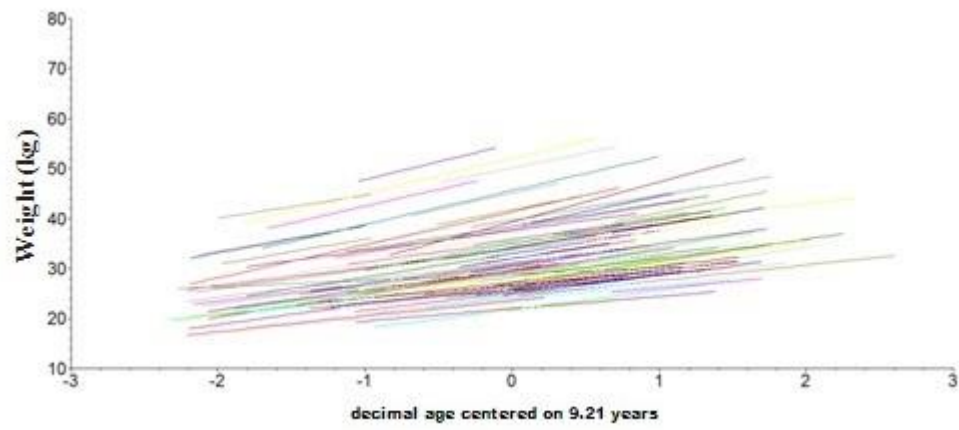


Figure 3: Adjusted trajectories of fat mass (%) of a random sample of 200 children.

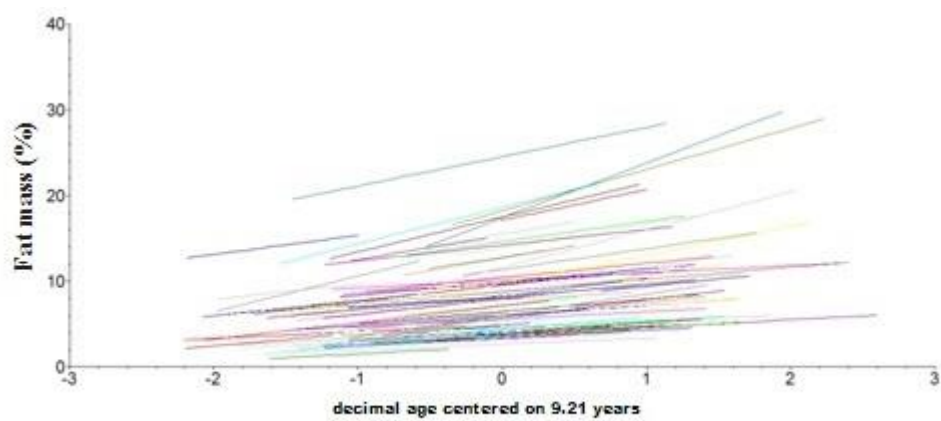
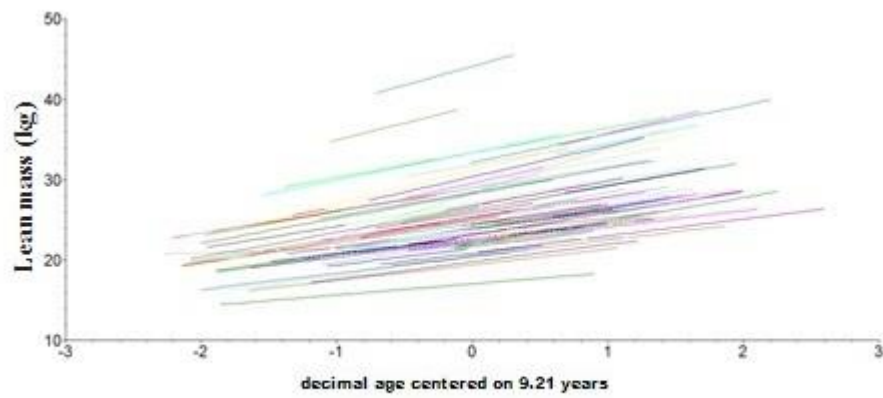


Figure 4: Adjusted mass fat-free trajectories of a random sample of 200 children.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como propósito principal, analisar os efeitos do peso ao nascer sobre o crescimento físico e a composição corporal de crianças. Assim, foi analisada a associação entre o peso ao nascer e as variáveis antropométricas, mediadas por variáveis biológicas (idade, peso, estatura) e a composição corporal (% de gordura, massa gorda e massa isenta de gordura). De acordo com os objetivos estabelecidos em cada estudo, o da revisão da literatura e o tratamento dos dados referentes ao estudo original, destacamos as seguintes conclusões:

Peso ao nascer, crescimento e composição corporal de crianças: abordagens longitudinais.

