UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

MILENA MIRANDA DE MORAES FERREIRA

MUDANÇAS NO PERFIL ANTROPOMÉTRICO E NA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE UMA COORTE DE ADOLESCENTES DO ENSINO FUNDAMENTAL – ESTUDO LONGITUDINAL DE AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE ADOLESCENTES (ELANA)

RIO DE JANEIRO

2016

MILENA MIRANDA DE MORAES FERREIRA

MUDANÇAS NO PERFIL ANTROPOMÉTRICO E NA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE UMA COORTE DE ADOLESCENTES DO ENSINO FUNDAMENTAL – ESTUDO LONGITUDINAL DE AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE ADOLESCENTES (ELANA)

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Nutrição (PPGN), do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de **doutor em Ciências Nutricionais**.

Orientadora: Profª Drª Gloria Valeria da Veiga.

Rio de Janeiro

Julho de 2016

Ferreira, Milena Miranda de Moraes

Mudanças no perfil antropométrico e na composição corporal de uma coorte de adolescentes do ensino fundamental – estudo longitudinal de avaliação nutricional de adolescentes (ELANA) / Milena Miranda de Moraes Ferreira. – Rio de Janeiro: UFRJ/INJC, 2016.

151 f. : il. ; 31 cm.

Orientadora: Gloria Valeria da Veiga.

Tese (doutorado) -- UFRJ, INJC, Programa de Pós-graduação em Ciências Nutricionais, 2016.

Referências bibliográficas: f. 112-127.

1. Obesidade. 2. Índice de Massa Corporal. 3. Consumo Alimentar. 4. Estilo de Vida Sedentário. 5. Fatores Socioeconômicos. 6. Adolescente. 7. Ciências Nutricionais - Tese. I. Veiga, Gloria Valeira da II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, INJC, Programa de Pós-graduação em Ciências Nutricionais. III. Título.

Milena Miranda de Moraes Ferreira

MUDANÇAS NO PERFIL ANTROPOMÉTRICO E NA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE UMA COORTE DE ADOLESCENTES DO ENSINO FUNDAMENTAL – ESTUDO LONGITUDINAL DE AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE ADOLESCENTES (ELANA)

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Nutrição (PPGN), do Instituto de Nutrição Josué de Castro da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de **doutor em Ciências Nutricionais**.

Aprovada em: _____.

BANCA EXAMINADORA:

_____

Profª Drª Gloria Valeria da Veiga (orientadora)
Instituto de Nutrição Josué de Castro (UFRJ)

_____

Profª Drª Diana Barbosa Cunha
Instituto de Medicina Social (UERJ)

_____

Profª Drª Rosangela Alves Pereira
Instituto de Nutrição Josué de Castro (UFRJ)

_____

Prof Dr Gilberto Kac
Instituto de Nutrição Josué de Castro (UFRJ)

_____

Profª Drª Rosely Sichieri
Instituto de Medicina Social (UERJ)

_____

Profª Drª Katia Vergetti Bloch
Instituto de Estudos em Saúde Coletiva (UFRJ)

Dedico esta tese aos meus pais, Antonio e Marlene, pelo amor, paciência e apoio infinitos; ao meu marido, amigo e companheiro de vida, José Ricardo, por fazer dos meus sonhos os seus, por ser meu porto seguro e fonte inesgotável de amor, especialmente nos últimos quatro anos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por conceder-me, diariamente, o milagre da vida e me conduzir a todas as oportunidades que me foram dadas.

À minha amada orientadora, professora e amiga, Gloria Valeria da Veiga, por todos os (muitos) ensinamentos, oportunidades, confiança e carinho ao longo destes sete anos de convívio, desde antes do mestrado. Obrigada por me orientar no sentido mais amplo da palavra, por me inspirar com sua disposição e alegria e por ser a professora que eu quero ser "quando crescer"!

Aos professores Gilberto Kac, Rosangela Alves Pereira e Rosely Sichieri, pelo carinho, atenção e todos os ensinamentos desde o mestrado, por serem grandes exemplos de pesquisadores para mim e por gentilmente aceitarem nosso convite para compor a banca examinadora.

Al profesor Luis Moreno, por la recepción cariñosa a mi marido y yo, y por el aprendizaje qué tuve en GENUD, dentro o fuera de la oficina. Gracias por haber sido nuestro amigo, médico, profesor y un poco nuestro padre. Eres um ser humano muy especial... no tengo palabras suficientes para agradecerte!

À querida professora Diana Cunha, pelo carinho, cuidado e atenção na revisão desta tese e por aceitar o convite para compor a banca examinadora.

À professora Katia Vergetti Bloch, pelas valiosas contribuições dadas à tese na qualificação e pela disponibilidade em compor a banca examinadora da defesa de tese.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Nutrição, pelo comprometimento com o ensino e por possibilitarem o aperfeiçoamento de meu aprendizado.

Aos queridos professores Leila Leão e Marcelo Castanheira que, durante a graduação, foram os grandes incentivadores de meu interesse pela vida acadêmica. Minha admiração por vocês me fez maior. Serei eternamente grata por todos os ensinamentos, carinho e amizade.

À querida amiga Erica, pela parceria que firmamos desde a graduação, por ter me incentivado a iniciar o mestrado na UFRJ e ter compartilhado comigo todos os momentos desta jornada, tornando-a mais leve e divertida.

Aos amigos e "irmãos" Alessandra, Ana Paula, Anelise, Danilo, Giulia, Juliana, Lorena, Marcelo, Naiara e Viviane, por compartilharem comigo os momentos de tensão, angústia e insegurança, mas, sobretudo, pelo companheirismo, amizade, compreensão e boas gargalhadas que certamente fizeram toda diferença e ficarão guardados para sempre.

Aos “primos” Camila, Luana, Mara, Mariana, Paulinho e Thaís, obrigada pela leveza de nossa relação e por todos os nossos (ótimos) momentos juntos.

Às companheiras na supervisão da coleta de dados do ELANA, Ana Lúcia e Luana, pelo empenho e comprometimento em fazer um ótimo trabalho. Muito obrigada por nossa ótima parceria!

A los compañeros *genudianos* Alba, Alex, Angel, Borja, Cristina, Esther, Gabriel, Helena, Iris, Isabel, Jorge, Juan, Maribel, Mary, Pilar De Miguel, Pilar Meléndez y Sara, por hacer mis días en España mucho más felices. Vuestra amistad fue fundamental para que me sintiera en casa, y la distancia de nuestra familia se convirtió en solamente un detalle. Gracias por tener muchos motivos para llorar en el día de regresar a Brasil. *Hasta el lunes!*

A toda a minha família, por todo o apoio e por se orgulharem de mim, me incentivando a ser sempre melhor no que faço.

Ao meu amor, José Ricardo, pelo carinho e apoio, e por compreender todas as vezes em que estive ausente, mesmo presente.

Às secretárias da coordenação do Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Renata, Nastassja e Darlene, sempre solícitas e eficientes, por nos “salvarem” quando precisamos cuidar de processos burocráticos, tornando tudo muito mais fácil.

Aos profissionais do Centro de Atividade Física e Treinamento (CAFT), por seu empenho, competência e energia na coleta de dados do ELANA.

Aos adolescentes participantes do ELANA e seus professores, pais e responsáveis, pela disponibilidade em contribuir com o estudo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas de doutorado e de doutorado-sanduíche concedidas.

“Sempre que houver alternativas, tenha cuidado. Não opte pelo conveniente, pelo confortável, pelo respeitável, pelo socialmente aceitável, pelo honroso.

Opte pelo que faz o seu coração vibrar. Opte pelo que gostaria de fazer, apesar de todas as consequências.”

Osho (1931-1990)

APRESENTAÇÃO

O **Estudo Longitudinal de Avaliação Nutricional de Adolescentes (ELANA)** foi elaborado por pesquisadores do Instituto de Nutrição Josué de Castro, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em parceria com pesquisadores do Instituto de Medicina Social, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). O ELANA teve apoio financeiro da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), foi coordenado pela professora Drª Gloria Valeria da Veiga (UFRJ) e contou com a participação dos pesquisadores Drª Claudia de Souza Lopes (UERJ), Claudia Leite Moraes (UERJ), Michael Eduardo Reichenheim (UERJ), Rosângela Alves Pereira (UFRJ) e Rosely Sichieri (UERJ).

O ELANA teve por objetivo acompanhar a trajetória de medidas antropométricas e de composição corporal em estudantes de duas escolas públicas e quatro escolas privadas da região metropolitana do Rio de Janeiro, assim como a evolução de possíveis fatores associados a tais mudanças e a distúrbios encontrados, como déficit ou excesso de peso e obesidade. Entre os possíveis preditores de mudanças nas medidas antropométricas e de composição corporal, estão: consumo alimentar, prática de atividade física, comportamentos característicos de estilo de vida sedentário, etilismo, tabagismo e fatores psicossociais, como por exemplo comportamentos sugestivos para transtornos alimentares, percepção da imagem corporal, exposição à violência familiar e na escola e transtornos mentais comuns, como depressão e ansiedade.

O estudo foi constituído de duas coortes: a) uma composta por alunos que cursavam o sexto ano do ensino fundamental na linha de base, que foi avaliada anualmente de 2010 a 2013 e caracteriza a primeira fase da adolescência; e b) outra composta por estudantes que cursavam o primeiro ano do ensino médio na linha de base, acompanhada de 2010 a 2012, caracterizando a segunda fase da adolescência.

Na coorte do ensino fundamental, em todos os anos de coleta foram obtidos dados de maturação sexual, medidas antropométricas e de composição corporal. As variáveis de consumo alimentar, estilo de vida e psicossociais foram obtidas por questionário auto preenchido em, pelo menos, dois anos de coleta, possibilitando a avaliação das mudanças tanto nos desfechos quanto nas exposições. Na coorte do ensino médio, as medidas antropométricas foram obtidas em todos os anos de coleta, enquanto a composição corporal foi avaliada em dois anos consecutivos. As demais variáveis foram avaliadas somente na linha de base.

A presente tese utiliza dados da coorte de alunos do ensino fundamental do ELANA, com o objetivo de avaliar as mudanças no Índice de Massa Corporal (IMC = kg/m^2) e gordura corporal de indivíduos que se encontram na primeira fase da adolescência, assim como a influência das variáveis de estilo de vida, como consumo alimentar, prática de atividade física e comportamentos sedentários sobre tais alterações. Para atingir este objetivo, foram desenvolvidos dois manuscritos: o primeiro descreve a trajetória do IMC e do percentual de gordura corporal ao longo de quatro anos, segundo variáveis sociodemográficas; o segundo manuscrito teve como objetivo identificar a coexistência de comportamentos relacionados ao balanço energético (prática de atividade física, comportamento sedentário e consumo de bebidas açucaradas, frutas e vegetais) e sua relação com o excesso de peso e de gordura corporal total ou abdominal, transversal e longitudinalmente, bem como no ganho excessivo de peso, gordura abdominal e gordura corporal total durante o período de seguimento.

A autora desta tese participou ativamente do ELANA desde a linha de base, em que auxiliou a coleta de dados nos primeiros meses. Nos anos de 2010 e 2011, executou a conferência de dados faltantes ou inconsistentes nos questionários após a coleta, bem como a elaboração dos formulários de resultados das avaliações antropométricas e de composição corporal, que eram enviados aos alunos participantes. Particularmente no primeiro ano do doutorado (2012), foi responsável pela supervisão da coleta de dados, que ocorreu entre os meses de março e novembro. Nos anos de 2013 e 2014, colaborou em atividades internas da equipe do ELANA, como por exemplo análise de consistência dos bancos de dados.

Entre os anos de 2014 e 2015, a autora desta tese realizou estágio de Doutorado Sanduíche na Universidade de Zaragoza (Espanha), sob a supervisão do prof. Dr. Luis Alberto Moreno Aznar. Neste período, participou do planejamento e coleta de dados da última fase do estudo multicêntrico europeu Ifamily (continuação da coorte IDEFICS – Identification and prevention of Dietary and lifestyle-induced health Effects In Children and infantS), estando envolvida nas etapas de tradução e retro tradução de questionários, planejamento do trabalho de campo, agendamento de visitas para coleta de dados e aplicação de uma bateria de testes neuropsicológicos nos adolescentes participantes do estudo. Além disso, elaborou o segundo artigo desta tese, intitulado "*Cross-sectional and longitudinal associations between clustering of multiple lifestyle behaviors and adiposity indicators: The Adolescent Nutritional Assessment Longitudinal Study middle school cohort*", e também elaborou as análises de outro artigo, com os dados do estudo IDEFICS, atualmente em fase de redação.

A tese é composta por introdução, revisão de literatura acerca do objeto de estudo, objetivos, métodos, resultados e discussão. Na seção de métodos, parte obrigatória do formato de teses de doutorado, são descritos, detalhadamente, todos os procedimentos para o desenvolvimento dos dois estudos que compõem a dissertação. Tais procedimentos, no entanto, foram descritos nos manuscritos de forma mais resumida, embora suficiente para compreensão da metodologia aplicada. Cabe ao leitor a opção de leitura apenas nos manuscritos, podendo, assim, evitar a repetição causada pela leitura da seção de metodologia no corpo da tese. Os resultados e discussão são apresentados em formato de dois manuscritos já mencionados e, ao final da tese, são apresentadas as considerações finais do estudo. Para elaboração dos manuscritos, seguiu-se a lista de verificação proposta pela iniciativa *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE).

As referências bibliográficas dos manuscritos foram citadas no estilo *Vancouver*, seguindo as normas estabelecidas pelo *International Comittee of Medical Journal Editors* (ICMJE, 1979), conforme normas das revistas as quais serão submetidos. As referências bibliográficas da tese foram listadas conforme a norma NBR 6023, estabelecida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) no ano de 2002, segundo normas da Comissão de Pós-Graduação e Pesquisa do Instituto de Nutrição Josué de Castro, da UFRJ.

RESUMO

FERREIRA, Milena Miranda de Moraes. **Mudanças no perfil antropométrico e na composição corporal de uma coorte de adolescentes do ensino fundamental – Estudo Longitudinal de Avaliação Nutricional de Adolescentes (ELANA)**. Tese (Doutorado em Ciências Nutricionais) - Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

Esta tese teve como objetivo geral avaliar a influência das variáveis socioeconômicas e de estilo de vida sobre as trajetórias de indicadores de adiposidade em indivíduos que se encontravam na primeira fase da adolescência. Foram utilizados os dados do Estudo Longitudinal de Avaliação Nutricional de Adolescentes (ELANA), composto por 809 estudantes (idade média 11,8 anos) que cursavam o 6º ano do ensino fundamental em quatro escolas privadas e duas escolas públicas da região metropolitana do Rio de Janeiro em 2010, avaliados anualmente até 2013. Para atingir os objetivos da tese, foram desenvolvidos dois manuscritos. O primeiro descreve a trajetória do índice de massa corporal (IMC) e do percentual de gordura corporal ao longo de quatro anos, segundo variáveis sociodemográficas, e as associações entre variáveis sociodemográficas e o ganho excessivo de IMC e percentual de gordura corporal ao final do seguimento. Meninas de escolas particulares (p=0,003) e meninos brancos (p=0,041) apresentaram maior aumento no IMC do que meninas de escolas públicas e meninos não-brancos, respectivamente. Meninos brancos também tiveram maior chance de apresentarem ganho excessivo no IMC (OR=3,28; IC 95% 1,13 – 9,52) e percentual de gordura corporal (OR=3,32; IC 95% 1,38 – 8,01) ao final do seguimento do que meninos não-brancos. Por outro lado, meninas brancas tiveram menor chance (OR=0,42; IC 95% 0,18 – 0,96) de experimentar ganho excessivo no percentual de gordura corporal do que as não-brancas. O segundo manuscrito teve como objetivo identificar, por meio de análise de clusters, padrões de comportamentos relacionados ao balanço energético e sua relação com o excesso de peso e de gordura corporal total ou abdominal, transversal e longitudinalmente, bem como no ganho excessivo de peso, gordura abdominal e gordura corporal total durante o período de seguimento. Foram identificados quatro grupos de comportamentos entre os adolescentes: (1)“neutro”, em que nenhum dos comportamentos avaliados se destacava; (2) “sedentário”, caracterizado por elevado tempo dedicado ao hábito de assistir à televisão; (3) “Misto”, com elevado consumo de frutas, legumes, verduras e bebidas açucaradas; e (4) “ativo”, identificado por maior tempo de prática de atividades físicas moderadas e vigorosas. A prevalência de excesso de peso foi mais elevada em meninos do grupo “sedentário” do que nos demais e, embora as trajetórias dos

indicadores de adiposidade não tenha diferido entre agrupamentos, meninos deste grupo tiveram maior chance de apresentar percentual de gordura elevado ao final do seguimento (OR=3,18; IC95% 1,43 – 7,10) e ganho excessivo de IMC ao longo de quatro anos (OR=2,92; IC95% 1,04 – 8,20). Por sua vez, meninas no grupo “ativo” tiveram maior chance de apresentarem perímetro da cintura elevado ao final do seguimento (OR=2,87; IC95% 1,01 – 8,16). Na população estudada, a prática de comportamentos sedentários e melhores condições socioeconômicas se associam ao ganho de peso e de gordura corporal, principalmente no sexo masculino, enquanto a prática de atividade física apresentou relação inversa com adiposidade entre meninos. Os resultados desta tese contribuem para o entendimento da etiologia do excesso de peso nesta faixa etária no contexto da região metropolitana do Rio de Janeiro, principalmente para o sexo masculino.

Palavras-chave: Adolescentes. Índice de Massa corporal. Circunferência da Cintura. Adiposidade. Fatores socioeconômicos. Comportamentos saudáveis. Estilo de vida. Consumo alimentar. Estudos longitudinais.

ABSTRACT

FERREIRA, Milena Miranda de Moraes. **Mudanças no perfil antropométrico e na composição corporal de uma coorte de adolescentes do ensino fundamental – Estudo Longitudinal de Avaliação Nutricional de Adolescentes (ELANA)**. Tese (Doutorado em Ciências Nutricionais) - Instituto de Nutrição Josué de Castro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

This thesis aimed to evaluate the influence of socioeconomic and lifestyle behaviors on the trajectories of adiposity indicators in students who were in the first phase of adolescence. We used data from the Adolescent Nutritional Assessment Longitudinal Study (ELANA), composed of 809 students (mean age 11.8 years) who were in the 6th grade of elementary school in four private schools and two public schools in the metropolitan area of Rio de Janeiro in 2010, evaluated annually by 2013. To achieve the objectives of the thesis were developed two manuscripts. The first one describes the trajectories of body mass index (BMI) and body fat percentage over four years, according to sociodemographic variables, and the associations between sociodemographic variables and excessive gain in BMI and body fat percentage at the end of follow-up. Girls from private schools ($p = 0.003$) and white boys ($p = 0.041$) showed a higher increase in BMI than public school girls and non-white boys, respectively. White boys were also more likely to have excessive gain in BMI (OR = 3.28, 95% CI 1.13 - 9.52) and percentage of body fat (OR = 3.32, 95% CI 1.38 - 8.01) at the end of follow-up than non-white boys. On the other hand, white girls were less likely (OR = 0.42, 95% CI 0.18 - 0.96) to experience excessive gain in the percentage of body fat than non-white girls. The second manuscript aimed to identify, through cluster analysis, patterns of energy balance related behaviors and its cross-sectional and longitudinal relationship with overweight and abdominal or total body fat, as well as excessive gains in weight, abdominal fat and total body fat over the study period. Four groups of behaviors were identified: (1) "neutral", in that none of the evaluated behaviors stood out; (2) "sedentary", characterized by high time devoted to the habit of watching television; (3) "mixed" with high consumption of both fruits and vegetables, as sugar-sweetened beverages; and (4) "active", identified by the practice of moderate and vigorous physical activities. Among boys, the prevalence of overweight was higher in the "sedentary" group than in others and, although the trajectories of adiposity indicators did not differ between groups, boys in this group were more likely to have a high body fat percentage at the end of follow-up (OR = 3.18, 95% CI 1.43 to 7.10) and excessive gain in BMI over four years (OR = 2.92, 95% CI 1.04 to 8.20). In contrast, girls in the "active" group were more likely to have high waist circumference of the end of follow-up (OR = 2.87, 95% CI 1.01 to 8.16). In

the population studied, the practice of sedentary behaviors and better socioeconomic conditions were associated with weight and body fat gain, especially in males, while physical activity was inversely related to adiposity among boys. The results of this thesis contribute to the understanding of the etiology of overweight in this age group in the context of the metropolitan area of Rio de Janeiro, especially for males.

Keywords: Adolescents. Body mass index. Waist circumference. Adiposity. Socioeconomic factors. Health behavior. Lifestyle. Food consumption. Longitudinal studies.

Lista de figuras

Manuscrito 1

Figure 1: Flowchart of the Middle School ELANA cohort subject selection and measurement.. 83

Figure 2: Predicted adjusted means of BMI from 2010 to 2013, using the linear mixed effects model.. 86

Figure 3: Predicted adjusted means of body fat percentage from 2010 to 2013, using the linear mixed effects model. 87

Manuscrito 2

Figure 1: Mean z-scores of clusters on energy balance-related behaviors for boys and girls..... 104

Figure 2: Predicted means, from 2010 to 2013, for BMI, waist circumference and body fat percentage, according to clusters membership.. 108

Lista de tabelas

Manuscrito 1

Table 1: Sociodemographic and anthropometric characteristics of ELANA middle school cohort, according to their participation in at least two or only the first phase of the study. Rio de Janeiro, 2010-2013. 84
Table 2: Sociodemographic and anthropometric characteristics of ELANA middle school cohort at baseline, according to sex and type of school. Rio de Janeiro, 2010-2013. 85
Table 3: Crude and adjusted odds ratio of presenting excessive gain in weight or total body fat according to sociodemographic variables*. ELANA middle school cohort. Rio de Janeiro, 2010-2013. 88

Manuscrito 2

Table 1: Sociodemographic, anthropometric and behavioral characteristics of ELANA middle school cohort, according to their participation in at least two or only the first phase of the study. Rio de Janeiro, 2010-2013. 105
Table 2: Descriptive analysis (mean and 95% CI) of demographic, anthropometric and EBRBs in the final clusters. 106
Table 3: Percentage of students in each cluster, according to sociodemographic and anthropometric factors. 107
Table 4: Logistic regression analyzes for presenting overweight, high waist circumference and high body fat at baseline, at the end of follow-up and excessive gain in four years, by clusters membership..... 109

Lista de siglas

%GC	Percentual de gordura corporal
Add Health	The National Longitudinal Study of Adolescent to Adult Health
ALSPAC	Avon Longitudinal Study of Parents and Children
ANOVA	Analysis of variance
ATLS	Arab Teens Lifestyle Study
AVENA	Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes
BIA	Bioelectrical impedance
CABLE	Child and Adolescent Behaviors in Long-term Evolution
CENTURY	Collecting Electronic Nutrition Trajectory Data Using e-Records of Youth
EAT	Eating Among Teens
EBRBs	Energy balance related behaviors
ECHO	Etiology of Childhood Obesity
ELANA	Estudo Longitudinal de Avaliação Nutricional de Adolescentes
ELS	Ellisras Longitudinal Study
ERICA	Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes
EUA	Estados Unidos da América
FFQ	Food frequency questionnaire
FV	Fruits and Vegetables
GUTS	Growing Up Today Study
HABITS	Health and Behaviour in Teenagers Study
HBSC	Health Behaviour in School-Aged Children Survey
HOYVS	Health of Young Victorians Study
IDEA	Identifying Determinants of Eating and Activity
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IMC	Índice de massa corporal
IMC/I	Índice de massa corporal para idade
IPAQ	International Physical Activity Questionnaire
MCMC	Markov Chain Monte Carlo
MVPA	Moderate to vigorous physical activity
NCDS	National Child Development Study
NDIT	Nicotine Dependence in Teens
NGHS	National Heart, Lung and Blood Institute Growth and Health Survey
NHSII	Nurses' Health Study II
NLSY97	National Longitudinal Survey of Youth
OMS	Organização Mundial da Saúde
OR	Odds ratio
PeNSE	Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar
QFCA	Questionário de frequência de consumo alimentar
Raine Study	The Western Australian Pregnancy Cohort Study
SAS	Statistical Analysis System
SECCYD	Study of Early Child Care and Youth – USA Development
SES	Socioeconomic status
SPEEDY	Sport, Physical Activity and Eating behavior: Environmental Determinants in Young people study
SSB	Sugar-sweetened beverages
WC	Waist circumference
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO **20**
2. REVISÃO DE LITERATURA **24**
2.1. Epidemiologia do excesso de peso em adolescentes **24**
2.2. Avaliação nutricional de adolescentes e métodos de investigação **26**
2.3. Determinantes do excesso de peso e obesidade em adolescentes **31**
2.3.1. Fatores socioeconômicos e demográficos *32*
2.3.2. Consumo alimentar *36*
2.3.3. Atividade física e comportamentos sedentários *42*
2.4. Avaliação longitudinal de medidas antropométricas em adolescentes **48**
2.4.1. Avaliação da trajetória de medidas antropométricas na adolescência *53*
3. QUESTÕES DE ESTUDO E OBJETIVOS **58**
4. MÉTODOS **59**
4.1. Delineamento, local e população do estudo **59**
4.2. Pré teste, coleta e digitação dos dados **61**
4.3. Métodos de coleta de dados **64**
4.3.1. Medidas antropométricas e composição corporal *64*
4.3.2. Avaliação de dados sociodemográficos e econômicos *65*
4.3.3. Avaliação da maturação sexual *65*
4.3.4. Avaliação de comportamento sedentário *66*
4.3.5. Avaliação de prática de atividade física *66*
4.3.6. Avaliação do consumo alimentar *66*
4.4. Processamento dos dados para análise **68**
4.4.1. Dados antropométricos e de composição corporal *68*
4.4.2. Dados de comportamento sedentário e prática de atividade física *68*
4.4.3. Dados de consumo alimentar *69*
4.5. Aspectos éticos **70**
4.6. Análises estatísticas **71**
5. RESULTADOS **72**
5.1. Manuscrito 1: The associations of demographic and socioeconomic factors with changes in BMI and body fat percentage: The Adolescent Nutritional Assessment Longitudinal Study middle school cohort **72**

5.2. Manuscrito 2: Cross-sectional and longitudinal associations between clustering of multiple lifestyle behaviors and adiposity indicators: The Adolescent Nutritional Assessment Longitudinal Study middle school cohort. 89
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES 110
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 112
ANEXOS 128
ANEXO A – Protocolo para realização da bioimpedância 129
ANEXO B – Instruções para avaliação antropométrica e bioimpedância 130
ANEXO C – Dados obtidos na linha de base (1ª fase do ELANA) 131
ANEXO D – Dados obtidos no ano de 2011 (2ª fase do ELANA) 140
ANEXO E - Dados obtidos no ano de 2012 (3ª fase do ELANA) 141
ANEXO F - Dados obtidos no ano de 2013 (4ª fase do ELANA) 143
ANEXO G – Carta de aceite das escolas privadas 145
ANEXO H – Carta de aceite das escolas públicas 146
ANEXO I – Termo de consentimento livre e esclarecido 147
ANEXO J – Fichas de resultados da avaliação antropométrica entregues aos alunos 150
ANEXO K – Aprovação no Comitê de Ética 151

1. INTRODUÇÃO

A adolescência é definida, cronologicamente, como a segunda década de vida, correspondendo ao período entre 10 e 19 anos de idade (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1995). Pode, ainda, ser dividida em duas fases de desenvolvimento, com base em mudanças físicas, psicológicas e sociais: inicial, entre os 10 e 14 anos de idade, e final, dos 15 aos 19 anos. Estima-se que existam 1,2 bilhão de adolescentes no mundo, o correspondente a 20% da população mundial (UNITED NATIONS, 2013). No Brasil, os adolescentes correspondem a cerca de 18% da população, o equivalente a 34 milhões de indivíduos (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011a).

Esta é a fase, depois da primeira infância, em que ocorrem as mais rápidas e intensas mudanças de peso, estatura e composição corporal. Especialmente a fase inicial da adolescência é marcada pela ocorrência do estirão de crescimento puberal, que tem duração de 3 a 4 anos e inicia, em média, aos nove anos e meio para as meninas e um a dois anos mais tarde para os meninos (SAITO, 2002). Neste período, os indivíduos adquirem, aproximadamente, 50% do seu peso, cerca de 20% da altura e 40% da massa óssea definitivos (CHIPKEVITCH, 1995). As proporções corporais, a massa óssea e a adiposidade são modificadas de maneira distinta entre os sexos, com maior ganho de massa muscular entre os meninos e maior ganho de tecido adiposo entre as meninas (GUO et al., 1997; NGUYEN et al., 2001; SIERVOGEL et al., 2006).

Observa-se, também, o desenvolvimento social e emocional do adolescente, com o desenvolvimento e consolidação de sua identidade, supervalorização da necessidade de aprovação de seus pares e o desejo de libertação do controle parental (MONTGOMERY, 2005; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2014). Todas essas mudanças são fundamentais no processo de formação do adolescente, permitindo a plenitude do desenvolvimento até a idade adulta (CHIPKEVITCH, 1995; EISENSTEIN et al., 2000). A duração e velocidade de progressão da puberdade e suas repercussões no desenvolvimento psicossocial variam entre os indivíduos, influenciando as etapas do desenvolvimento cognitivo, emocional e social. Além disso, como o desenvolvimento puberal relaciona-se com alterações na composição corporal, a idade cronológica pode não ser o melhor critério na descrição do estágio de desenvolvimento do adolescente, devendo ser complementada pela avaliação da maturação sexual (BARBOSA; FRANCESCHINI; PRIORE, 2006).

Devido ao aumento das necessidades energéticas e de nutrientes para que sejam atendidas as demandas do crescimento na adolescência, o estilo de vida característico desta faixa etária, suas preferências alimentares e sua susceptibilidade a influências ambientais, adolescentes podem ser considerados grupo de risco nutricional (ENES; SLATER, 2010). Suas escolhas e hábitos alimentares podem ser influenciados pelos amigos, a mídia (HAINES; NEUMARK-SZTAINER, 2006), o desejo de independência, autonomia e afastamento do vínculo familiar (STANG, 2010).

O consumo alimentar nesta faixa etária é caracterizado por ingestão insuficiente de fibras e alto consumo de gorduras saturadas, alimentos refinados, refrigerantes e sódio (ENES; SLATER, 2010; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011b; MORAES et al., 2010; SOUZA et al., 2013), resultando em elevada prevalência de inadequação na ingestão de algumas vitaminas e minerais (DIETHELM et al., 2014; VEIGA et al., 2013). Além disso, na adolescência é frequente a prática reduzida de atividade física, além de hábitos sugestivos de comportamentos sedentários, como o uso de televisão, computador e videogames, que caracterizam o estilo de vida ocidental atual (BARBOSA FILHO; DE CAMPOS; LOPES, 2014; CUREAU et al., 2016; ENES; SLATER, 2010; OLIVEIRA et al., 2016). Este estilo de vida moderno contribui para o desenvolvimento do excesso de peso, que tem sido considerado o problema nutricional mais relevante na adolescência em vários países (CURRIE et al., 2012; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2005), inclusive no Brasil (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2006).

A preocupação com o excesso de peso na adolescência é pertinente, uma vez que o excesso de gordura corporal pode contribuir para o desenvolvimento de lesões precoces de aterosclerose ainda nas primeiras décadas de vida, assim como hipertensão, diabetes, disfunção endotelial e síndrome metabólica (CABALLERO et al., 2008; FERNANDES et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2004; TAVARES et al., 2010), ou ainda para doenças cardiovasculares na vida adulta (REILLY, 2005; SRINIVASAN; MYERS; BERENSON, 2002). Além disso, uma significante proporção de adolescentes com sobrepeso se mantém com excesso de peso por toda a vida ou têm maior grau de obesidade na vida adulta (LOB-CORZILIUS, 2007; SINGH et al., 2008). Entre aqueles que já são obesos na adolescência, cerca de 80% mantêm-se obesos durante a vida adulta, e apresentam maior chance de morbimortalidade (GUO et al., 1994, 2002).

Segundo dados do *Health Behaviour in School-Aged Children* (HBSC) *International Report from 2009/2010 Survey*, realizado pela Organização Mundial da Saúde com 200.000

adolescentes de 43 países, exceto sul-americanos, a prevalência global de excesso de peso entre adolescentes de 11 anos de idade foi de 15%, e 14% para adolescentes de 13 e 15 anos, sendo mais expressiva entre os meninos. As prevalências mais elevadas foram observadas nos Estados Unidos da América, aos 11 anos (31% entre os meninos e 30% para as meninas) (CURRIE et al., 2012). No Brasil, o excesso de peso já alcança cerca de 20% dos adolescentes (21,7% entre os meninos e 19,4% para meninas), tendo aumentado expressivamente nos últimos 40 anos (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2006). Pela elevada magnitude e o dano social que pode causar, o excesso de peso como indicador de obesidade em adolescentes é considerado um problema de saúde pública mundial (SWINBURN et al., 2011).

A etiologia do excesso de peso nesta faixa etária é complexa, envolvendo fatores genéticos e ambientais, como consumo alimentar e inatividade física, além de fatores psicossociais (SWINBURN et al., 2011). Entretanto, as investigações acerca deste tema provêm, em sua maioria, de estudos transversais, que são limitados quanto à identificação de relações causais devido à sua natureza, em que todos os dados são obtidos em um mesmo momento, não permitindo a avaliação de temporalidade dos eventos. No desenho de estudo longitudinal, pode-se identificar mudanças nos parâmetros de interesse, bem como os fatores a elas relacionados, devido à possibilidade de realizar várias mensurações no mesmo indivíduo (FITZMAURICE; LAIRD; WARE, 2011a).

A avaliação longitudinal dos indicadores antropométricos em adolescentes costuma ser escassa e mais comum em países desenvolvidos, uma vez que são pesquisas mais onerosas e complexas do que as transversais. Dentre os estudos longitudinais existentes na literatura científica que avaliam o ganho de peso corporal e compreendem o período da adolescência, em alguns casos os indivíduos foram avaliados da adolescência à idade adulta (SHERWOOD et al., 2009) e; em outros, desde o nascimento ou infância até a adolescência (FREITAS et al., 2012; HUGHES et al., 2011). Contudo, não foram encontrados estudos que tenham sido desenvolvidos com o objetivo de investigar a trajetória de medidas indicadoras de obesidade, ano a ano, abordando toda a fase da adolescência, e ainda explorar a associação entre essas trajetórias e comportamentos de risco à saúde, especialmente na primeira fase da adolescência, na qual ocorre maior parte das mudanças corporais relacionadas à puberdade.

Dentre as poucas coortes realizadas em adolescentes no mundo, os intervalos entre avaliações são, geralmente, amplos, o que pode ser prejudicial para a identificação precoce de fatores de risco para o desenvolvimento da obesidade. Estudos longitudinais com avaliações mais próximas, em intervalos de tempo mais curtos, podem contribuir para compreender melhor

o processo de evolução do excesso de peso, possibilitando a realização de intervenções preventivas em populações semelhantes.

Desta forma, no presente estudo, tivemos como principais objetivos: a avaliação da trajetória de medidas antropométricas indicadoras de adiposidade em período de quatro anos consecutivos entre adolescentes que compuseram a coorte de ensino fundamental do ELANA; verificar a influência das variáveis sociodemográficas nessas trajetórias e sua associação com excesso de adiposidade ou ganho excessivo das medidas avaliadas; investigar de que forma prática de atividade física, sedentarismo e consumo alimentar se relacionam com as trajetórias de adiposidade e ganho excessivo de peso e de gordura corporal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Epidemiologia do excesso de peso em adolescentes

Por tratar-se de um período de intenso crescimento, alguns agravos nutricionais investigados na adolescência são relacionados ao processo de desenvolvimento. O déficit de estatura, por exemplo, resulta de condições pregressas de saúde e/ou nutrição desfavoráveis, que acarretam ganho de estatura inferior ao potencial genético de crescimento do adolescente (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1995).

No Brasil, de acordo com dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) de 2002-2003, cerca de 10% dos adolescentes apresentavam déficit de estatura para idade, sendo mais frequente entre os meninos e nas regiões norte e nordeste. A tendência secular deste indicador foi representada por dados de três inquéritos nacionais: O Estudo Nacional de Despesas Familiares (ENDEF), realizado nos anos de 1974 e 1975; a Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição (PNSN), de 1989; e a POF de 2002-2003. No período de três décadas, observou-se contínuo e intenso declínio da prevalência de déficit de estatura para idade entre adolescentes. A prevalência entre meninos era de 33,5% no primeiro inquérito, 20,5% no segundo e 10,8% no terceiro, enquanto o déficit de estatura se apresentava em 26,3% das meninas em 1974-1975, 16,9% em 1989 e 7,9% em 2002-2003. O declínio foi observado em todos os estratos de renda, embora a frequência de déficit de estatura ainda seja cerca de quatro vezes maior entre adolescentes de baixa renda, quando comparada à observada naqueles de renda mais alta (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2006).

A magreza, observada pelo déficit de IMC para idade, atinge 3,4% dos brasileiros entre 10 e 19 anos de idade, segundo dados da última POF (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010). Quando comparadas às prevalências observadas nos inquéritos anteriores, observa-se que estas também foram reduzidas, com flutuações entre 2,8% e 4,8% para ambos os sexos (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2006).

Por outro lado, a prevalência de excesso de peso entre adolescentes brasileiros tem aumentado de forma rápida e expressiva nas últimas décadas. Dados da Pesquisa de Orçamentos

Familiares realizada nos anos de 2008 e 2009 revelaram que o excesso de peso mais que dobrou entre as meninas e aumentou em mais de 5 vezes entre os meninos no período de 35 anos, atingindo 21,5% dos meninos e 19,4% das meninas. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010).

Mundialmente, embora estudos recentes indiquem um platô (BANCEJ et al., 2015; WABITSCH; MOSS; KROMEYER-HAUSCHILD, 2014) ou, ainda, o decréscimo (KOEBNICK et al., 2015) da prevalência de excesso de peso em países desenvolvidos, em análise sistemática de diversos inquéritos nacionais e mundiais observou-se que a prevalência de excesso de peso em crianças e adolescentes apresentou notável aumento entre os anos de 1980 e 2013, tanto em países desenvolvidos (16,9% para 23,8% em meninos; 16,2% para 22,6% entre meninas) quanto para os países em desenvolvimento (8,1% para 12,9% em meninos; 8,4% para 13,4% entre meninas). Neste estudo, estimou-se que existe a probabilidade de haver aumento contínuo da prevalência de excesso de peso nos países em desenvolvimento (NG et al., 2014).