Artigo de Revisão

- (1) Existe uma associação entre a composição corporal e o peso ao nascer.
- (2) As crianças que nasceram com menor peso foram as que apresentaram maior quantidade de gordura durante a infância
- (3) A distribuição central de gordura está associada com o peso ao nascer durante a infância, ocorrendo de maneira distinta entre os sexos.

Association of birth weight with children growth and body composition: A mixed-longitudinal study

Artigo Original

- (1) As crianças que apresentaram maior peso ao nascer demonstraram maior dinâmica de crescimento na estatura, peso corporal e massa isenta de gordura.
 - (2) As crianças com menor peso ao nascer apresentaram diminuição da massa isenta de gordura e maior percentual de gordura com o passar das idades.
-

REFERÊNCIAS

- Baltes, P. and J. Nesselroade (1979). History and rationale of longitudinal research. Longitudinal research in the study of behavior and development. J. Nesselroade and P. Baltes. Michigan, Academic Press.
- Barker, D. J. (1991). "The intrauterine environment and adult cardiovascular disease." Ciba Found Symp**156**: 3-10; discussion 10-16.
- Barker, D. J., C. Osmond, et al. (2005). "Trajectories of growth among children who have coronary events as adults." The New England journal of medicine**353**(17): 1802-1809.
- Barker, D. J., C. Osmond, et al. (2005). "Trajectories of growth among children who have coronary events as adults." N Engl J Med**353**(17): 1802-1809.
- Bateson, P., D. Barker, et al. (2004). "Developmental plasticity and human health." Nature**430**(6998): 419-421.
- Beunen, G., A. D. Baxter-Jones, et al. (2002). "Intraindividual allometric development of aerobic power in 8- to 16-year-old boys." Med Sci Sports Exerc**34**(3): 503-510.
- Bryk, A. and S. Raudenbush (1987). "Application of Hierarchical Linear Models to Assessing Change." Psychological Bulletin**101**(1): 147-158.
- Chomtho, S., J. C. Wells, et al. (2008). "Infant growth and later body composition: evidence from the 4-component model." Am J Clin Nutr**87**(6): 1776-1784.
- Collins, L. M. (2006). "Analysis of longitudinal data: the integration of theoretical model, temporal design, and statistical model." Annu Rev Psychol**57**: 505-528.
- da Silva, S., G. Beunen, et al. (2013). "Estudos longitudinais sobre o crescimento somático e desempenho motor: delineamentos, desafios e necessidades." Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**15**(1): 130-143.
- de Onis, M., A. W. Onyango, et al. (2006). "Comparison of the World Health Organization (WHO) Child Growth Standards and the National Center for Health Statistics/WHO international growth reference: implications for child health programmes." Public Health Nutr**9**(7): 942-947.
- de SOUZA, M. C., C. L. de Moraes FORJAZ, et al. (2015). "Modelação multinível e delineamento longitudinal-misto na pesquisa em Educação Física e Ciências do Esporte." Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**29**(1): 35-45.
- Duncan, S. and T. Duncan (2012). Accelerated Longitudinal Designs. Handbook of Developmental Research Methods. B. Laursen, T. Little and N. Card. New York, The Guilford Press.

- Eriksson, J., T. Forsen, et al. (2001). "Size at birth, childhood growth and obesity in adult life." Int J Obes Relat Metab Disord**25**(5): 735-740.
- Francis, D. J., J. M. Fletcher, et al. (1991). "Analysis of change: modeling individual growth." J Consult Clin Psychol**59**(1): 27-37.
- Gluckman, P. D. and M. A. Hanson (2007). "Developmental plasticity and human disease: research directions." J Intern Med**261**(5): 461-471.
- Gluckman, P. D., M. A. Hanson, et al. (2009). "Towards a new developmental synthesis: adaptive developmental plasticity and human disease." Lancet**373**(9675): 1654-1657.
- Gluckman, P. D., M. A. Hanson, et al. (2007). "Early life events and their consequences for later disease: a life history and evolutionary perspective." Am J Hum Biol**19**(1): 1-19.
- Gomes, T. N., F. K. Dos Santos, et al. (2014). "Multi-level modelling of physical activity in nuclear families." Ann Hum Biol**41**(2): 138-144.
- Gomes, T. N., F. K. dos Santos, et al. (2014). "Multilevel analyses of school and children's characteristics associated with physical activity." J Sch Health**84**(10): 668-676.
- Hales, C. N. and D. J. Barker (1992). "Type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus: the thrifty phenotype hypothesis." Diabetologia**35**(7): 595-601.
- Hedeker, D., R. Gibbons, et al. (2008). SuperMix: mixed-effects models. SSI International. Lincolnwood. USA.
- Hedeker, D., R. Gibbons, et al. (2008). Supermix: Mixed effects models, Scientific Software International.
- Hedeker, D., R. J. Mermelstein, et al. (2008). "An application of a mixed-effects location scale model for analysis of Ecological Momentary Assessment (EMA) data." Biometrics**64**(2): 627-634.
- Hedeker, D., R. J. Mermelstein, et al. (2008). "An application of a mixed-effects location scale model for analysis of ecological momentary assessment (EMA) data." Biometrics**64**(2): 627-634.
- Hernández-Lloreda, M., F. Colmenares, et al. (2003). "Application of hierarchical linear modeling to the study of trajectories of behavioural development." Animal Behaviour**66**: 607-613.
- Ibanez, L., A. Lopez-Bermejo, et al. (2011). "Catch-up growth in girls born small for gestational age precedes childhood progression to high adiposity." Fertil Steril**96**(1): 220-223.
- Laird, N. M. and J. H. Ware (1982). "Random-effects models for longitudinal data." Biometrics**38**(4): 963-974.
- Lohman, T. G. (1986). "Applicability of body composition techniques and constants for children and youths." Exerc Sport Sci Rev**14**: 325-357.

- Lohman, T. G. and S. B. Going (2006). "Body composition assessment for development of an international growth standard for preadolescent and adolescent children." Food Nutr Bull27(4 Suppl Growth Standard): S314-325.
- Lopes, A. A. T., G. Tani., et al. (2011). "Neuromotor performance, prematurity and low birth weight." Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum1(13): 73-81.
- Lucas, A. (2005). "The developmental origins of adult health and well-being." Adv Exp Med Biol569: 13-15.
- Lukaski, H. C. (1987). "Methods for the assessment of human body composition: traditional and new." Am J Clin Nutr46(4): 537-556.
- Maia, J., L. Basso, et al. (2010). "O desafio da informação longitudinal: um passeio "guiado" sobre modelação hierárquica, "tracking" e informação omissa com um conjunto de dados do estudo de Muzambinho." Revista Brasileira de Educação Física e Esportes24(3): 413-431.
- Maia, J., R. Garganta, et al. (2005). "Dados longitudinais e Modelação hierárquica. Um tutorial para investigadores das Ciências do Desporto." Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano7(2): 94-108.
- Majcher, A., B. Pyrzak, et al. (2010). "[Low birth weight--additional important factor of diagnosis in children with short stature]." Pediatr Endocrinol Diabetes Metab16(3): 148-152.
- Malina, R. M., M. E. Pena Reyes, et al. (2004). "Secular change in height, sitting height and leg length in rural Oaxaca, southern Mexico: 1968-2000." Ann Hum Biol31(6): 615-633.
- Marfell-Jones, M., A. Stewart, et al. (2012). International standards for anthropometric assessment.
- Martins, V. J., T. M. Toledo Florencio, et al. (2011). "Long-lasting effects of undernutrition." International journal of environmental research and public health8(6): 1817-1846.
- Menard, S. (2002). Longitudinal research, Sage.
- Mendes, K. G., H. Theodoro, et al. (2012). "[Prevalence of metabolic syndrome and its components in the menopausal transition: a systematic review]." Cad Saude Publica28(8): 1423-1437.
- Monteiro, P. O., C. G. Victora, et al. (2003). "Birth size, early childhood growth, and adolescent obesity in a Brazilian birth cohort." Int J Obes Relat Metab Disord27(10): 1274-1282.
- Moura-Dos-Santos, M., J. Wellington-Barros, et al. (2013). "Permanent deficits in handgrip strength and running speed performance in low birth weight children." Am J Hum Biol25(1): 58-62.
- Moura-Dos-Santos, M., J. Wellington-Barros, et al. (2013). "Permanent deficits in handgrip strength and running speed performance in low birth weight children." American journal of human biology : the official journal of the Human Biology Council25(1): 58-62.