O aumento da prevalência de excesso de peso e obesidade se explica dentro do contexto da “transição epidemiológica” em que o amplo predomínio de doenças infecciosas, parasitárias e carenciais deu lugar à hegemonia das doenças crônicas não transmissíveis que se tem nos dias atuais. Concomitantemente, houve mudanças nos padrões dietéticos e de atividade física, que caracterizam a transição nutricional. (BATISTA FILHO; RISSIN, 2003; POPKIN; GORDON-LARSEN, 2004; POPKIN, 2003).

2.2. Avaliação nutricional de adolescentes e métodos de investigação

A adolescência é um período de crescimento e desenvolvimento intensos, que ocorrem em etapas de comportamentos distintos. Considera-se que a fase inicial da adolescência compreende dos 10 a 13 anos entre as meninas, e dos 12 aos 15 anos de idade para meninos; a fase intermediária ocorre dos 14 aos 17 anos e a fase final, dos 17 aos 19 anos de idade (CHELALA, 1995). O pico máximo de crescimento tem duração de 18 a 24 meses (STANG, 2010), ocorrendo próximo aos 12 anos para meninas e 14 anos para meninos (SAITO, 2002).

É na primeira fase da adolescência que ocorrem as mais intensas mudanças corporais, decorrentes de estímulos hormonais do eixo hipotálamo-hipófise-gônadas (EISENSTEIN et al., 2000; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1995). Neste contexto, observa-se a maturação dos órgãos e sistemas, o aumento da massa muscular, do volume sanguíneo e o crescimento ósseo, caracterizando o estirão no crescimento somático, assim como o aparecimento de características sexuais secundárias (EISENSTEIN et al., 2000; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1995).

Mudanças de adiposidade, massa livre de gordura e densidade óssea ocorrem, concomitantemente, de forma diferente entre os sexos. O ganho de massa livre de gordura atinge um platô aos 12 anos para meninas, enquanto torna-se mais intenso para os meninos. Por outro lado, meninas ganham cerca de 1,14 kg ao ano em adiposidade e os meninos não têm mudança significativa na massa gorda durante a puberdade. Ao fim da adolescência, os homens tendem a apresentar, em média, 20 quilos a mais de massa livre de gordura do que as mulheres, e estas têm em média 5 a 6 quilos mais em massa gorda, resultando em uma média de 13% de gordura corporal para homens e de 25% para mulheres (LOOMBA-ALBRECHT; STYNE, 2009). A distribuição da massa gorda também sofre alterações durante a puberdade, uma vez que o maior acúmulo de gordura no quadril e menor acúmulo na região da cintura observado nas meninas desde a infância tornam-se mais evidentes com o processo de desenvolvimento puberal (TAYLOR et al., 2010).

No campo psicossocial, ocorrem também os questionamentos aos valores transmitidos pelos familiares, dúvidas em relação ao corpo e curiosidade quanto à sexualidade (CHIPKEVITCH, 1995). Tanto as modificações morfológicas, que exercem impacto direto no aumento da demanda energética e de nutrientes, quanto as comportamentais, que influenciam o estilo de vida, devem ser consideradas na investigação em adolescentes, a fim de compreender a influência dessas mudanças no estado de saúde do indivíduo (STANG, 2010).

No âmbito nutricional, os indicadores antropométricos podem ser utilizados para avaliar o desenvolvimento puberal e identificar possíveis problemas no crescimento, refletindo a adequação ou inadequação do atendimento às demandas nutricionais peculiares à faixa etária (GIBSON, 2005). As medidas antropométricas são amplamente utilizadas na avaliação da adequação de peso e adiposidade também na adolescência, por serem mais práticas e de baixo custo, incluindo as medidas de peso, estatura, perímetros e dobras cutâneas (HIMES; DIETZ, 1994).

Em geral, o Índice de Massa Corporal (IMC), definido como a razão entre o peso corporal em quilos e o quadrado da estatura em metros (kg/m²), é o método mais utilizado na avaliação antropométrica devido à alta capacidade preditiva de risco de morbidade e mortalidade em indivíduos adultos, sua facilidade de uso e baixo custo, além de apresentar boa correlação com a gordura corporal (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1995). O IMC é considerado também um bom indicador para avaliar a adequação de peso em adolescentes tanto em estudos transversais (BICKHAM et al., 2013; NEUMARK-SZTAINER et al., 2012; VEIGA et al., 2004), quanto longitudinais (MERTEN, 2010; SHERWOOD et al., 2009; VINER; COLE, 2006), devido à fácil obtenção e alta correlação com medidas específicas de adiposidade, por possuir referência para comparações e permitir a continuidade do critério utilizado na avaliação de adultos (DE ONIS, 2007; VEIGA; SICHIERI, 2007; VIEIRA et al., 2006). Entretanto, as mudanças na composição corporal, decorrentes do processo de maturação sexual, como o maior acúmulo de massa magra entre os meninos e de gordura corporal entre meninas (LOOMBA-ALBRECHT; STYNE, 2009) além de grandes variações por idade, sexo e etnia (DEURENBERG-YAP et al., 2000), não são captadas com precisão pelo IMC (DEMERATH et al., 2006). Além disso, a utilização do IMC como preditor de obesidade para adolescentes é discutível, pois, apesar de baixa, a correlação com a estatura ainda é significativa nesta faixa etária, e as mudanças observadas no índice não refletem, exclusivamente, mudanças na composição corporal, como nos adultos, mas também na estatura, e são dependentes de sexo, idade e estágio de maturação sexual (ANJOS, 1992).

O IMC aumenta durante o processo de desenvolvimento da adolescência, atingindo a estabilidade em torno dos 20 anos de idade (ANJOS; VEIGA; CASTRO, 1998). Desta forma, não se pode identificar pontos de corte fixos que indiquem alterações nutricionais e sejam específicos para todo o período da adolescência, exigindo a consulta a curvas de referências específicas para sexo e idade. Já foi mostrado que os valores de percentual de gordura corporal (% GC) associados aos pontos de corte de IMC utilizados para classificação de sobrepeso e

obesidade variam consideravelmente com a idade entre crianças e adolescentes (TAYLOR et al., 2002), e tais pontos de corte não estão diretamente associados a comorbidades (VIEIRA et al., 2009). Sendo assim, a interpretação do IMC como medida de adiposidade deve ser feita com cautela nesta faixa etária.

Apesar de tais limitações, a OMS recomenda que o IMC-para-idade (IMC/I) seja aplicado na avaliação da adequação de peso na adolescência (DE ONIS, 2007), podendo ser expresso em percentis e escores-Z, que são critérios estatísticos usados para comparar indivíduos ou grupos a uma referência populacional de mesmo perfil (sexo e idade). Segundo este critério, são considerados com sobrepeso os adolescentes com IMC/I maior que 1 escore-Z ou percentil 85, e obesos quando este indicador se encontra acima de 2 escores-Z ou percentil 97. Todavia, em estudos longitudinais, a utilização do valor absoluto do IMC, como variável contínua, tem se mostrado mais adequada na identificação de mudanças ao longo do tempo (BERKEY et al., 2007; COLE et al., 2005).

Devido às limitações do IMC em captar exatamente a gordura corporal e à associação da obesidade com alterações metabólicas que representam risco cardiovascular já nesta fase precoce da vida, a avaliação da composição corporal reveste-se de importância na prevenção de morbidades associadas ao excesso de gordura corporal. Para estimar a gordura corporal, dispõe-se de diferentes métodos. Os de maior acurácia são a absorciometria de raios-X de dupla energia (DEXA) e a pesagem hidrostática, porém estes métodos são de alto custo e difícil aplicação, e exigem equipamentos de acesso limitado e muita cooperação do indivíduo avaliado, o que limita a utilização desses métodos tanto na prática clínica quanto em estudos epidemiológicos (ANJOS; WAHRLICH, 2007; FREEDMAN et al., 2004).

A bioimpedância elétrica (BIA) baseia-se no princípio de que os componentes corporais oferecem resistência diferenciada à passagem de uma corrente elétrica de baixa intensidade. Desta forma, a massa livre de gordura oferece menor resistência à condução da corrente do que a gordura corporal, devido à presença de água e eletrólitos nos tecidos magros. Por ser um método não-invasivo, portátil e de fácil aplicação, é uma boa alternativa para avaliação da composição corporal em estudos epidemiológicos (HOUTKOOPER et al., 1996). Este método apresentou boa acurácia na predição de massa livre de gordura e gordura corporal na adolescência (HOUTKOOPER et al., 1992; LAZZER et al., 2005; SCHAEFER et al., 1994; WU et al., 1993), com melhor precisão do que as dobras cutâneas (SCHAEFER et al., 1994). A BIA também se mostrou uma boa opção para avaliação da composição corporal em

adolescentes na observação de mudanças ao longo do tempo, verificadas em estudo longitudinal (PHILLIPS et al., 2003).

Williams e colaboradores (1992) observaram que percentuais de gordura de valor igual ou maior que 25% para meninos e 30% para meninas estavam relacionados ao aumento das concentrações séricas de colesterol total e lipoproteínas não-HDL, assim como da pressão arterial. Em alguns estudos, foram utilizados estes pontos de corte para definir o excesso de adiposidade, com a proposta de avaliar o desempenho de medidas antropométricas na predição do excesso de gordura corporal (FERNANDES et al., 2007; SARDINHA et al., 1999; VIEIRA et al., 2006). No estado de Minas Gerais, o valor de 28% de gordura corporal foi utilizado como ponto de corte para identificar excesso de gordura corporal em adolescentes do sexo feminino, na avaliação de alterações metabólicas (SERRANO et al., 2010). O percentil 85 de distribuição da população de estudo também tem sido utilizado como ponto de corte para identificar o excesso de gordura corporal nesta faixa etária em estudos de validação do IMC como medida de adiposidade (ELLIS; ABRAMS; WONG, 1999; MEI et al., 2002; VIEIRA et al., 2006).

Outras medidas mais práticas têm sido utilizadas na avaliação da gordura corporal, em especial as que indicam acúmulo na região abdominal, como perímetro da cintura, razão cintura-quadril e razão cintura-estatura (FREITAS et al., 2012; MAK et al., 2010; TAYLOR et al., 2000), já que a localização da gordura na região abdominal é relacionada ao aumento do risco de doenças relacionadas à obesidade (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2000).

Dentre os indicadores de localização de gordura corporal, o perímetro da cintura tem sido mais utilizado, por apresentar alta correlação com a gordura corporal total na adolescência, além de também estimar o acúmulo de gordura visceral (NEOVIUS; LINNE; ROSSNER, 2005). Esta medida também é eficaz na predição da resistência à insulina em crianças e adolescentes (MOREIRA et al., 2008) e se associa aos componentes da síndrome metabólica tanto de maneira isolada (ALVAREZ et al., 2008; BLÜHER et al., 2013; LEE et al., 2009), quanto em conjunto com o IMC (CHIARA et al., 2009; RICARDO; CALDEIRA; CORSO, 2009), para ambos os sexos. Curvas de referência para percentis do perímetro da cintura em adolescentes têm sido elaboradas em países como Inglaterra (MCCARTHY; ELLIS; COLE, 2003), Estados Unidos (COOK; AUINGER; HUANG, 2009; FERNANDEZ et al., 2004) e Kuwait (JACKSON et al., 2011), todavia ainda não há consenso quantos aos pontos de corte indicadores de morbidade específicos para esta faixa etária (WEISS et al., 2004).

Em estudo realizado com uma amostra probabilística de adolescentes da cidade de Niterói, Rio de Janeiro, Alvarez et al.(2008) avaliaram a associação entre as medidas de

localização de gordura central (perímetro da cintura, razão cintura-quadril e razão cintura-estatura) com os componentes da síndrome metabólica, com ajuste por IMC e percentual de gordura corporal. Observaram que a razão cintura-quadril foi a medida que apresentou a pior associação, não tendo efeito significativo para nenhum dos componentes da síndrome. O perímetro da cintura foi a medida que melhor se associou aos componentes da síndrome metabólica, seguida pela razão cintura-estatura.

Embora o perímetro da cintura pareça ser a medida de adiposidade central mais eficaz para estimar risco cardiovascular em adolescentes, a razão cintura-estatura já foi citada como um melhor indicador de adiposidade do que o perímetro da cintura *per se* (ASHWELL; HSIEH, 2005). No entanto, os pontos de corte utilizados em adolescentes na interpretação de razão cintura-quadril e razão cintura-estatura têm sido os mesmos utilizados para adultos (ASHWELL; GIBSON, 2009; MCCARTHY; ASHWELL, 2006), o que pode levar a interpretações equivocadas quanto a sua associação com morbidade. Particularmente em relação a razão cintura-quadril, por se basear em proporções corporais que modificam-se rapidamente na adolescência, este índice pode refletir mais esta variação do que, propriamente, o acúmulo de gordura (TAYLOR et al., 2010; WEISS et al., 2004), tornando complexa a sua interpretação como indicador de adiposidade central nesta faixa etária.

2.3. Determinantes do excesso de peso e obesidade em adolescentes

O balanço energético positivo que dá origem à obesidade pode ser influenciado por diversos fatores genéticos, ambientais e comportamentais, que interagem entre si (HALL et al., 2012), tornando complexa a identificação de relações causais específicas com a obesidade. Por ser um agravo de caráter multifatorial, a investigação acerca dos determinantes da obesidade tem recebido especial atenção na literatura científica. Alguns exemplos de fatores determinantes em adolescentes já relatados são: o emprego do pai, grau de instrução e a presença de excesso de peso nos pais (DOUSTMOHAMMADIAN et al., 2012); baixo consumo de laticínios (AL JUNAIBI et al., 2013), consumo excessivo de açúcares simples e gorduras, associada à ingestão insuficiente de frutas e hortaliças (MALIK et al., 2013; TORAL; SLATER; SILVA, 2007); menor duração do sono e maior tempo de televisão em dias de semana (LIOU; LIOU; CHANG, 2010); menor nível de atividade física (LAURSON et al., 2014; SU et al., 2014), além de fatores psicossociais (PATE et al., 2013), entre outros .

Nos últimos anos, os comportamentos relacionados ao balanço energético têm sido foco de diversas investigações, a fim de serem identificados fatores de risco ao desenvolvimento da obesidade e que podem ser modificados. O *Expert Comittee of the American Academy of Pediatrics*, em 2007, identificou comportamentos que podem prevenir o ganho de peso excessivo em crianças e adolescentes, como: limitar o tamanho das porções dos alimentos, o tempo de televisão e o consumo de alimentos de alta densidade energética, bem como de bebidas com adição de açúcar; incentivar o consumo adequado de frutas, legumes e verduras; promover atividades físicas de intensidade moderada a vigorosa, ao menos 60 minutos por dia; estimular a prática de refeições com os pais e consumo diário do desjejum (BARLOW, 2007).

Nesta revisão de literatura, são abordados os fatores socioeconômicos e demográficos, bem como o consumo alimentar, a prática de comportamentos sedentários e atividade física, fatores de interesse desta tese.

2.3.1. Fatores socioeconômicos e demográficos

Em diversos estudos, pode-se observar a relação entre excesso de peso e fatores demográficos, como sexo e raça/etnia, bem como socioeconômicos, como renda familiar mensal, escolaridade ou acesso a bens e serviços. De modo geral, a relação entre excesso de peso e condição socioeconômica em adolescentes tem se mostrado inversa nos países desenvolvidos, enquanto o excesso de peso está diretamente associado ao nível socioeconômico nos países em desenvolvimento (CARDOSO et al., 2009).

Na cidade de Massachusetts, nos Estados Unidos da América (EUA), dados de 111.799 alunos do 1º, 4º, 7º e 10º anos foram analisados, a fim de se investigar se a raça/etnia de descendência africana ou hispânica seria preditora independente da obesidade, considerando variações no nível socioeconômico entre as 68 comunidades avaliadas. A prevalência de excesso de peso foi elevada entre os distritos (média de 32%) e, embora tenha registrado taxas mais elevadas entre alunos de descendência africana ou hispânica, esta relação desapareceu após controlada pela renda familiar, sugerindo que o baixo nível socioeconômico tem um papel mais significativo na ocorrência de obesidade em crianças e adolescentes do que a etnia, no contexto desse país (ROGERS et al., 2015). Em estudo transversal realizado com o objetivo de identificar fatores associados à ocorrência de excesso de peso em 2.385 adolescentes (11 a 18 anos) de 43 escolas do sul da França, o status socioeconômico foi estimado com base na ocupação dos pais. Observou-se maior chance de apresentar excesso de peso em meninos (OR = 1,54; IC 95% 1,19 – 2,00), comparados às meninas, e entre adolescentes cuja família tivesse status socioeconômico médio (OR = 1,74; IC 95% 1,30 – 2,34) ou baixo (OR = 1,61; IC 95% 1,09 – 2,40), em comparação às famílias de elevado status socioeconômico (CARRIERE et al., 2013).

Em revisão sistemática conduzida com o objetivo de explorar se as tendências observadas para o excesso de peso e obesidade na infância e adolescência diferem de acordo com a condição socioeconômica em países desenvolvidos, Chung e colaboradores (2015) analisaram 30 estudos que relataram a prevalência de excesso de peso em indivíduos de 2 a 18 anos, em ao menos dois períodos desde 1990. Destes, em dezoito foram observadas diferenças nas tendências de excesso de peso dependendo da condição socioeconômica e, em quinze destes, esta diferença aumentava ao longo do tempo.

Na avaliação longitudinal da relação entre status socioeconômico e adequação de peso em adolescentes participantes do projeto *Eating Among Teens* (EAT), nos EUA, foram

avaliados os dados de 2.516 adolescentes do ano de 1999 a 2004. Observou-se que a prevalência de excesso de peso foi mais elevada em adolescentes de nível socioeconômico mais baixo, em comparação aos de elevado nível socioeconômico. Além disso, houve redução de 5 pontos percentuais na prevalência de excesso de peso entre meninos de alto nível socioeconômico após cinco anos (p= 0,006) e aumento de 5,2 pontos percentuais na prevalência de excesso de peso em meninas de baixo nível socioeconômico (p= 0,004). Em meninas de médio e alto nível socioeconômico, foi observada prevalência estável de excesso de peso (SHERWOOD et al., 2009). Da mesma forma, em coorte de adolescentes australianos, acompanhados durante seis anos e que cursavam do segundo ao sexto ano do ensino fundamental na linha de base, observou-se que, para ambos os sexos, o excesso de peso foi mais prevalente entre aqueles pertencentes ao mais baixo nível socioeconômico do que os de médio e elevado nível socioeconômico, e este padrão permaneceu durante todo o seguimento (O'DEA; CHIANG; PERALTA, 2014).

Na cidade de Roterdã, na Holanda, um estudo foi desenvolvido com o objetivo de investigar o surgimento desta relação inversa entre o IMC e o nível socioeconômico, como parte de uma coorte de indivíduos nascidos entre 2002 e 2006, que será acompanhada até a vida adulta. Analisando dados de 3.656 crianças nos primeiros seis anos de vida, observou-se que o IMC e a massa de gordura total daquelas de mais elevado nível socioeconômico foram superiores aos de crianças de baixo nível socioeconômico, porém em torno dos 3 a 4,5 anos de idade, esta relação se inverte e assim permanece, sendo ampliada com o aumento da idade (BOUTHOORN et al., 2014).