- Moura-Dos-Santos, M. A., M. B. De Almeida, et al. (2014). "Birthweight, body composition, and motor performance in 7- to 10-year-old children." Dev Med Child Neurol.
- Ozanne, S. E. (2001). "Metabolic programming in animals." Br Med Bull**60**: 143-152.
- Ozanne, S. E. and C. N. Hales (2004). "Lifespan: catch-up growth and obesity in male mice." Nature**427**(6973): 411-412.
- Parsons, T. J., C. Power, et al. (2001). "Fetal and early life growth and body mass index from birth to early adulthood in 1958 British cohort: longitudinal study." BMJ**323**(7325): 1331-1335.
- Raudenbush, S., A. Bryk, et al. (2011). HLM 7. Hierarchical linear & nonlinear modeling. SSI, Scientific Software International, Lincolnwood, IL.
- Raudenbush SW, Bryk AS, et al. (2011). "Hierarchical linear and nonlinear modeling." SSI International. Lincolnwood. USA.
- Ribeiro, J. A., L. Basso, et al. (2010). "O desafio da informação longitudinal: um “passeio guiado” sobre modelação hierárquica, “tracking” e informação omissa com um conjunto de dados do estudo de Muzambinho." Rev. bras. Educ. Fís. Esporte**24**(3): 413-431.
- Romani, S. d. A. M. and P. I. C. d. Lira (2004). "Fatores determinantes do crescimento infantil." Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**4**(1): 15-23.
- Royston, P. (1991). "Constructing time-specific reference ranges." Stat Med**10**(5): 675-690.
- Sawaya, A. L., G. Dallal, et al. (1995). "Obesity and malnutrition in a Shantytown population in the city of Sao Paulo, Brazil." Obes Res**3 Suppl 2**: 107s-115s.
- Silva, S. P. d., G. Beunen, et al. (2013). "Estudos longitudinais sobre o crescimento somático e desempenho motor: delineamentos, desafios, necessidades." Rev. bras. cineantropom. desempenho hum**15**(1): 130-143.
- Stettler, N., P. Bovet, et al. (2002). "Prevalence and risk factors for overweight and obesity in children from Seychelles, a country in rapid transition: the importance of early growth." Int J Obes Relat Metab Disord**26**(2): 214-219.
- Taris, T. W. (2000). A Primer in Longitudinal Data Analysis. London, Thousand Oaks and New Delhi, SAGE Publications.
- Van Mechelen, W. and G. Mellenbergh (1997). "Problems and solutions in longitudinal research: from theory to practice." International journal of sports medicine**18**: S238-245.
- von Elm, E., D. G. Altman, et al. (2008). "[The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies]." Rev Esp Salud Publica**82**(3): 251-259.

- Walker, S. P., P. Gaskin, et al. (2001). "The effects of birth weight and postnatal linear growth retardation on blood pressure at age 11-12 years." J Epidemiol Community Health**55**(6): 394-398.
- Walker, S. P., P. S. Gaskin, et al. (2002). "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 Nutr**5**(3): 391-396.
- Wells, J. C., P. C. Hallal, et al. (2005). "Fetal, infant and childhood growth: relationships with body composition in Brazilian boys aged 9 years." Int J Obes (Lond)**29**(10): 1192-1198.
- Wells, J. C. and J. T. Stock (2011). "Re-examining heritability: genetics, life history and plasticity." Trends in endocrinology and metabolism: TEM**22**(10): 421-428.
- Yu, Z. B., S. P. Han, et al. (2011). "Birth weight and subsequent risk of obesity: a systematic review and meta-analysis." Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity**12**(7): 525-542.

ANEXOS

Anexos

ANEXO A	Parecer do comitê de ética em pesquisa
ANEXO B	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)
ANEXO C	Ficha de avaliação antropométrica, composição corporal e aptidão física
ANEXO D	Comprovante de encaminhamento do manuscrito: Artigo de revisão

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética

ANEXO III



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
Comitê de Ética em Pesquisa

Of. N.º 231/2009 - CEP/CCS

Recife, 20 de agosto de 2009

Registro do SISNEP FR – 261629

CAAE – 0175.0.172.000-09

Registro CEP/CCS/UFPE N.º 178/09

Título: **“Programação perinatal e desenvolvimento neuromotor: estudo com crianças dos 7 aos 10 anos da Zona da Mata do Estado de Pernambuco”.**

Pesquisadora Responsável: Carol Virginia Góis Leandro.

Senhora Pesquisadora:

Informamos que o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (CEP/CCS/UFPE) registrou e analisou, de acordo com a Resolução N.º 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, o protocolo de pesquisa em epígrafe, aprovando-o e liberando-o para início da coleta de dados em 20 de agosto de 2009.

Ressaltamos que o pesquisador responsável deverá apresentar o relatório ao final da pesquisa.

Atenciosamente


Prof. Geraldo Bosco Lindoso Couto
Coordenador do CEP/CCS / UFPE
 Geraldo Bosco Lindoso Couto
Coordenador do CEP/CCS/UFPE

A

Dra. Carol Virginia Góis Leandro
Departamento de Nutrição - CCS/UFPE

ANEXO B - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCL)**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Nome da Pesquisa: Programação Perinatal, desenvolvimento neuro-motor, aptidão física e composição corporal: estudo com crianças dos 7 aos 10 anos de idade da Zona da Mata do Estado de Pernambuco.

Pesquisador responsável: Carol Virginia Góis Leandro – Marcos André Moura dos Santos - Universidade Federal de Pernambuco

Av. Prof. Moraes Rego, s/n – Cidade Universitária

CEP:50670-901 – Recife /Pernambuco

Fone: (081) 2126-8588

O seu filho foi escolhido entre as crianças que nasceram no Município Vitória de Santo Antão no período de 1999 a 2003, para fazer parte de um estudo a ser realizado pelo Centro Acadêmico de Vitória- UFPE, que tem como objetivo avaliar o nível de aptidão física, o desenvolvimento neuromotor (coordenação corporal e equilíbrio), o nível de atividade física diário, bem como avaliar algumas medidas corporais. Para avaliarmos o perfil de crescimento, estado nutricional, aptidão física, a coordenação e o equilíbrio corporal do seu filho, vamos precisar medir o seu peso corporal, altura em pé e sentado, circunferência da cabeça, do braço, da cintura e do quadril e os depósitos de gordura do corpo. Realizaremos também testes de: velocidade, força, resistência, agilidade, flexibilidade e um teste de coordenação e equilíbrio corporal. Ainda será aplicado um questionário para saber sobre as atividades físicas diárias do seu filho durante uma semana. Vamos também avaliar a pressão sanguínea. Essas avaliações serão realizadas em dois momentos e as crianças serão levadas para o Centro Acadêmico de Vitória em uma condução específica deste projeto.

CONSENTIMENTO DO PARTICIPANTE

Li e entendi as informações descritas neste estudo e todas as minhas dúvidas em relação à participação do meu filho _____ nesta pesquisa, sendo estas respondidas satisfatoriamente. Dou livremente o consentimento para participação do meu filho neste estudo até que decida pelo contrário.

Assinatura do pai ou responsável: _____ Data: _____

PESO DE NASCIMENTO DA CRIANÇA: _____

NOME COMPLETO DA MÃE: _____

NASCIDO EM VITORIA () SIM () NÃO

DECLARAÇÃO DO PESQUISADOR

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o consentimento livre e esclarecido deste pai ou responsável para a participação nesta pesquisa.

Assinatura do pesquisador: _____ Data: _____

ANEXO C – Ficha de avaliação

FICHA DE AVALIAÇÃO ANTROPOMETRICA

NOME: _____ IDADE: _____

NASC. ____ / ____ / ____ DATA ALIAÇÃO: ____ / ____ / ____

P. ARTERIAL: 1. ____ / ____ 2. ____ / ____ 3. ____ / ____

Peso (Kg)..... Peso ao nascer (g): Altura (cm)..... Altura sentado (cm)..... (-50cm banco)

Perímetros

DIR

ESQ.

Perímetro do Braço Relaxado (cm)..... Perímetro Geminal (cm)..... Perímetro da Cintura (cm)..... Perímetro do Quadril (cm)..... Perímetro Cefálico (cm).....

Gordura subcutânea

Tricipital SKF (mm)..... Bíceps SKF (mm)..... Suprailíaca (mm)..... Subescapular SKF (mm)..... Coxa medial SKF (mm)..... Panturrilha média SKF (mm).....

FICHA DE AVALIAÇÃO DA APTIDÃO FÍSICA

Pressão manual: Direita Esquerda 1. Flexibilidade (Sentar e alcançar) 2. Abdominais 1min 3. Impulsão horizontal s/corrida preparatória. 4. Agilidade 5. Velocidade 20m 7 Vo2max (distância m) 1.609m Tempo Total (min)

Anexo D – Comprovante de encaminhamento do manuscrito: Artigo de revisão

08/01/2016

RSP - Revista de Saúde Pública da USP


[Informações Gerais](#)
[Busca](#)
[Instruções aos Autores](#)
[Corpo Editorial](#)
[Assinatura](#)
[Sites Correlatos](#)
[Fale Conosco](#)
[Submissão de Artigos](#)
[Sair](#)


Envio de Artigos

Confirmação de envio de novos artigos.

Artigo submetido com sucesso.

Em breve você receberá a confirmação com o número do protocolo.

Agradecemos sua colaboração e sua escolha pela Revista de Saúde Pública.

[Logout](#)
[:: voltar ::](#)

© Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo



Powered by - Periódico Online - MZO Interativa

Designed by

CABOVERDE