No *Avon Longitudinal Study of Parents and Children* (ALSPAC), realizado no Reino Unido, a escolaridade materna foi utilizada como marcador de condição socioeconômica, a fim de observar o efeito de desigualdades socioeconômicas na trajetória do IMC entre os dois e dez anos de idade. Verificou-se um gradiente social, principalmente após os sete anos de idade para meninos e oito anos para as meninas, onde o IMC aumentou à medida que as categorias de escolaridade materna diminuíam. Aos 10 anos de idade, indivíduos cujas mães tinham maior escolaridade apresentaram IMC mais baixo do que aqueles cujas mães encontravam-se na categoria de menor escolaridade, sendo esta diferença em média de 0,38 kg/m², nos meninos, e 0,89 kg/m², nas meninas (HOWE et al., 2011).

Na comparação entre as coortes de nascimento de Pelotas (1982 e 1993), no Brasil, e do Reino Unido (ALSPAC), Matijasevich e colaboradores (MATIJASEVICH et al., 2009) observaram que a prevalência de excesso de peso foi maior entre meninas do ALSPAC,

comparadas às de Pelotas, enquanto a obesidade foi mais prevalente entre meninos de Pelotas, quando comparados aos do ALSPAC. Além disso, houve forte associação positiva entre excesso de peso e nível socioeconômico entre adolescentes brasileiros de 11 anos de maior renda familiar e cujas mães tiveram maior escolaridade, enquanto para adolescentes do Reino Unido, houve associação inversa entre o excesso de peso e os estratos mais elevados de renda e educação para adolescentes da mesma idade. Entre brasileiros da coorte de 1982, que tinham 18 anos, o excesso de peso mostrou-se positivamente associado com a renda familiar e escolaridade materna no sexo masculino, porém inversamente associado no sexo feminino.

Segundo dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), no Brasil houve aumento contínuo da prevalência de excesso de peso entre adultos, no período de 1975 a 2009, para todos os extratos de renda no sexo masculino e para os dois quintos de renda mais baixos no sexo feminino. Entre mulheres dos três quintos mais elevados, houve redução da prevalência no período entre 1989 e 2003, entretanto observou-se aumento entre 2003 e 2009. Entre a população de 10 a 19 anos, observa-se redução da prevalência de déficit de peso e a elevação contínua da prevalência de excesso de peso em todos os estratos de renda no decorrer dos inquéritos nacionais realizados no período de 1974 a 2009. No entanto, parece haver associação direta entre o status socioeconômico e o excesso de peso, principalmente em meninos, já que a prevalência de excesso de peso é de 16,9% no primeiro quintil de renda, e no quinto quintil chega a 31,6% (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010).

Nos anos de 2009 e 2012 foram realizadas, no Brasil, as edições da Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE), que teve como objetivo conhecer e dimensionar fatores de risco e proteção à saúde dos adolescentes, tendo como público estudantes do 9º ano do ensino fundamental de todas as capitais do País, além do Distrito Federal, no intuito de melhor formular ações e programas de saúde direcionados a esta faixa etária. De acordo com dados da PeNSE de 2009, realizada com 60.973 alunos, com idade média de 14,2 anos, o excesso de peso foi observado em 23% dos adolescentes, e a obesidade em 7,3% deles, sendo mais acentuadas para o sexo masculino (24,0% para excesso de peso e 8,7% para obesidade) em comparação ao feminino (22,1% para excesso de peso e 6,0% para obesidade), e em adolescentes de 11 a 13 anos de idade (27,8% para excesso de peso e 9,0% para obesidade), em comparação àqueles de 14 a 16 (21,7% de excesso de peso e 6,9% de obesidade) e de 17 a 19 anos de idade (15,3% para excesso de peso e 5,% para obesidade). A prevalência de excesso de peso foi superior para a cor de pele branca (25,3%) quando comparada a preta (22,2%), parda (21,1%), amarela (20,6%) e indígena (22,3%), e a obesidade teve prevalência semelhante em adolescentes de cor

branca e preta (cerca de 8%), sendo inferior entre adolescentes das demais etnias (em torno de 6%). Em relação à natureza administrativa da escola, que tem sido utilizada como proxy da condição socioeconômica em estudos realizados no Brasil (FERREIRA et al., 2015), os escolares de escolas privadas apresentaram maiores prevalências de excesso de peso (31,0% *vs* 20,8%) e obesidade (10,0% *vs* 6,6%) do que os de escolas públicas. Da mesma forma, as prevalências de excesso de peso foram superiores entre adolescentes cujas mães estudaram por dez anos ou mais (29,9%), comparados àqueles filhos de mulheres com 8 a 10 (24,8%), 4 a 7 (21,5%) e menos de 3 (18,5%) anos de estudo. Os mesmos resultados foram observados quando a condição socioeconômica foi avaliada por escore de posse de bens domésticos, em que aqueles do escore alto apresentaram maior prevalência de excesso de peso (28,0%) do que os adolescentes com médio (23,3%) e baixo (17,7%) escores (ARAÚJO et al., 2010).

Semelhante associação também foi observada para a obesidade abdominal. Em estudo realizado com dados da Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher, de 2006, com o objetivo de identificar a prevalência de obesidade abdominal e as desigualdades socioeconômicas associadas em 2.488 adolescentes de 15 a 19 anos do sexo feminino de todas as regiões do Brasil, observou-se maior prevalência de obesidade abdominal entre as de pele branca (26,6%), do que pardas (25%) e negras (22,1%); Todavia, as adolescentes que tiveram menos de cinco anos de estudo apresentaram prevalência de obesidade abdominal muito mais elevada (42,6%) do que adolescentes com 5 a 8 (21,6%), 9 a 11 (25,5%) e doze ou mais anos (11,6%) de estudo completos (SILVA, 2013).

Nos últimos anos, a relação entre condição socioeconômica e excesso de peso nos países em desenvolvimento tem apresentado mudanças. Em revisão sistemática da literatura, Monteiro e colaboradores (2004) analisaram 14 estudos conduzidos na população adulta em países em desenvolvimento, entre os anos de 1982 e 2002. Metade dos estudos apontavam para uma associação positiva estatisticamente significativa entre condição socioeconômica e obesidade no sexo masculino, enquanto a outra metade não apresentava associação. No entanto, para mulheres, em 10 estudos foi observada associação inversa entre condição socioeconômica e obesidade. Além disso, observou-se que, com o aumento do produto interno bruto (PIB) per capita dos países avaliados, a carga da obesidade tende a se deslocar para os grupos de menor nível socioeconômico.

De forma semelhante, em revisão sistemática mais recente conduzida com 42 estudos, Dinsa e colaboradores (2012) observaram associação positiva entre condição socioeconômica e obesidade em países de baixa renda ou baixo índice de desenvolvimento humano (IDH) para

adultos de ambos os sexos, enquanto para países de média renda ou com médio IDH, esta associação mostrou-se, em grande parte, mista para homens e, principalmente, negativa para mulheres. No entanto, em todos os 11 estudos conduzidos com crianças e/ou adolescentes incluídos na revisão, observou-se relação positiva entre nível socioeconômico e obesidade, para ambos os sexos.

2.3.2. Consumo alimentar

Os hábitos alimentares na adolescência são amplamente investigados, devido à preocupação que se tem acerca da maior necessidade energética e de nutrientes devido à elevada demanda do crescimento concomitante à maior susceptibilidade a práticas alimentares não saudáveis (MORENO et al., 2010). Além disso, sabe-se que os hábitos alimentares formados nesta fase da vida tendem a ser mantidos na idade adulta (KELDER et al., 1994; MIKKILÄ et al., 2005), o que ressalta sua importância em relação à saúde.

O padrão alimentar nesta faixa etária inclui a preferência por *fast foods*, caracterizados por alimentos ricos em gorduras e de alta densidade energética, reduzido consumo de marcadores de alimentação saudável, como laticínios, hortaliças e vegetais e alto consumo de refrigerantes (CARMO et al., 2006; ENES; SLATER, 2010; MORAES et al., 2010; MORENO et al., 2010; SOUZA et al., 2013; STANG, 2010). Além disso, também se observa padrão insatisfatório de consumo de refeições, principalmente o desjejum, assim como a substituição das grandes refeições por lanches e a realização de refeições sem a presença dos familiares (ESTIMA et al., 2009; MORENO et al., 2010).

Em revisão de literatura realizada com o objetivo de explorar a relação entre diferentes padrões alimentares e o desenvolvimento da obesidade em crianças e adolescentes, bem como descrever a tendência destes padrões em adolescentes, Moreno e colaboradores (2010) concluíram que os comportamentos alimentares não saudáveis que apresentam maior evidência científica para o desenvolvimento da obesidade foram a baixa frequência das grandes refeições, a omissão do desjejum e o elevado consumo de bebidas com adição de açúcar. Este último, inclusive, já tem sido relacionado ao ganho de peso em todas as faixas etárias (MALIK et al., 2013), bem como a marcadores de risco cardiovascular em crianças, adolescentes (WANG, 2014) e adultos (ZHANG et al., 2013).

Especificamente nos países em desenvolvimento, em revisão de literatura que incluiu 50 estudos publicados de 2000 a 2014, com crianças e adolescentes de 6 a 19 anos de idade, observou-se que o consumo alimentar desses indivíduos tem diversidade restrita, é composto basicamente por alimentos de origem vegetal, mas com ingestão limitada de frutas e verduras. Além disso, foi observado, simultaneamente, a ocorrência de déficit na ingestão calórica e de micronutrientes, bem como uma tendência emergente de consumo de alimentos e bebidas de alta densidade energética, especialmente em áreas urbanas (OCHOLA; MASIBO, 2014).

No Brasil, resultados de pesquisas populacionais corroboram com estes achados. A segunda edição da PeNSE, realizada no ano de 2012 com estudantes do 9º ano do ensino fundamental, verificou o consumo de marcadores de alimentação saudável e não saudável, e suas frequências entre os adolescentes. Os marcadores de alimentação não saudável mais referidos per serem consumidos cinco ou mais vezes por semana pelos escolares foram: as guloseimas (doces, balas, chicletes, chocolates, bombons ou pirulitos), relatada por 41,3%; biscoitos salgados (35,1%); refrigerantes (33,2%) e biscoitos doces (32,5%). Em relação aos alimentos marcadores de alimentação saudável, embora 69,9% relatassem consumir feijão em cinco ou mais dias da semana, 30% dos adolescentes informaram o consumo de frutas frescas, somente 26,6% dos adolescentes relataram o consumo de hortaliças cozidas e apenas 13,5% consumiam hortaliças cruas em cinco ou mais dias da semana (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013).

De acordo com dados da mesma pesquisa, 19,2% dos participantes relatou consumir guloseimas e refrigerantes em cinco ou mais dias da semana, enquanto 36,1% relataram esta frequência para um deles. O consumo regular de ambos produtos ricos em açúcar foi mais prevalente no sexo feminino, estando associado a maior escolaridade da mãe, não fazer as refeições regularmente com os pais, bem como ao hábito de alimentar-se enquanto assiste à televisão e maior tempo dedicado à televisão (FERREIRA; CLARO; LOPES, 2015). Na identificação de padrões alimentares entre adolescentes participantes da PeNSE de 2009, Tavares e colaboradores (2014) observaram que 27,7% se enquadravam no padrão “saudável”, caracterizado pelo consumo mais frequente de alimentos marcadores de alimentação saudável (hortaliças cozidas ou cruas, frutas, leite e feijão); 34,6% dos adolescentes foram classificados no padrão não saudável, marcado pela maior frequência de consumo dos alimentos marcadores de alimentação não-saudável (biscoitos doces ou salgados, guloseimas, refrigerantes, salgados fritos, embutidos e batata frita); o padrão misto, caracterizado pela menor discrepância entre o consumo semanal de alimentos marcadores de alimentação saudável e não saudável, foi

composto por 37,7% dos estudantes avaliados. Foi possível entender, ainda, que há influência do desenvolvimento econômico dos municípios nos padrões alimentares, tendo em vista que o índice de desenvolvimento humano (IDH) municipal mostrou correlação positiva com o padrão saudável, e negativa com o padrão misto.

Na análise de tendência dos fatores de proteção e risco para doenças crônicas não transmissíveis, comparando-se a PeNSE de 2009 com a realizada em 2012, observou-se a redução do percentual de adolescentes que relataram consumo, em cinco ou mais dias na semana, de feijão, frutas frescas, refrigerantes e guloseimas, em ambos os sexos e tipos de escola. Contudo, entre estudantes de escolas públicas, as prevalências no consumo de feijão e refrigerantes foi mantida, assim como o consumo de frutas entre aqueles de escolas privadas (MALTA et al., 2014).

Segundo dados do primeiro Inquérito Nacional de Alimentação, um dos módulos da última POF, realizada em 2008-2009, adolescentes brasileiros estão consumindo mais embutidos (mortadela, salsicha e linguiça), biscoitos recheados e refrigerantes, e menos feijão, saladas e verduras em geral do que adultos e idosos (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011b). Além disso, este é o único grupo etário no qual não foi observada presença de hortaliças entre os 20 alimentos mais consumidos (SOUZA et al., 2013). Com base nos mesmos dados, Veiga e colaboradores (2013) observaram que a inadequação da ingestão de cálcio e vitamina E atingiu quase 100% dos adolescentes, cerca de 30% apresentaram inadequação para vitamina C e a ingestão de fósforo e vitamina A foi insuficiente em cerca de dois terços dos adolescentes. Ainda, mais de 70% dos adolescentes apresentou consumo de sódio superior ao recomendado. Tais achados ressaltam a vulnerabilidade desta faixa etária ao desenvolvimento de condições desfavoráveis à saúde em decorrência de hábitos alimentares inadequados.

Os hábitos alimentares na adolescência têm se mostrado associados a indicadores de adiposidade em estudos locais. Na cidade de Florianópolis, em estudo transversal com amostra probabilística de 1.590 escolares de 11 a 14 anos, o excesso de peso mostrou-se positivamente associado à não realização de refeições estruturadas para ambos os sexos (BENEDET et al., 2013). Na cidade de Maringá (PR), amostra probabilística de 991 estudantes de 14 a 18 anos de idade foi avaliada com o objetivo de identificar fatores socioeconômicos e de estilo de vida associados à obesidade abdominal, classificada por perímetro da cintura elevado. Entre as meninas, a obesidade abdominal foi menos prevalente no consumo excessivo de frituras, e mais prevalente entre aquelas com consumo excessivo de refrigerantes; para meninos, o consumo

elevado de refrigerantes e doces foi inversamente associado à ocorrência de obesidade abdominal. No entanto, os autores apontam que, por se tratar de um estudo transversal, não é possível estimar uma relação causa-efeito, e os indivíduos com obesidade abdominal relataram fazer dietas restritivas mais frequentemente, o que provavelmente restringia o consumo de alimentos de alta densidade calórica e pode explicar resultados inesperados (MORAES; FALCÃO, 2013).

Os hábitos de refeições também têm sido associados ao excesso de peso. No Brasil, Estima e colaboradores (2009) observaram que cerca de um terço dos adolescentes avaliados em Duque de Caxias (RJ) apresentavam padrão insatisfatório de consumo de refeições, caracterizado pela frequente omissão de uma ou duas das principais refeições diárias, e que meninos com este padrão tinham maior IMC e adiposidade abdominal, avaliado por perímetro da cintura e razão cintura-quadril, quando comparados a meninos com padrão satisfatório. Na Finlândia, em 6.247 adolescentes de 16 anos, aqueles que realizavam cinco refeições por dia tiveram menor chance de apresentarem excesso de peso e, somente para os do sexo masculino, obesidade abdominal (JÄÄSKELÄINEN et al., 2013).

Laska e colaboradores (2012) avaliaram 693 participantes do *Identifying Determinants of Eating and Activity* (IDEA), com linha de base entre os anos de 2006 e 2007, e avaliações de seguimento em 2007-2008 e 2008-2009, e do *Etiology of Childhood Obesity* (ECHO), com linha de base em 2007-2008 e seguimento em 2009-2010. Ambos estudos foram conduzidos em Minnesota (EUA), com alunos do sexto ao décimo primeiro anos e um de seus pais ou responsável. Embora não tenha sido observada associação significativa entre os comportamentos alimentares selecionados e o ganho de peso após ajustes para o número de testes executados, em análises transversais o consumo de café da manhã foi inversamente associado ao IMC e percentual de gordura corporal em meninas, enquanto o consumo de refrigerantes dietéticos associou-se positivamente ao IMC e percentual de gordura corporal para ambos os sexos. O achado inesperado da associação positiva entre o consumo de refrigerante dietético e adiposidade ressalta a importância de se avaliar a relação prospectiva entre hábitos alimentares e indicadores de adiposidade, uma vez que se tem o risco da causalidade reversa em estudos nos quais não é possível determinar a temporalidade dos eventos

A relação entre hábitos alimentares e desfechos relacionados ao aumento de adiposidade também tem sido estudada de forma longitudinal. Na avaliação de 9.919 adolescentes e adultos participantes das ondas II (1996) e III (2001/2002) do *National Longitudinal Study of Adolescent to Adult Health* (Add Health), com idades entre 11 e 21 anos

na onda II, foram observados aumento no consumo de *fast foods* e redução da frequência de realização do desjejum. O consumo de *fast foods* na onda II (em número de dias na semana anterior à avaliação) mostrou-se positivamente associado ao IMC na onda III, enquanto a frequência de realização do desjejum foi associada negativamente ao IMC após cinco anos (NIEMEIER et al., 2006).

Com o objetivo de avaliar os determinantes das mudanças do IMC entre a adolescência e idade adulta, foram analisados os dados de 4.461 participantes da coorte britânica de 1970 que tinham medidas de IMC aos 16 e 30 anos (em 1986 e 2000, respectivamente). Observou-se que comer fora de casa por dois ou mais dias da semana, consumir duas ou mais bebidas com adição de açúcar ao dia e ter histórico de dieta para perda de peso aos 16 anos mostraram associação com o aumento do IMC no período de 14 anos (VINER; COLE, 2006).

Na avaliação longitudinal dos fatores pessoais, comportamentais e ambientais protetores ou de risco para o excesso de peso em adolescentes, Haines e colaboradores (2007) avaliaram 2.516 adolescentes participantes das ondas I (em 1998/1999) e II (em 2003/2004) do projeto EAT, nos EUA. Dentre os hábitos alimentares, observou-se que a maior frequência de realização do desjejum na linha de base exerceu efeito protetor para o desenvolvimento de excesso de peso após cinco anos, assim como o maior consumo de frutas, verduras e legumes. Foram considerados preditores para o excesso de peso o maior consumo de bebidas açucaradas ou refrigerantes dietéticos, episódios de compulsão alimentar, realização de dietas e métodos não saudáveis para o controle de peso na linha de base.

Na análise da relação prospectiva entre padrões dietéticos e indicadores de adiposidade em 6.772 crianças e adolescentes participantes do ALSPAC, com consumo alimentar avaliado aos 7, 10 e 13 anos de idade, Ambrosini e colaboradores (2012) observaram que o padrão alimentar caracterizado por alta densidade energética, alto consumo de gorduras e baixa ingestão de fibras em todas as idades mostrou-se positivamente associado ao índice de massa gorda na avaliação subsequente. Houve também uma tendência de aumento na média do índice de massa gorda e na frequência de adiposidade excessiva aos 11 anos de acordo com os quintis do escore de padrão alimentar aos 7 anos de idade.

Nos EUA, o *Growing Up Today Study* (GUTS) foi realizado com 16.771 crianças e adolescentes descendentes das participantes do *Nurses' Health Study II* (NHSII), conduzido com enfermeiras norte-americanas no ano de 1989 com o objetivo de estudar o uso de contraceptivos orais, dieta e fatores de risco relacionados ao estilo de vida para doenças crônicas não transmissíveis. Os participantes do GUTS tinham entre 9 e 14 anos na linha de base, em

1996, e foram reavaliados nos anos de 1997 e 1998. Observou-se que, entre os meninos, o consumo de bebidas com adição de açúcar e refrigerantes dietéticos se associou significativamente com ganhos de peso, porém apenas os refrigerantes dietéticos permaneceram associados ao ganho de peso após ajuste pelo consumo energético. No entanto, meninas que consumiam ao menos uma porção de bebidas com adição de açúcar ao dia em um ano apresentaram maior ganho de peso ao final do ano do que as que não consumiram (BERKEY et al., 2004).

A associação entre o consumo de bebidas açucaradas (refrigerantes, sucos industrializados e bebidas à base de frutas) e risco cardiometabólico foi avaliada, de forma prospectiva, em uma coorte de 1.433 adolescentes filhos das participantes do *Western Australian Pregnancy Cohort* (Raine) *Study*, com dados obtidos aos 14 e 17 anos de idade. Foi observado que as bebidas açucaradas eram consumidas por 89% dos adolescentes, e as meninas que aumentaram o consumo dessas bebidas entre os 14 e 17 anos, passando ao tercil mais elevado (> 1,3 porção ao dia) apresentaram aproximadamente 5 vezes maior risco de ter excesso de peso do que as que permaneceram no tercil mais baixo. Da mesma forma, tiveram aumentada em três vezes a chance de serem classificadas em maior risco cardiometabólico aos 17 anos. O aumento no consumo de bebidas açucaradas para o tercil mais elevado também mostrou-se associado ao aumento do IMC em meninas, e ao aumento do perímetro de cintura em ambos os sexos (AMBROSINI et al., 2013).

Na segunda edição do *Growing Up Today Study*, o GUTS2, foram avaliados 10.920 adolescentes, com idades entre 10 e 17 anos na linha de base (2004), e que foram reavaliados aos dois, quatro e sete anos após o início do estudo. Foi avaliada a relação entre a adesão a um padrão alimentar mediterrâneo (estimado por meio de um escore específico) e as mudanças do IMC ao longo do tempo, e foi observado que a adesão à dieta mediterrânea mostrou associação independente ao menor ganho de IMC, e o aumento da adesão também se associou a menores ganhos no IMC, tanto no período em curso, quanto no subsequente, para ambos os sexos (MARTIN-CALVO et al., 2016).

Com o objetivo de quantificar a associação independente entre a densidade energética da dieta e mudanças na adiposidade em um período de 4 anos, van Sluijs e colaboradores (2016) utilizaram os dados de 367 adolescentes (aos 10 anos na linha de base) participantes do *Sport, Physical Activity and Eating behavior:Environmental Determinants in Young people study* (SPEEDY). A densidade energética da dieta mostrou associação positiva com mudanças no perímetro da cintura após quatro anos, independente da prática de atividade física, sendo

estatisticamente significativa apenas no sexo masculino. No entanto, não houve associação estatisticamente significativa entre densidade energética da dieta na linha de base e o excesso de peso após quatro anos.

De forma geral, os estudos em que se objetivou avaliar a relação entre o consumo ou práticas alimentares e indicadores de obesidade na adolescência apontam para associação positiva na omissão de refeições e elevado consumo de açúcares e gorduras. Entretanto, alguns estudos apresentam resultados controversos, e a avaliação longitudinal desta associação ainda é muito escassa nos países em desenvolvimento, como o Brasil, o que ressalta a importância do enfoque dado pelo ELANA.

2.3.3. Atividade física e comportamentos sedentários

Os hábitos alimentares não são capazes de explicar, isoladamente, o expressivo aumento da prevalência de obesidade em todo o mundo. Fatores associados ao gasto energético, como a redução da prática de atividade física e o maior tempo dedicado a atividades sedentárias, como assistir televisão, usar computador e jogar videogames, também têm sido relacionados ao ganho de peso em todas as faixas etárias, principalmente na adolescência. (ENES; SLATER, 2010). Por definição, a atividade física consiste em qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos, resultando em gasto de energia (CASPERSEN; POWELL; CHRISTENSON, 1985). Diferente do que se poderia inferir, o comportamento sedentário não se caracteriza pela ausência da prática de atividade física, e sim por um conjunto de atividades de baixo gasto energético, que geralmente se faz sentado, como leitura, uso de automóveis ou ônibus para locomoção, permanecer muito tempo sentado, bem como o uso de televisão, computadores e videogames, considerados atividades sedentárias de tela (BIDDLE et al., 2010).

O nível de atividade física pode ser avaliado por meio de diversos métodos, como água duplamente marcada, calorimetria indireta, observação direta dos indivíduos, monitorização da frequência cardíaca, uso de sensores de movimento (pedômetros ou acelerômetros), ou ainda por métodos subjetivos e menos precisos, como diários ou questionários. Este último é o método de menor custo e dispõe de grande número de instrumentos propostos (CAFRUNI; VALADÃO; DE MELLO, 2012). Por outro lado, ainda se está buscando métodos precisos para avaliação do comportamento sedentário. De modo geral, a avaliação é feita por meio de

acelerômetros, dispositivos de registro de imagem, sensores instalados nos assentos das cadeiras, além de questionários para avaliação do tempo sentado e de outros indicadores de comportamento sedentário, como assistir à televisão (MENEGUCI et al., 2015). Em revisão sistemática sobre a relação entre comportamentos sedentários e indicadores de saúde entre crianças e adolescentes, Tremblay e colaboradores (2011) constataram que a medida mais usada na avaliação do comportamento sedentário foi o tempo de televisão superior a duas horas diárias.

A recomendação publicada no relatório *Social determinants of health and well-being among young people*, da Organização Mundial de Saúde, é que a prática de atividade física moderada a vigorosa entre adolescentes deve ser de, pelo menos, uma hora por dia, resultando em 300 minutos por semana. Além disso, recomenda-se que indivíduos nesta faixa etária não utilizem televisão, computadores ou *games* por mais do que duas horas diárias (CURRIE et al., 2012). Segundo dados do próprio relatório, em média, 23% dos adolescentes de 11 anos de 39 países da América do Norte e Europa praticavam atividade física de intensidade moderada a vigorosa diariamente, enquanto a prevalência de prática diária foi de 15% entre adolescentes de 15 anos de idade, com maiores prevalências entre meninos do que entre meninas em todos os países. Como marcador de hábito sedentário, utilizou-se tempo igual ou superior a duas horas diárias de televisão nos dias de semana, e esta prática foi observada em 56% dos adolescentes aos 11 anos, em média, e em 63% dos adolescentes de 15 anos de idade, variando de 24% a 82% nos países estudados.

A dinâmica da prática de atividade física ao longo do tempo tem sido estudada na literatura científica por meio de análises de tendências seculares, que apresentaram resultados inconclusivos, mas que sugerem que não houve declínio significante na prática de atividade física entre crianças e adolescentes nas últimas décadas. No entanto, houve clara diminuição da utilização do deslocamento ativo (BOOTH; ROWLANDS; DOLLMAN, 2015) e observou-se que a maioria dos adolescentes não atende à recomendação de atividade física e que o aumento na prática de atividade física era menos provável entre meninas, dentre os países estudados (KALMAN et al., 2015).

Entretanto, na comparação de dados das duas coortes do projeto EAT, dos estados Unidos, entre os anos de 1999 e 2004, foi observada redução substancial na prática de atividade física, particularmente entre meninas. Na coorte de adolescentes mais jovens, que tinham entre 11 a 15 anos na linha de base, as adolescentes praticavam, em média, 5,9 horas semanais de atividade física moderada a vigorosa, reduzindo para 4,9 horas em 2004. Entre as adolescentes

que tinham 14 a 18 anos na linha de base, a redução foi ainda mais expressiva (5,1 horas/semana vs. 3,5 horas/semana). O comportamento sedentário, marcado pelo uso de computadores, aumentou expressivamente entre os anos de 1999 e 2004, com um acréscimo de 2,3 horas semanais para meninas e 4,8 horas semanais entre meninos (NELSON et al., 2006).

Na República Tcheca, dois estudos transversais realizados, com intervalo de dez anos entre eles, foram avaliados na análise da tendência secular de prática de atividade física e comportamentos sedentários, em que se verificou redução no tempo dedicado à prática de atividade física e aumento significativo, entre as meninas, na prática de comportamentos sedentários, caracterizados por horas de televisão, computador e estudo, assim como tempo gasto em restaurantes e lanchonetes (SIGMUNDOVÁ et al., 2011).

No Brasil, em meta-análise conduzida com 37 estudos, realizados majoritariamente na região Sul, Barufaldi e colaboradores (2012) observaram que a prevalência de inatividade física em adolescentes variou de 2% a 80% no sexo masculino, e de 14% a 91% para o sexo feminino, e apontam que há grande heterogeneidade metodológica na identificação de inatividade física. No Estudo de Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA), estudo transversal multicêntrico de base escolar e abrangência nacional, a prevalência de inatividade física no lazer em adolescentes brasileiros foi de 54,3%, sendo superior no sexo feminino (70,7%) comparado ao masculino (38,0%) (CUREAU et al., 2016). Além disso, grande parte dos adolescentes (73,5%) declarou utilizar televisão, computador e videogame por duas ou mais horas ao dia, sendo este comportamento mais prevalente entre meninos (74,7%) em comparação às meninas (72,3%), estando também relacionado a estudar em escolas particulares e viver na região Sul (OLIVEIRA et al., 2016)

Segundo dados da PeNSE, realizada no ano de 2012, apenas 30% dos adolescentes praticam 300 minutos ou mais de atividade física acumulada, com prevalência de 39,1% para o sexo masculino e 21,8% para o sexo feminino. Cerca de 45% dos alunos avaliados sequer atingem metade da recomendação para a faixa etária e o hábito de assistir a duas horas ou mais de televisão, em um dia de semana comum, foi relatado por 78,0% dos adolescentes, sendo mais expressivo na região sudeste (80,2%) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013).

Na cidade de Pelotas, a tendência secular da prática de atividade física entre adolescentes foi avaliada a partir de dados de dois estudos transversais realizados com 857 adolescentes no ano de 2005, e 743 adolescentes no ano de 2012. Após o período de sete anos, a prevalência de inatividade física permaneceu estável, no entanto mostrou-se elevada

(aproximadamente 70%). Entre 2005 e 2012, o deslocamento ativo para a escola reduziu de 69% para 56,5% (COLL et al., 2014).

Tais resultados refletem a expressiva e crescente prática global de comportamentos sedentários, associados à insuficiente prática de atividade física, e este fenômeno tem sido associado à ocorrência de condições desfavoráveis à saúde, dentre elas o excesso de peso.

Em estudo realizado na Espanha, com adolescentes de 13 a 18 anos, participantes do *Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes* (AVENA), observou-se risco de excesso de peso 15,8% maior para cada incremento de uma hora de televisão. Da mesma forma, o risco para excesso de gordura corporal foi 22% maior entre meninos e 28,3% maior para meninas a cada incremento de uma hora de televisão (VICENTE-RODRÍGUEZ et al., 2008). O hábito de assistir televisão por três ou mais horas diárias também mostrou-se associado a maior risco cardiovascular (MARTINEZ-GOMEZ et al., 2010). Da mesma forma, o uso de computadores, videogames ou televisão por mais de 22 horas semanais em adolescentes franceses foi associado a maior chance de excesso de peso (OR = 1,45; IC 95% 1,15 – 1,84) e obesidade (OR = 3,10; IC 95% 1,56 – 6,14) (CARRIERE et al., 2013).

Em amostra representativa da população canadense, 5.890 adolescentes de 11 a 16 anos foram avaliados em 2001-2002 no *Health Behaviour in School-Aged Children Survey* (HBSC), da Organização Mundial de Saúde. Observou-se que os níveis de atividade física foram mais baixos e o tempo em que se assistiu à televisão foi maior entre adolescentes com excesso de peso, quando comparados aos que apresentavam peso corporal adequado (JANSSEN et al., 2004). Entre 906 adolescentes de 14 a 19 anos participantes do *Arab Teens Lifestyle Study* (ATLS), a prática de atividade física de intensidade igual ou superior à moderada a vigorosa mostrou relação inversa com o IMC em ambos os sexos, sendo também inversamente associada ao perímetro da cintura entre meninos (AL-HAIFI et al., 2013).

Associações semelhantes também têm sido observadas no Brasil. Em amostra probabilística de 1.590 escolares de 11 a 14 anos da cidade de Florianópolis, o excesso de peso mostrou-se positivamente associado ao deslocamento não ativo para a escola entre os meninos (BENEDET et al., 2013). Em estudo transversal realizado com 697 estudantes da cidade de Niterói, Rio de Janeiro, com idades entre 12 e 19 anos, foi avaliada a relação entre a prática de atividade física, estimada pelo *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ), e a aptidão cardiorrespiratória, obtida após o teste de corrida de 9 minutos, com indicadores de adiposidade. Aqueles que apresentaram fraca aptidão cardiorrespiratória apresentavam maior chance de terem excesso de peso (OR = 4,2, CI95% 1,5 – 11,7) ou de gordura corporal total

(OR = 2,96; IC95% 1,2 – 7,4), mesmo após ajuste por sexo e idade. Os adolescentes classificados como moderadamente ativos pelo uso do IPAQ apresentaram maior chance de terem excesso de gordura corporal do que aqueles classificados como ativos (OR = 1,8; IC95% 1,2 – 2,8), no entanto a força desta associação foi reduzida após os ajustes (OR = 1,7; IC95% 1,0 – 2,8) (SCHULTZ STRAATMANN; VEIGA, 2015).

As associações entre inatividade física e comportamentos sedentários com o ganho de peso têm sido investigadas também em estudos longitudinais, que permitem inferências de causalidade. De acordo com dados da coorte britânica de 1970, assistir televisão por mais de quatro horas ao dia aos 16 anos de idade associa-se com o aumento do IMC no período de 14 anos (VINER; COLE, 2006). A prática de atividade física aos 11 anos de idade não demostrou efeito sobre a trajetória do IMC de participantes da coorte britânica de 1958, entretanto as adolescentes que praticavam atividade física aos 16 anos tiveram ganho de peso mais lento quando comparadas às que não praticavam. Tal associação foi inversa para os meninos (PARSONS, 2005).

Na análise de dados de 9.155 adolescentes participantes da segunda e terceira avaliações do Add Health, a chance de desenvolver obesidade na idade adulta foi 40% menor para meninas e 20% menor para meninos que assistiam televisão por menos de quatro horas por semana, quando comparados aos adolescentes que assistiam à TV por 40 horas semanais, independente da prática de atividade física. A prática de atividade física por 6 vezes na semana teve efeito protetor para a prevalência de obesidade em ambos os sexos (OR = 0,50; IC95% 0,40-0,62 para o sexo masculino e OR = 0,67; IC95% 0,49-0,91 para o sexo feminino). (BOONE et al., 2007).

Com o objetivo de determinar a relação entre comportamentos sedentários e indicadores de saúde em escolares de 5 a 17 anos, entre os anos de 1958 e 2009, Tremblay e colaboradores (2011) conduziram revisão sistemática de 232 estudos, sendo 37 de desenho longitudinal. O comportamento sedentário foi caracterizado principalmente por assistir televisão por duas ou mais horas ao dia, e metade dos estudos longitudinais que avaliaram sua relação com indicadores de excesso de peso encontraram associação positiva entre assistir televisão no início do estudo e aumento acentuado no IMC, peso corporal e massa gorda ao longo do tempo. No entanto, na outra metade não foi observada nenhuma relação significativa entre o tempo dedicado a atividades sedentárias e mudanças corporais. De acordo com os autores, outros fatores, como status socioeconômico e faixa etária, podem exercer influência sobre esta relação, explicando tais controvérsias. No entanto, em alguns estudos faltavam dados

relacionados às características dos participantes, o que os impossibilitou de determinar se variáveis demográficas agem como confundidoras na relação entre comportamentos sedentários e saúde.

A relação entre comportamentos sedentários na infância e indicadores de saúde foi investigada em revisão sistemática, analisando 31 publicações, desenvolvidas com base em 27 estudos de coorte. Em 26 estudos, foi avaliada a relação entre comportamento sedentário e IMC, dentre os quais 12 incluíram o uso de computador no cômputo de comportamento sedentário, enquanto nos demais somente o tempo de televisão foi considerado. Quatro entre seis estudos classificados como de alta qualidade relataram associação positiva e significativa entre comportamento sedentário e IMC, entretanto os resultados das análises de todos os estudos incluídos na revisão sistemática não fornecem evidências suficientes para afirmar que o comportamento sedentário exerça forte influência sobre mudanças no IMC ao longo do tempo. Os autores destacam, ainda, que os métodos para caracterizar este comportamento devem ser repensados, tendo em vista que crianças e adolescentes estão envolvidos em diversas atividades sedentárias distintas que poderiam ser consideradas além de assistir televisão (CHINAPAW et al., 2011).

Com base na revisão de literatura apresentada, constata-se que a relação entre inatividade física e comportamento sedentário com excesso e ganho de peso na adolescência, apesar de forte plausibilidade, ainda é controversa e demanda mais investigações.

2.4. Avaliação longitudinal de medidas antropométricas em adolescentes

O acompanhamento das mudanças inerentes ao desenvolvimento nas primeiras décadas da vida é de grande importância para a compreensão da dinâmica deste processo e para a prevenção de riscos à saúde na vida adulta (LYNCH; SMITH, 2005). No desenho de estudo longitudinal, os indivíduos são avaliados diversas vezes ao longo do tempo, o que permite que se estabeleça a temporalidade entre causa e efeito das variáveis observadas (FITZMAURICE; LAIRD; WARE, 2011a). Na literatura científica, pode-se encontrar alguns estudos longitudinais em que se avaliou a trajetória de medidas antropométricas na adolescência.

No Reino Unido, foram realizados quatro estudos longitudinais com o objetivo de avaliar aspectos relacionados à saúde, incluindo a adequação de peso, do nascimento até a vida adulta. Esse conjunto de coortes, com linhas de base entre os anos de 1946 e 2001, foi denominado de *British Birth Cohorts*.

Em 1946, 5.362 crianças nascidas na primeira semana de março constituíram a população de estudo do *National Survey of Health and Development*, originalmente elaborado para avaliar o impacto de um serviço nacional de saúde sobre a saúde e explorar os fatores associados às diferenças de desenvolvimento dessas crianças, tendo medidas de peso e altura tomadas aos 6, 7, 11, 14, 20 e 26 anos de idade. Observou-se que o risco de sobrepeso na idade adulta foi associado ao grau de excesso de peso na infância e adolescência, e que três em cada dez homens, e quatro em cada dez mulheres que apresentavam excesso de peso aos 26 anos tinham a mesma condição entre os 11 e 14 anos de idade (STARK et al., 1981).O sucesso do projeto inspirou o desenvolvimento de outras pesquisas para fins de comparação, como o *National Child Development Study* (NCDS), de 1958, em que 17.416 nascidos em uma única semana, no Reino Unido, foram avaliados. (POWER; ELLIOTT, 2006).Outras medidas foram realizadas aos 7, 11, 16, 23, 33, 42, 46, 50 e 55 anos de idade, e uma nova coleta de dados está programada para o ano de 2018, quando os participantes terão completado 60 anos.

Nas coortes de 1946 e 1958, o IMC apresentou trajetória linear durante a infância e adolescência, entretanto foram observados maior estatura (3 a 4 cm) e ganho de peso mais rápido nos adolescentes nascidos em 1958. Na idade adulta, os participantes da coorte de 1958 apresentavam IMC mais elevado em 1-2 kg/m², assim como maiores perímetros de cintura (de

6 a 7 cm) e quadril (5 cm), quando comparados aos membros da coorte de 1946. Além disso, a prevalência de obesidade também foi mais elevada na coorte de 1958, representando 25,1% (vs. 10,8%) para os homens e 23,7% (vs. 14,8%) para mulheres. Tais diferenças são substanciais, considerando o curto período entre as duas gerações (LI et al., 2008).

Em 1970, o *British Cohort Study* foi conduzido com 16.571 recém nascidos, que seriam reavaliados aos 5, 10, 16, 26, 30, 34, 38 e 42 anos de idade (ELLIOTT; SHEPHERD, 2006). Observou-se que adolescentes desta coorte apresentavam IMC consideravelmente mais elevado aos 10 e 11 anos de idade do que os indivíduos das duas coortes anteriores (WADSWORTH et al., 2003). A mais recente coorte britânica de nascimento, denominada *Millenium Cohort Study*, contou com 18.827 crianças nascidas no Reino Unido entre setembro de 2000 e janeiro de 2002, avaliados novamente aos 9 meses e aos 3, 5, 7 e 11 anos de idade (CONNELLY; PLATT, 2014). Entretanto, ainda não foram publicados dados referentes à trajetória de medidas antropométricas durante a adolescência.

O *Avon Longitudinal Study of Parents and Children* (ALSPAC), realizado com crianças nascidas nos anos de 1991 e 1992 na Inglaterra, teve como objetivo a investigação do efeito de aspectos físicos e ambientais sobre a saúde e desenvolvimento. As 13.971 crianças vivas aos 12 meses constituíram a população do estudo, que tem sido acompanhada desde o nascimento (GOLDING, 2004; NESS, 2004). Dentre os principais achados em relação à adolescência, foi observado que 34% das crianças que apresentavam excesso de peso aos 7 anos eram obesas aos 13 anos, com 18 vezes mais chance de terem progressão do excesso de peso na infância para a obesidade na adolescência (REILLY et al., 2011). Além disso, a incidência de obesidade no período de quatro anos foi mais elevada dos 7 aos 11 anos de idade do que dos 11 aos 15 (5,0% vs. 1,4%), e os adolescentes com excesso de peso aos 11 anos tinham 9,3 vezes mais risco de persistência do excesso de peso aos 15 anos de idade (HUGHES et al., 2011).

Em 1999, o *Health and Behaviour in Teenagers Study (HABITS)* foi realizado com alunos de 11 a 12 anos de idade, que cursavam o sétimo ano de 36 escolas de ensino secundário da cidade de Londres, na Inglaterra. Os estudantes foram reavaliados anualmente, em um período de cinco anos, com o objetivo de investigar a adoção, desenvolvimento e mudanças de comportamentos de saúde relacionados ao câncer na vida adulta (WARDLE et al., 2003). Dentre os 5.863 adolescentes que participaram em um ou mais anos da pesquisa, foi observado o acréscimo médio de 0,73 unidade de IMC por ano, e o perímetro da cintura aumentou, em média, 2,3 cm por ano (WARDLE et al., 2006).

O *Bogalusa Heart Study* é o maior estudo realizado com população bi racial (brancos e negros) de crianças do mundo, com o objetivo de compreender a história natural precoce da doença arterial coronariana e hipertensão essencial na cidade de Bogalusa, nos EUA. O estudo foi composto de sete estudos transversais conduzidos com crianças escolares e mais um, realizado com crianças de 2 a 5 anos entre os anos de 1973-1974 e 1992-1994. A partir destes, foram realizadas quatro coletas de dados com adultos de 18 a 37 anos, que haviam participado enquanto crianças, entre os anos de 1982 e 1996. Na análise longitudinal, observou-se que o IMC na infância, mesmo entre os 2 e 5 anos de idade, mostrou associação moderada com o IMC na vida adulta e que crianças com excesso de peso nesta faixa etária tiveram quatro vezes mais chance de se tornarem adultos com excesso de gordura corporal (FREEDMAN et al., 2005). Na avaliação de 841 participantes de 19 a 35 anos de idade que haviam participado do *Bogalusa Heart Study* entre os 9 e 11 anos de idade, observou-se que 61,9% dos que se encontravam no quartil mais elevado de IMC permaneceram neste quartil na idade adulta. Além disso, 35,2% das crianças e adolescentes que apresentavam peso adequado desenvolveram excesso de peso na vida adulta (DESHMUKH-TASKAR et al., 2006).

Dentre as principais coortes realizadas nos EUA, destaca-se, também, *The National Longitudinal Study of Adolescent Health* (Add Health), conduzida por pesquisadores da Universidade da Carolina do Norte, com o objetivo de avaliar múltiplos contextos da adolescência e sua relação com a saúde e comportamentos dos adolescentes. A linha de base do Add Health foi composta por mais de 20 mil adolescentes que cursavam do sétimo ao décimo segundo anos de 130 escolas em 1994 e tinham entre 12 e 19 anos, com seguimento nos anos de 1996, 2001/2002 e 2007/2008, quando os participantes tinham entre 24 e 32 anos de idade (HARRIS, 2013). Na avaliação dos padrões dinâmicos de mudança da obesidade durante a transição para a vida adulta de 9.795 participantes, observou-se incidência de obesidade de 12,7% no intervalo de cinco anos. Além disso, 9,4% dos adolescentes obesos em 1996 permaneceram obesos em 2001, e apenas 1,6% tornaram-se adultos não obesos (GORDON-LARSEN et al., 2004). Do mesmo modo, indivíduos que mantiveram-se obesos, ou que haviam sido obesos na adolescência ou na fase adulta jovem, apresentaram pressão arterial e colesterol total séricos mais elevados, além de maiores prevalências de asma e diabetes, do que os nunca obesos (MERTEN, 2010). Em outra análise com dados da mesma coorte, que teve por objetivo avaliar a influência do peso corporal na adolescência sobre o desenvolvimento da obesidade na vida adulta, a incidência de obesidade mórbida (IMC $\geq$ 40 kg/m^2) foi de 7,9% após os 13 anos de seguimento. Menos de 5% dos adolescentes que apresentavam peso adequado tornaram-se

obesos mórbidos na idade adulta e cerca de 51% das meninas e 37% dos meninos que eram obesos na linha de base tornaram-se adultos com obesidade mórbida (BOND, 2011). Tais resultados ressaltam a importância da manutenção do peso corporal adequado nos primeiros anos de vida, a fim de se prevenir a obesidade e suas comorbidades na idade adulta.

Também nos EUA, o *Eating Among Teens* (*Project* EAT) foi desenvolvido para avaliar fatores ambientais, pessoais e comportamentais associados à alimentação e questões relacionadas com o peso corporal em mais de 4.700 adolescentes de 31 escolas de ensino fundamental e médio no estado de Minnesota, avaliados quatro vezes entre os anos de 1999 e 2010 (NEUMARK-SZTAINER, 2009). Após a segunda onda, no ano de 2004, observou-se que cerca de 70% dos adolescentes com excesso de peso permaneceram nesta condição, e aproximadamente 10% dos meninos e 12% das meninas de peso corporal adequado na linha de base tornaram-se indivíduos com excesso de peso (HAINES et al., 2007).

Realizado na Austrália, o *Health of Young Victorians Study* (HOYVS) avaliou cerca de 5.500 crianças e adolescentes de 48 escolas no ano de 1997, com o objetivo de observar aspectos relacionados à saúde geral e bem-estar de crianças e adolescentes. O estudo foi inicialmente planejado para ser transversal, mas outras duas ondas de seguimento foram realizadas, nos anos de 2000 e 2005, apenas com os participantes que cursavam do pré-escolar ao terceiro ano (de 5 a 10 anos de idade) na linha de base (n = 1.942). Dos 788 adolescentes avaliados nos três momentos, 70% mantiveram sua adequação de peso e 14% desenvolveram excesso de peso entre 1997 e 2005, mas apenas 5% dos que tinham excesso de peso na linha de base apresentaram peso corporal adequado em 2005 (MATHERS et al., 2007). A incidência de sobrepeso e obesidade entre os anos de 1997 e 2000 foi de 9,7% e 1,7%, respectivamente, e crianças com sobrepeso e obesidade apresentavam, respectivamente, 25 e 240 vezes mais chances de terem excesso de peso após cerca de três anos, do que aquelas com peso adequado (HESKETH et al., 2004).

Em Portugal, o *Madeira Growth Study* foi idealizado com o objetivo de verificar as diferenças nos níveis de aptidão física entre grupos de maturação esquelética distintos em crianças e adolescentes. Os participantes eram provenientes de cinco coortes de nascimento, dos anos de 1980, 1982, 1984, 1986 e 1988 e foram avaliados anualmente de 1996 a 1998 e, posteriormente, em 2004, quando os jovens tinham entre 15 e 23 anos de idade. A prevalência de excesso de peso na linha de base foi de 8,2% a 20% entre meninos e de 10,6% a 12% para meninas, apresentando aumento para 20,4% a 40% para meninos e de 13,2% a 18% para meninas após 7 anos de seguimento. Ao avaliar a correlação entre as medidas de IMC na linha

de base e na última onda de seguimento, verificou-se que esta foi na ordem de 0,53- 0,76, indicando assim que a manutenção do IMC ao longo do tempo entre os participantes do estudo foi de moderada a alta. Da mesma forma, a correlação entre a primeira e a última medidas de perímetro da cintura apresentou correlações de 0,59 a 0,76 (FREITAS et al., 2012).

Nos países em desenvolvimento, pode-se destacar o *Ellisras Longitudinal Study* (ELS), realizado com crianças de 10 pré-escolas e 12 escolas primárias da região rural de Ellisras, na África do Sul, tendo como um dos objetivos a avaliação do desenvolvimento e o acompanhamento da adequação de peso e fatores associados. As 13 coletas de dados do estudo ocorreram de novembro de 1996 a novembro de 2003, nos meses de maio e novembro de cada ano. Observou-se associação significativa entre o IMC da linha de base e sua medida subsequente tanto para os pré-escolares quanto para os escolares. Além disso, adolescentes que estavam em risco para o desenvolvimento de excesso de peso na primeira avaliação mantiveram-se em risco moderado nas ondas subsequentes, principalmente as meninas (MONYEKI et al., 2008). O mesmo também foi observado para o percentual de gordura corporal (MONYEKI; KEMPER; MAKGAE, 2009).

No Vietnã, a *Ho Chi Minh City Youth Cohort* foi realizada com o objetivo de avaliar mudanças no estado nutricional, indicadores de adiposidade, dieta, atividade física, comportamentos sedentários e fatores ambientais e suas inter-relações entre adolescentes de 18 escolas de áreas urbanas da cidade de Ho Chi Minh. A linha de base foi realizada em 2004, com 740 adolescentes que tinham idade média de 11,8 anos e foram reavaliados anualmente durante cinco anos de seguimento. Observou-se que o sobrepeso aumentou de 12,5% para 16,5%, enquanto a obesidade aumentou de 1,7% para 5,1% (TRANG; HONG; DIBLEY, 2012).

O maior estudo de coorte entre países em desenvolvimento e primeiro grande estudo longitudinal do Brasil, a Coorte de nascimento de Pelotas, foi iniciada no ano de 1982 (n = 5.914), compreendendo todos os nascidos vivos desde o primeiro dia do ano. Outras duas coortes de nascimento foram iniciadas na mesma cidade nos anos de 1993 (n = 5.249) e 2004 (n = 4.231), todas com o objetivo de fazer comparações das tendências temporais da população materno-infantil e a evolução dos indicadores de saúde até a idade adulta (BARROS et al., 2008). Na coorte de 1982, maiores médias de IMC aos 18 anos estavam associadas ao ganho de peso em mais de uma das três ocasiões avaliadas: de 0 a 2 anos; entre 2 e 4 anos; de 4 a 15 anos (VICTORA et al., 2007).

2.4.1. Avaliação da trajetória de medidas antropométricas na adolescência

Alguns estudos longitudinais avaliaram, especificamente, a trajetória do IMC e os principais fatores associados na adolescência. Entre eles, pode-se destacar o estudo de Parsons e colaboradores (2005), em que dados de 12.070 participantes da coorte britânica de 1958 foram avaliados, com o objetivo de identificar a influência da frequência de atividade física na adolescência sobre o ganho de IMC até a idade adulta. Como resultado, foi observado que a atividade física aos 11 anos de idade não apresentou efeito sobre a trajetória do IMC a partir dos 16 anos, entretanto meninas mais ativas aos 16 anos apresentaram ganho de IMC mais lento até os 45 anos, enquanto meninos mais ativos aos 16 anos apresentaram ganho de IMC mais rápido até os 23 anos. Provavelmente, a não influência da prática de atividade física aos 11 anos nas trajetórias de IMC se deu porque o comportamento avaliado era muito anterior ao início da trajetória. Além disso, os autores argumentam que é possível que a prática de atividade física tenha sido pouco diferenciada na coorte aos 11 anos, ou que a medida de atividade física nesta idade tenha apresentado erros de classificação.

Com dados do *National Heart, Lung and Blood Institute Growth and Health Survey* (NGHS), realizado em três estados dos EUA, Henderson e colaboradores (2007) avaliaram o efeito do hábito de assistir à televisão sobre a trajetória do IMC de 2.379 meninas avaliadas anualmente de 1987 (quando tinham de 9 a 10 anos) a 1997. Apenas entre meninas brancas, as que assistiam TV por mais horas na linha de base apresentaram maior aumento do IMC nos próximos quatro anos. Na avaliação da trajetória de perímetro da cintura de 2.290 meninas que tiveram mais de 3 medidas da linha de base ao final do seguimento, observou-se que o ganho anual médio de perímetro da cintura era mais elevado em meninas negras (1,46 cm/ano) quando comparadas às brancas (1,36 cm/ano), porém, após ajuste pelo IMC, o aumento no perímetro da cintura foi mais elevado em meninas brancas, quando comparadas às negras (0,08 cm/ano *vs.* -0,07 cm/ano, respectivamente) (TYBOR et al., 2010).

Ainda nos EUA, o *Project HeartBeat!* foi um estudo longitudinal misto, composto por três coortes de crianças com idades de 8, 11 e 14 anos na linha de base, que teve por objetivo avaliar as mudanças nos fatores de risco para doenças cardiovasculares ao longo do tempo em crianças e adolescentes. A coleta de dados foi iniciada em 1991 e foram feitas avaliações a cada quatro meses, durante quatro anos de seguimento (MUELLER et al., 1999). Observou-se que o

IMC, a massa livre de gordura e o perímetro da cintura aumentaram progressivamente com a idade para meninos e meninas de todos os grupos raciais, entretanto entre as adolescentes não-negras, a massa livre de gordura permaneceu constante após os 16 anos de idade. A massa gorda teve tendência ascendente até os 14 anos para meninas e entre os 8 e 10 anos para meninos (EISSA et al., 2009).

Na identificação de classes de trajetórias de IMC em 8.984 adolescentes que tinham de 12 a 17 anos na linha de base, avaliados até 2003, do *National Longitudinal Survey of Youth* (NLSY97), foram observadas as categorias de alto risco de se tornarem obesos na idade adulta, moderado a alto risco, baixo a moderado risco e baixo risco. Pertencer a minorias foi associado à maior probabilidade de estar em uma classe de maior risco de excesso de peso, principalmente para afro americanos. Jovens que viviam com pai e mãe, e aqueles cujas mães tinham maior escolaridade foram menos propensos a estar em uma classe de maior risco (NONNEMAKER et al., 2009).

Em análise de 1.403 indivíduos avaliados em oito ocasiões do nascimento aos 14 anos, participantes do *Western Australian Pregnancy Cohort*, observou-se que as meninas, principalmente as obesas, apresentaram maior taxa de aumento do IMC ao longo do tempo quando comparadas aos meninos (CHIVERS et al., 2009).

No estado da Pensilvânia, nos EUA, uma coorte de 197 meninas brancas não-hispânicas e seus pais foi formada, com avaliações aos 5 (linha de base), 7, 9, 11, 13 e 15 anos de idade das filhas. Na avaliação de 182 participantes que tinham, ao menos, três informações de IMC, com o objetivo de explorar a existência de trajetórias distintas dos 5 aos 15 anos de idade, associadas a variáveis metabólicas, demográficas, dietéticas, de atividade física e comportamento sedentário, foram identificadas quatro trajetórias de IMC baseadas nas curvas de crescimento do CDC: acima do percentil 95; curva com queda; próxima ao percentil 60 e próxima ao percentil 50. As meninas que apresentaram a trajetória acima do percentil 95 tiveram mais fatores de risco metabólico aos 15 anos, como valores elevados para o perímetro da cintura, maiores concentrações séricas de colesterol total, LDL, triglicerídeos e insulina de jejum, assim como maior pressão arterial e resistência à insulina (VENTURA; LOKEN; BIRCH, 2009).

Em uma coorte composta por 329 jovens da área rural do estado de New York, EUA, nascidos entre 1983 e 1990 e entrevistados aos 9, 13 e 17 anos de idade, de 1995 a 2006, Wells e colaboradores (2010) tiveram como objetivo avaliar a relação entre pobreza na infância e trajetórias de IMC dos 9 aos 17 anos. A pobreza na infância, avaliada como a proporção de vida

passada na pobreza do nascimento aos 9 anos de idade, foi preditora da trajetória do IMC dos 9 aos 17 anos, mas este efeito foi perdido após ajuste para o risco cumulativo para a pobreza durante todo o seguimento, determinado por três riscos físicos (muitos moradores na residência, ruído e habitação precária) e três sociais (família tumultuada, separação entre criança e pais e exposição à violência). A exposição a fatores de risco cumulativos dos 9 aos 17 anos mostrou associação com o ganho de peso mais rápido ao longo da infância até a idade adulta jovem, mediando a relação entre pobreza na infância e a trajetória do IMC.

Na avaliação de 9.115 indivíduos com mais de 13 anos na segunda onda de seguimento (1996) do *Add Health* após as ondas 3 (2002) e 4 (2008), com o objetivo de investigar a relação entre a trajetória do IMC até a idade adulta e as condições da vizinhança na adolescência, Burdette e colaboradores (2012) observaram que meninas brancas moradoras de bairros menos favorecidos apresentavam ganho de peso mais rápido que as outras, enquanto a desordem na vizinhança (ex: presença de lixo nas ruas, sensação de insegurança) foi associada a uma taxa mais lenta de aumento do IMC para meninos negros. Além disso, a percepção dos pais sobre a desordem do bairro e desvantagens estruturais da vizinhança foram positivamente associados ao IMC no início do estudo, e as desvantagens estruturais da vizinhança também mostraram associação positiva com a inclinação do IMC.

Quando foram avaliados 8.751 indivíduos que tinham entre 11 e 21 anos na linha de base (1995) reavaliados até 2008, com o objetivo de explorar a associação entre a trajetória do IMC e a presença de maus tratos na infância, observou-se que os participantes que sofreram negligência tiveram maior taxa de aumento do IMC. Além disso, a ocorrência simultânea de negligência e abuso físico foi relacionada ao aumento do IMC no início do estudo. O IMC inicial, a taxa de variação no tempo, ou ambos, também foram influenciados por fatores sociodemográficos, como sexo, etnia, local de nascimento, escolaridade dos pais, renda familiar e duração do aleitamento materno (SHIN; MILLER, 2012).

O *Study of Early Child Care and Youth – USA Development* (SECCYD) teve como objetivo a avaliação da trajetória do IMC, do nascimento à adolescência inicial (11 anos), de crianças de 10 comunidades nos EUA, além de verificar a associação dos comportamentos dos pais e depressão materna como mediadores da relação entre status socioeconômico e ganho de IMC. As outras avaliações foram feitas em sete ocasiões: 24, 36 e 52 meses; 6, 8, 10 e 11 anos. Na análise de 1.238 indivíduos com ao menos uma medida de IMC entre o nascimento e os 11 anos de idade, foram identificados três padrões de trajetória de IMC (estável, aumento constante e elevado). Maior renda familiar foi preditora de menores níveis de depressão materna e menor

chance de ter pais negligentes ou autoritários, assim como de menor aumento do IMC ao longo do tempo. Além disso, crianças de famílias mais favorecidas tiveram menor probabilidade de serem classificadas na trajetória de IMC elevado (LANE; BLUESTONE; BURKE, 2013).

Utilizando dados do *Nicotine Dependence in Teens* (NDIT), uma coorte de investigação da história natural da dependência à nicotina em jovens que cursavam, na linha de base, o sétimo ano de 10 escolas secundárias na região de Montreal, Canadá, Barnett e colaboradores (2013) tiveram como objetivo descrever a trajetória de prática de atividade física ao longo do tempo e sua associação com mudanças na adiposidade. Foram obtidas informações de atividade física em 20 avaliações realizadas com intervalos de, aproximadamente, 2,5 meses durante os 10 meses de ano letivo, de 1999 a 2005, e medidas antropométricas foram obtidas em três momentos, nas avaliações de número 1, 12 e 19. Entre as meninas, a redução anual de um episódio de atividade física moderada a vigorosa e um episódio de atividade física vigorosa por semana durante a fase inicial da adolescência foram associados ao aumento de 0,19 e 0,47 unidade de percentual de gordura corporal, respectivamente. Para meninos, a redução anual de um episódio de atividade física moderada a vigorosa por semana foi associada ao acréscimo de 0,38 unidade de percentual de gordura corporal durante a fase final da adolescência

Como parte do estudo *Collecting Electronic Nutrition Trajectory Data Using e-Records of Youth* (CENTURY), Wen e colaboradores (2012) extraíram dados de comprimento/estatura, peso e demográficos dos registros eletrônicos de visitas de rotina de crianças entre os anos de 1980 e 2008 ao *Harvard Vanguard Medical Associates*, com o objetivo de modelar a trajetória do IMC, estimar as características desta trajetória e examinar as correlações e preditores dessas características, com especial interesse nas fases de pico da infância e rebote de adiposidade. Foram avaliadas 3.289 crianças que tiveram, no mínimo, 18 medidas de peso e estatura entre uma semana de vida e 18 anos de idade e observou-se que negros apresentaram rebote de adiposidade mais precoce e maior velocidade de ganho de IMC até os 18 anos.

No Brasil, Lourenço e colaboradores (2015) estimaram curvas de crescimento com base nas médias de z-escore do indicador IMC-para-idade de 255 crianças de 0 a 5 anos na linha de base (2003), da cidade de Acrelândia, no estado do Acre. Outras avaliações foram realizadas em 2007 e 2009, com o objetivo de investigar os fatores socioeconômicos, maternos e determinantes do IMC até os 10 anos de idade. Crianças com renda familiar acima da mediana apresentaram Z-escore de IMC superiores aos 7 e 10 anos quando comparadas a crianças com

renda abaixo da mediana. O IMC materno associou-se positivamente ao IMC das crianças desde os 12 meses de vida.

Na cidade de Cuiabá, 1.716 adolescentes participaram de uma coorte de crianças nascidas entre 1994 e 1999 e foram avaliadas em dois momentos: entre os anos de 1999 e 2000, e entre 2009 e 2001. Na avaliação da trajetória de IMC do nascimento à adolescência, foi observado que para o sexo masculino, pertencer ao nível mais elevado de renda na pré-escola se associou ao maior aumento no IMC até a adolescência em comparação ao médio e baixo nível socioeconômico, enquanto para o sexo feminino foi observado menor aumento do IMC entre aquelas de nível socioeconômico mais baixo (MURARO et al., 2016).

Utilizando dados da coorte de ensino médio do ELANA, Moreira e colaboradores (2015) avaliaram as trajetórias de IMC e o ganho de peso excessivo ao final de 3 anos (2010 a 2012) em 1026 adolescentes com idades entre 13 e 19 anos, bem como sua associação com fatores socioeconômicos e demográfico. Foi observado maior aumento do IMC em: meninos brancos, comparados aos não brancos e meninas brancas e não brancas (p=0,04); meninos estudantes de escolas particulares, comparados aos de escolas públicas e meninas estudantes de ambos tipos de escola (p=0,01); meninos cujas mães estudaram por mais de oito anos, em comparação a filhos de mulheres com até oito anos de estudo e todas as meninas (p=0,02). Meninos de escolas particulares apresentaram maior chance de ter ganho de peso excessivo ao final do seguimento (OR = 2,27; IC95% 1,06 – 4,85). Tais resultados corroboram com a tendência observada em outros estudos brasileiros, em que melhores condições socioeconômicas estão relacionadas a maior IMC.

3. QUESTÕES DE ESTUDO E OBJETIVOS

Os objetivos do estudo serão alcançados com o desenvolvimento de dois manuscritos, conforme descritos a seguir.

Manuscrito 1:

Questões do estudo

- Como as trajetórias de índice de massa corporal e de percentual de gordura corporal em período de quatro anos diferem segundo sexo, cor da pele e dependência administrativa da escola frequentada (utilizada como medida de nível socioeconômico) dos adolescentes?

- O ganho excessivo de peso e de gordura corporal ao fim do período de seguimento está associado a características demográficas e econômicas?

Objetivo:

- Descrever a trajetória do IMC e do percentual de gordura corporal, bem como o ganho excessivo de ambos ao longo de quatro anos, em estudantes na primeira etapa da adolescência de duas escolas públicas e quatro escolas privadas da região metropolitana do Rio de Janeiro - RJ.

Manuscrito 2:

Questões do estudo:

- Existem padrões de comportamentos relacionados ao balanço energético entre adolescentes da coorte de ensino fundamental do ELANA?

- Como se dá a trajetória de indicadores de adiposidade em adolescentes segundo padrões de comportamentos relacionados ao balanço energético?

- De que forma estes comportamentos se associam a indicadores de adiposidade, na linha de base e ao final do acompanhamento, bem como ao ganho excessivo destes indicadores ao final de quatro anos?

Objetivos:

- Explorar como os padrões de comportamentos relacionados ao balanço energético ocorrem entre alunos participantes da coorte de ensino fundamental do ELANA, e investigar sua associação com indicadores de adiposidade, tanto transversal quanto prospectivamente, ao longo de quatro anos.

4. MÉTODOS

4.1. Delineamento, local e população do estudo

Estudo do tipo coorte prospectiva, proveniente da pesquisa intitulada "Estudo Longitudinal de Avaliação Nutricional de Adolescentes" (ELANA), realizado entre os anos de 2010 e 2013. O ELANA foi realizado em quatro escolas privadas e duas escolas públicas da região metropolitana do Rio de Janeiro, escolhidas por conveniência. Das quatro escolas privadas participantes do ELANA, três estão localizadas na cidade do Rio de Janeiro, nos bairros da Taquara, Cachambi e Bonsucesso, e uma é situada no município de São Gonçalo, no bairro Mutuá. As duas escolas públicas estaduais pertencem ao município de Niterói, localizadas nos bairros de Icaraí e Ingá, e juntas tinham o número de alunos elegíveis semelhante às quatro escolas privadas.

O ELANA foi composto por duas coortes de adolescentes estudantes: a) uma proveniente de alunos que estavam cursando o 6º ano do ensino fundamental no ano de 2010, com idades aproximadamente entre 10 e 12 anos (fase inicial da adolescência), avaliados anualmente até o ano de 2013, e b) outra composta de alunos que cursavam o 1º ano do ensino médio no ano de 2010, com idade média de 15,7 anos (pós-púberes), acompanhados anualmente até 2012(MOREIRA et al., 2015). A pesquisa foi desenvolvida em parceria entre pesquisadores do Instituto de Nutrição Josué de Castro, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e do Instituto de Medicina Social, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Para o presente estudo, consideramos apenas a coorte de alunos do ensino fundamental, avaliados anualmente de 2010 a 2013.

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado prevendo-se avaliar a variação mínima de uma unidade no IMC ao final do seguimento (desfecho principal do estudo), com erro alfa de 5%, poder do teste de 80% e assumindo perda de seguimento de até 20%. Desta forma, calculou-se 300 adolescentes em cada um dos 4 estratos propostos (tipo de escola e sexo). Sendo assim, a amostra final foi calculada em 1.200 indivíduos, divididos entre escolas públicas e privadas. Para o cálculo, tomou-se como base a média de IMC de 22 kg/m², com desvio-padrão

de 3 kg/m², a partir das médias observadas em adolescentes de Niterói (21 kg/m²) (ALVAREZ et al., 2008) e para jovens de 18 a 20 anos (21,9 kg/m²) do estudo "VIGITEL BRASIL 2007: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico", realizado pelo Ministério da Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008).

A repetição do desfecho no tempo foi um fator considerado no cálculo da amostra, o que reduz em, aproximadamente, 20% o tamanho de amostra para os mesmos parâmetros de cálculo (PIANTADOSI, 1997). Nesta tese, analisa-se dados da coorte do ensino fundamental.

Todos os alunos com matrículas regularmente ativas no 6º ano do ensino fundamental das seis escolas incluídas no ELANA foram convidados a participarem do estudo. Foram considerados inelegíveis os adolescentes que apresentaram deficiência física que impedisse a realização da avaliação antropométrica, as gestantes ou lactantes e os adolescentes que se encontravam em tratamento medicamentoso para obesidade.

4.2. Pré teste, coleta e digitação dos dados

Previamente ao início da coleta dos dados da linha de base, foi realizado pré-teste no ano de 2009, com 39 estudantes de uma escola pública e 37 de uma escola particular, ambas não participantes do estudo, a fim de se avaliar a compreensão das questões e o tempo de preenchimento dos questionários. O tempo de preenchimento variou entre 18 e 50 minutos. Com base nos resultados, o questionário foi revisado e as devidas alterações realizadas.

A coleta de dados da linha de base do ELANA se deu entre fevereiro e julho de 2010; a segunda fase, de fevereiro a novembro de 2011; a terceira fase entre março e novembro de 2012, e a última fase de seguimento se deu entre março e outubro de 2013. Em todas as etapas, foi realizada avaliação antropométrica e de composição corporal, e aplicação de questionário multidimensional de autopreenchimento, com questões específicas para cada fase. No **quadro 1**, são destacados os dados obtidos em cada fase do ELANA:

Quadro 1: Relação dos dados obtidos em todas as fases do ELANA.

Dados obtidos	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**
Antropometria	✓	✓	✓	✓
Composição corporal	✓	✓	✓	✓
Maturação sexual (Pranchas de Tanner, 1962)	✓	✓	✓	✓
Prática de atividade física	✓		✓	
Comportamento sedentário	✓		✓	✓
Aptidão cardiorrespiratória	✓			
Escolaridade dos pais			✓	✓
Escolaridade do chefe da família			✓	✓
Peso e estatura dos pais			✓	✓
Classificação econômica (CCEB)	✓			
Cor da pele	✓			
Questionário de frequência alimentar	✓			✓
Prática de refeições/refeições com os pais	✓			✓
Imagem corporal	✓		✓	✓
Idade da menarca	✓			✓
Dieta para controle do peso	✓		✓	✓
Comportamentos de risco para transtornos alimentares			✓	✓
Consumo de álcool			✓	✓
Abuso de álcool (AUDIT 10)		✓		✓
Fumo			✓	✓
Qualidade de vida relacionada à saúde (Kidscreen 29)	✓			✓
Teasing dos colegas (CATS)	✓		✓	
Transtornos mentais comuns (GHQ12)			✓	✓
Violência familiar na infância (CTS1 19)			✓	✓
Lembrança de práticas parentais (EMBU)				✓
Traumas na infância (QUESI 23)			✓	✓

AUDIT 10 – *Alcohol Use Disorders Identification Test*.
CATS – *Child-Adolescent Teasing Scale*.
CCEB – Critério de Classificação Econômica Brasil.
CTS 1 19 – *Conflict Tactics Scales Form R*.
EMBU – *Egna Minnen Beträffande Uppfostran* (Minhas lembranças quanto à educação infantil).
GHQ 12 – *General Health Questionnaire*.
Kidscreen 29 – *Health Related Quality of Life Questionnaire for Children and Young People and their Parents*.
QUESI 23 – Questionário sobre traumas na infância (Tradução do CTQ – *Childhood Trauma Questionnaire*).

Toda a coleta dos dados antropométricos e de composição corporal foi realizada nas escolas, durante o período das aulas de educação física, que eram cedidas pelos professores responsáveis. A equipe foi previamente treinada segundo protocolos propostos por Lohman et al (1988) e padronizada segundo critério de Habicht (1974) na linha de base, e segundo critério de Norton & Olds (2000), com o cálculo do erro técnico da medição (ETM), para as demais fases do estudo.

A equipe responsável pelas avaliações antropométricas e de composição corporal foi formada por professores de educação física, que eram funcionários do Centro de Avaliação Física e Treinamento (http://www.caft.com.br), empresa contratada para a coleta de dados do ELANA. Ao longo da coorte, buscou-se manter, sempre que possível, os mesmos avaliadores. A equipe de campo era composta, também, por mestrandos e doutorandos do Instituto de Nutrição Josué de Castro (UFRJ) e do Instituto de Medicina Social (UERJ), que supervisionavam os antropometristas e aplicavam os questionários, explicando aos alunos o procedimento de preenchimento e sanando suas dúvidas. Após o término da aplicação do questionário, a equipe de supervisores realizava a conferência de cada questionário, a fim de detectar erros de preenchimento ou falta de informações.

Posteriormente à finalização da coleta de dados em cada escola, os questionários eram levados para o Instituto de Nutrição Josué de Castro, na UFRJ, onde uma outra equipe de alunos de iniciação científica, mestrado e doutorado era responsável pela leitura de cada questionário, em busca de questões em branco ou respostas improváveis. Caso fossem encontradas, os questionários retornavam à equipe de campo, que procuravam os adolescentes em questão para que fosse efetuada a correção dos questionários.

Os dados foram digitados utilizando-se o software *EpiData* versão 3.1. Nesta etapa, o controle de qualidade foi realizado por mecanismos de restrição de entrada de dados improváveis e pela avaliação de inconsistências por meio de dupla digitação, utilizando recurso *Validate* do software. A limpeza e o processamento dos dados foram efetuados por meio da realização de procedimentos para avaliação minuciosa da consistência dos dados.

4.3. Métodos de coleta de dados

Nesta seção, serão descritos apenas os métodos de coleta dos dados que foram utilizados no desenvolvimento desta tese.

4.3.1. Medidas antropométricas e composição corporal

O peso corporal foi obtido por meio de balança eletrônica portátil do tipo plataforma Kratos®, com capacidade máxima de 180 kg e variação de 50 g. Considerando a alta precisão da balança, a aferição foi realizada apenas uma vez. Os adolescentes foram avaliados em posição ortostática, posicionados no centro da balança com os braços esticados ao longo do corpo, sem se movimentar e de costas para o visor, trajando roupas leves e descalços.

A estatura foi obtida por meio de estadiômetro portátil da marca Alturexata®, com amplitude de 213 cm e variação de 0,1 cm, montado em base própria e apoiado em superfície vertical plana, firme, sem ondulações ou rodapés. Os estudantes estavam descalços, de pé, em posição ereta, com a coluna vertebral encostada na direção do centro da régua do antropômetro, com os calcanhares juntos e encostados no antropômetro e com a cabeça no plano horizontal de Frankfürt (GORDON; CHUMLEA; ROCHE, 1988), sem qualquer adorno ou penteado. Foram obtidas duas medidas, intercaladas pela medida do peso, e admitiu-se uma variação máxima de 0,5 cm entre as duas aferições. Caso a variação ultrapassasse este valor, as duas medidas eram repetidas. Calculou-se, então, a média entre as duas medidas.

O índice de massa corporal foi calculado a partir das medidas de peso e estatura, por meio da divisão do peso corporal em quilogramas pelo quadrado da estatura em metros (kg/m²). A classificação do adolescente quanto à adequação de peso foi feita segundo pontos de corte específicos do IMC por sexo e idade, conforme proposto pela Organização Mundial de Saúde (DE ONIS, 2007).

O perímetro da cintura foi medido na menor circunferência do tronco, com fita métrica inextensível de 150 cm e variação de 0,1cm, estando o adolescente em pé, com o abdômen relaxado, braços ao longo do corpo, pés juntos e o peso dividido em ambas as pernas (CALLAWAY et al., 1988). Foram realizadas duas medidas, calculando-se a média e admitindo variação máxima de 1 cm entre as duas.

A avaliação da composição corporal foi realizada pela bioimpedância elétrica (BIA), utilizando-se o analisador de gordura corporal RJL System, por meio de quatro eletrodos posicionados, dois nas mãos e dois nos pés. Os adolescentes removeram meias, calçados e qualquer acessório de metal antes da avaliação, e foi aplicado um protocolo (**ANEXO A**), a fim de se garantir que os alunos haviam seguido as instruções para realização da BIA (**ANEXO B**), distribuídas dias antes em sala de aula. Para estimativa da massa livre de gordura, foi utilizada equação apropriada para a idade (HOUTKOOPER et al., 1992). Por diferença, calculou-se a massa gorda para cada participante e, posteriormente, o percentual de gordura corporal.

Os dados referentes às medidas antropométricas e de composição corporal foram registrados pelos avaliadores em campos apropriados nos questionários de todas as fases do ELANA (**ANEXO C, ANEXO D, ANEXO E** e **ANEXO F** – módulo B).

4.3.2. Avaliação de dados sociodemográficos e econômicos

Por meio de questionários autopreenchidos, foram coletados dados de: idade, sexo e tipo de escola (**ANEXO C** – módulo A) e cor da pele (**ANEXO C** – módulo F).

Devido a considerável número de dados faltantes com relação à variável de escolaridade materna, optou-se por utilizar a dependência administrativa (pública ou privada) da escola como *proxy* do nível socioeconômico, já que esta relação tem se mostrado clara na realidade brasileira (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013).

4.3.3. Avaliação da maturação sexual

A avaliação da maturação sexual foi realizada por auto-avaliação, metodologia validada por Saito (1984), com a utilização das pranchas de Tanner (1962), que conta com fotografias dos cinco estágios de maturação envolvendo mamas e pelos pubianos para o sexo feminino e genitália externa e pelos pubianos para o sexo masculino. No questionário autopreenchidos pelos participantes do ELANA, constavam apenas as ilustrações de genitália para os meninos e mamas para as meninas, com as devidas explicações para que os adolescentes pudessem marcar em que estágio consideravam estar. A maturação sexual na linha de base foi utilizada como variável de ajuste nas análises de trajetórias de IMC, perímetro da cintura e

percentual de gordura corporal. Todos os estágios de maturação sexual (da linha de base ao final do seguimento) foram parte do modelo de regressão linear elaborado para obter o ganho relativo condicional de peso, perímetro da cintura e percentual de gordura corporal após quatro anos.

4.3.4. Avaliação de comportamento sedentário

O comportamento sedentário foi estimado pelo uso de televisão, avaliado por meio de questão objetiva: "Você assiste televisão?", com 5 opções de resposta: (1) nunca ou quase nunca, (2) 1 a 2 vezes por semana, (3) 3 a 4 vezes por semana, (4) 5 a 6 vezes por semana e (5) diariamente. Os alunos também responderam a perguntas abertas quanto ao tempo gasto com esta prática: "Geralmente, quantas horas por dia você assiste televisão?" (**ANEXO C –** módulo D). Nesta questão, eram orientados a arredondar o valor, para que a casa decimal fosse sempre 0 ou 5. Ex: 5,0 ou 5,5 horas.

4.3.5. Avaliação de prática de atividade física

O nível de atividade física foi obtido por meio da aplicação da versão curta do Questionário Internacional de Atividade Física (sigla em inglês IPAQ), que contém questões referentes à frequência e duração de caminhada, atividades físicas moderadas e vigorosas na semana anterior à data da avaliação (**ANEXO C** – módulo M). Esta versão do IPAQ foi validada para adolescentes brasileiros maiores de 14 anos (GUEDES; LOPES; GUEDES, 2005). Todavia, neste estudo foi utilizado também para os mais novos, visando investigar sua aplicabilidade em jovens de outro contexto e realidade diferente daqueles avaliados no estudo de validação.

4.3.6. Avaliação do consumo alimentar

O consumo alimentar dos adolescentes foi avaliado por meio das informações obtidas pelo questionário de frequência de consumo alimentar (QFCA), adaptado do QFCA elaborado

e validado para adolescentes (ARAUJO; YOKOO; PEREIRA, 2010) o qual contém, originalmente, 90 itens alimentares. Este questionário teve sua lista de alimentos revisada, da qual foram excluídos quatro itens pouco citados em novo estudo de validação, e incluídos outros nove itens que apresentaram elevada frequência de consumo, resultando em 93 itens alimentares (BRITO, 2010).

Para o planejamento do ELANA, este último QFCA foi reduzido a 72 itens alimentares, com oito opções de resposta: (1) menos de 1 vez por mês ou nunca, (2) 1 a 3 vezes por mês, (3) 1 vez por semana, (4) 2 a 4 vezes por semana, (5) 5 a 6 vezes por semana, (6) 1 vez por dia, (7) 2 a 3 vezes por dia e (8) 4 vezes ou mais por dia (**ANEXO C** – módulo G e **ANEXO F** – módulo K). A exclusão de itens do questionário não comprometeu as estimativas dos nutrientes, uma vez que os coeficientes de correlação para as médias de consumo, estimadas pelo registro alimentar de três dias e o QFCA do ELANA, não diferiram daqueles observados no estudo de validação do questionário original (DE MORAES, 2015).

4.4. Processamento dos dados para análise

4.4.1. Dados antropométricos e de composição corporal

Nas análises do primeiro manuscrito, foram considerados elevados percentuais de gordura corporal iguais ou superiores a 25% para meninos e 30% para meninas (WILLIAMS et al., 1992), para descrição da prevalência de percentual de gordura elevado na população de estudo.

Para as análises do segundo manuscrito, o perímetro da cintura e o percentual de gordura corporal foram transformados em escores-z, por meio de análise de regressão, utilizando a idade como variável independente, para ambos os sexos. Foram considerados elevados o perímetro da cintura ou percentual de gordura corporal acima de 1 escore-z.

4.4.2. Dados de comportamento sedentário e prática de atividade física

Para a variável de comportamento sedentário, foi considerado o tempo de TV, em minutos por dia. O tempo médio de TV, em minutos por dia, foi obtido pela fórmula: $\frac{[(\text{dias por semana}) \text{ x } (\text{horas por dia})] \text{ x } 60}{7}$. As frequências semanais do hábito de assistir à televisão foram transformadas da seguinte forma: (1) nunca ou quase nunca = 0 dia;(2) 1 a 2 vezes por semana = 1,5 dia; (3) 3 a 4 vezes por semana = 3,5 dias; (4) 5 a 6 vezes por semana = 5,5 dias; e (5) diariamente =7 dias.

Os dados referentes à prática de atividade física foram processados de acordo com recomendações no manual do IPAQ (INTERNATIONAL PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE, 2005). Para as análises, foi considerada a soma do tempo dedicado a práticas de atividades moderadas e vigorosas, em minutos por dia.

4.4.3. Dados de consumo alimentar

Para as análises do segundo manuscrito da tese, foram estimados os consumos diários (em gramas por dia) de bebidas açucaradas, frutas, legumes e verduras. Para tal, foram necessários alguns procedimentos, explicados a seguir.

Primeiramente, verificou-se a existência de dados faltantes para os alimentos que formariam as variáveis "bebidas açucaradas" e "frutas, legumes e verduras", dentre os adolescentes que haviam respondido o QFCA. Para bebidas açucaradas, foi considerada a soma do consumo de suco de fruta industrializado, refrigerante comum, guaraná natural e chá mate. A variável "frutas, legumes e verduras" foi composta pelo consumo de todas as frutas e hortaliças presentes no QFCA: banana, laranja ou tangerina, mamão, morango, abacaxi, maçã, goiaba, alface ou agrião, couve-flor ou brócolis, repolho ou couve, chuchu, beterraba, cenoura e tomate.

No caso de haver dados faltantes para os alimentos supracitados dentre os alunos que responderam ao QFCA, foi empregada a imputação múltipla dos dados, no software SPSS 19, utilizando as variáveis sexo, tipo de escola, IMC e idade como variáveis indicadoras, além dos demais itens do QFCA. Assumindo um padrão de perdas aleatório (FITZMAURICE; LAIRD; WARE, 2011b), foram criados 10 conjuntos de dados imputados, pelo método de Monte Carlo via cadeias de Markov (*Markov Chain Monte Carlo* - MCMC). Para cada um dos alimentos de interesse, foi escolhido o conjunto de dados que mais se assemelhou à distribuição percentual das categorias de resposta do QFCA nos dados sem imputação.

Posteriormente, a frequência de consumo relatada foi transformada em frequência diária, a partir da aplicação de pesos, considerando o peso 1,0 para o consumo de uma vez ao dia, e assumindo um valor intermediário para os intervalos. Desta forma, por exemplo, a categoria "2 a 4 vezes por semana" foi considerada como três vezes por semana e correspondeu à frequência diária de 0,43, resultado da equação: $3\ (vezes\ por\ semana) \div 7\ (dias\ da\ semana)$. Similarmente, pesos proporcionais foram aplicados às demais frequências.

Por se tratar de um QFCA qualitativo, as porções do QFCA original (ARAUJO; YOKOO; PEREIRA, 2010) foram imputadas, a fim de se obter o consumo, em gramas por dia, das variáveis de interesse, após a multiplicação do valor referente à frequência diária pela porção padrão (DE MORAES, 2015). Por fim, foram somados o consumo, em gramas por dia, dos alimentos que compuseram as variáveis *bebidas açucaradas* e *frutas, legumes e verduras*.

4.5. Aspectos éticos

Foram elaboradas cartas de apresentação do ELANA, que foram apresentadas às escolas privadas e à Secretaria Estadual de Educação (no caso das escolas públicas), através das quais obteve-se autorização para a realização da pesquisa nas escolas (**ANEXO G** e **ANEXO H**).

Todos os alunos regularmente matriculados no 6º ano do ensino fundamental das escolas participantes que atenderam aos critérios de elegibilidade foram convidados a ingressar no estudo. No entanto, somente participaram os adolescentes que quiseram e que apresentaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) assinado pelos pais ou pelos próprios, quando maiores de 18 anos, conforme preconiza a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (**ANEXO I**).

Em cada fase da pesquisa, após a coleta de dados, os alunos participantes receberam formulários em que constavam os resultados referentes à avaliação antropométrica e composição corporal, sendo orientados a procurar profissional qualificado quando apresentavam alguma alteração nestas avaliações (**ANEXO J**).

Após cada coleta de dados, eram elaborados relatórios em que constavam os resultados preliminares das avaliações, com enfoque no status de peso, consumo de álcool e exposição a *teasing*, ou provocações, por parte dos colegas. Relatórios completos estão sendo elaborados para posterior apresentação às escolas, com a evolução das análises de dados.

O ELANA foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Medicina Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (CAAE 0020.0.259.000-09) em 18/08/2009 (**ANEXO K**).

4.6. Análises estatísticas

As análises estatísticas realizadas para esta tese estão descritas na seção de métodos de cada manuscrito elaborado.

5. RESULTADOS

5.1. Manuscrito 1: The associations of demographic and socioeconomic factors with changes in BMI and body fat percentage: The Adolescent Nutritional Assessment Longitudinal Study middle school cohort

ABSTRACT

Background: The most evident body changes due to development in adolescence occur in its early years, and many factors can affect weight and fat gain during this phase.

Objective: To examine changes in body fat indicators over four years, as well as the excessive weight and fat gain and its association with socioeconomic variables in Brazilian adolescents.

Methods: Body mass index (BMI) and body fat percentage of 809 middle school students (mean age 11.8 ± 1.15 years old) were evaluated over four consecutive years (2010 to 2013) in the Adolescent Nutritional Assessment Longitudinal Study. Linear mixed effects models were used to assess the trajectories of BMI and body fat percentage according to the type of school attended (public or private) and skin color, for boys and girls. Logistic regression analyzes were performed to investigate associations between socioeconomic variables and excessive gains of BMI and body fatness.

Results: Girls from private schools (p=0.003) and white boys (p=0.041) have experienced bigger increase in BMI compared to girls from public schools and non-white boys, respectively. White boys had also increased chance of presenting excessive weight (OR=3.28; CI 95% 1.13-9.52) and body fat percentage (OR=3.32; CI 95% 1.38-8.01) gain than non-white boys. Conversely, white girls were less likely to present excessive body fat gain when compared to non-white ones (OR=0.42; CI 95% 0.18-0.96).

Conclusion: Adolescents that experience better socioeconomic conditions, especially boys, are more likely to have greater increases in body fatness indicators. Our findings contribute to comprehend the dynamics of BMI trajectories and body composition changes during puberty, as well as the relationship between socioeconomic variables and adiposity indicators in early adolescence, in the context of middle-income countries.

Introduction

The prevalence of overweight in adolescents is high in almost all world. According to data from the Health Behavior in School - Aged Children International Report from 2009/2010 Survey, the overall prevalence of overweight among adolescents was around 15%, being more significant among boys[1]. Childhood overweight and obesity prevalence have rose by 47% worldwide from 1980 to 2013[2], even though recent findings show the stabilization[3] and even decrease[4] in this condition in some developed countries. In Brazil, overweight amounts to 21.7% of boys and 19.4% of girls from 10 to 19 years old, and had increased significantly in thirty five years[5].

The great concern about adolescent overweight is justified, since excessive total or central body fat have already been related to cardiovascular risk factors at this age[6] or later in life [7,8].

It is well known that socioeconomic status (SES) is associated with overweight in both children and adults[9], and many studies have shown a strong inverse association between SES and overweight in high-income countries, and a direct association in middle and low-income countries[10,11]. In Brazil, overweight is more prevalent in adolescents from higher SES[5], although a faster rate of overweight increase has been observed among lower-income groups[12].

Monitoring the growth process in adolescence, especially puberty, is important to investigate potential factors related to the development of obesity and acute changes in body composition[13,14], making it possible to better planning of interventions to prevent obesity in this age group. However, there are few longitudinal studies in low- and middle-income countries, due to its expensive nature.

In Brazil, some cohort studies were conducted considering anthropometric or body composition changes in adolescence[15–19]. Nevertheless, none of them was conducted aiming at making repeated evaluations at short time intervals. The Adolescent Nutritional Assessment Longitudinal Study (ELANA) was held in the metropolitan area of Rio de Janeiro and followed a cohort of high school adolescents and another cohort of middle school adolescents for 3 and 4 consecutive years, respectively. Results from the high school ELANA cohort have shown that boys of higher SES had greater BMI increase than those of lower SES and all girls[19]. However, the most evident body changes due to development occur in early adolescence, characterized in the middle school cohort, and many factors can affect weight and fat gain during this phase.

Therefore, the aim of this study was to examine changes in BMI and body fat percentage over four years, as well as the excessive weight and fat gain according to socioeconomic variables in middle-school adolescents from ELANA in the metropolitan area of Rio de Janeiro.

Methods

Study design and population

Prospective cohort study entitled "Adolescent Nutritional Assessment Longitudinal Study" (ELANA) was composed of two cohorts of adolescents who: a) were attending the sixth grade of middle school in 2010, with mean age of 11.8 years old (early adolescence), evaluated annually until 2013; and b) were attending the first year of high school in 2010, with mean age of 15.7 years, followed until 2012 (intermediate or late adolescence)[19]. Both cohorts were followed in four private and two public schools located in the metropolitan region of Rio de Janeiro. For the present study, only the middle school cohort was considered.

All students regularly admitted in the middle school ELANA cohort which have met the eligibility criteria at baseline (not having a physical or mental condition that prevented completing the questionnaire and assessment in anthropometric measures, not being pregnant or lactating at baseline) were invited to participate in the study.

The ELANA Cohort was approved by the Ethics Committee in Research of the Institute of Social Medicine of the State University of Rio de Janeiro (certificate number 0020.0.259.000-09). The participation in the study was voluntary and written informed consent from parents was obtained.

Data collection

Anthropometric measures were performed by trained research assistants, according to Lohman protocols [20] and standardized according to Habicht techniques [21] on baseline, and Norton & Olds techniques [22], in the other phases of the study.

Field supervisors performed the application of questionnaires. They explained to the students the procedure of completing questionnaires, solved their doubts, and checked each questionnaire, in order to detect errors of filling or lack of information.

Anthropometric and body composition data

Body weight was obtained using a portable electronic scale (Kratos®), with a maximum capacity of 180 kg and 50 g variation. Considering the high precision of the scale,

weight measurement was performed only once. Height was obtained with portable stadiometer (Alturexata®), with 213 cm width and variation of 0.1 cm. Two measures were obtained, admitting a maximum variation of 0.5 cm between both. The mean of the measurements was used for analyzes.

The assessment of body composition was performed by electrical bioimpedance (BIA), using the body fat Analyzer RJL System, by means of four electrodes placed on two hands and two feet. From the resistance value obtained from the BIA, a specific age- and- sex equation was used to estimate body fat free mass[23]. Then, fat mass was obtained by difference, and body fat percentage was estimated by the equation: $\frac{Body\ weight\ (kg) - fat\ free\ mass\ (kg)}{Body\ weight\ (kg)} \times 100$.

Socioeconomic and demographic data

Age, sex, type of school and skin color (the last as classified by the Brazilian Institute of Geography and Statistic -IBGE[24]), were obtained by self-report questionnaire.

Sexual maturation stage was investigated using the self-evaluation technique validated by Saito[25], focusing on the development of genitalia for boys and breast for girls, according to Tanner's criterion[26] .

Data analysis

BMI (kg/m²) was classified in four categories according to age and sex specific cutoffs proposed by World Health Organization: Underweight, normal weight, overweight and obesity[27]. Body fat percentage was classified as elevated when greater than or equal to 25% for boys and 30% for girls[28].

Continuous variables were tested for normality distribution by *Kolmogorov-Smirnov* test. For those that have not normal distribution, medians, minimum and maximum values were presented, using the Mann-Whitney test to compare groups. In the case of normally distributed variables, means, standard deviation were presented, comparing groups through Student's t test. For categorical variables, frequencies were obtained, using the chi-square test to compare independent groups. These descriptive analyzes were performed using the *Statistical Program for the Social Sciences* software, version 19.0 (SPSS, Chicago, IL).WINPEPI software was used for the partition of chi-square analysis. Statistical significance was assumed when the *p*- value < 0.05.

In the descriptive analysis, we compared adolescents from public schools with those of private schools regarding to socio-demographic variables, anthropometric measures and body fat percentage, at baseline, stratified by sex. The students who participated in the study only at baseline were compared with those that have been assessed on two or more stages of follow up regarding these same variables to identify possible bias due to loss of follow-up.

In order to assess BMI and body fat trajectories, we performed linear mixed effect models, through *Proc Mixed* command, of the *Statistical Analysis System* (SAS), version 9.3 *(SAS, Institute Inc, Cary, NC)*. This type of analysis allows incomplete data tracking, being also possible the estimation of fixed effects common to individuals belonging to the same group, as well as random effects, specific to each individual, through structures of variance and covariance, which provide improved quality of settings and more accurate estimates[29]. All analyzes were stratified by sex.

To assess differences between changes in anthropometric measurements and body fat percentage over time among adolescents according to the type of school and skin color, an interaction term was used, composed of age (used as a time effect) and the categorical variable of interest (p. ex. Age*type of school). The null hypothesis is that differences on trajectories between the two types of school (or skin color categories) would be constant over time. For this analysis, we assumed an unstructured variance-covariance pattern[14]. Analyzes comparing types of school were adjusted by skin color, and skin color analyzes were adjusted by the type of school attended. All trajectories analyzes were adjusted by sexual maturation at baseline.

The analysis of excessive gain in BMI and body fat percentage were performed in three steps, as follows: (1) We assessed the conditional relative gain in each of these variables[30] by regressing current z-score measures on all previous z-score measures and sexual maturation from 2010 to 2013. (2) The residual values obtained in the regression were then distributed in z-scores and values > 1 z-score were classified as excessive gain. (3) Logistic regression analysis, stratified by sex, was performed to compare adolescents of different types of school and skin colors likelihood of experiencing excessive weight and body fatness gain. This analysis was restricted to those who had these measures in 2010 and 2013 (n=399 [49.3%] for BMI and n=398 [49.2%] for body fat percentage).

Results

On baseline (2010, T0), 809 of the 945 eligible students participated in data collection. Anthropometric measures were available for 792 of them, and bioimpedance data for 787. In

2011 (T1), 642 of students had data for BMI and 641 for body fat percentage. In 2012 (T2), BMI was available for 537 and body fat percentage for 535 adolescents. In the last year (2013, T3), BMI was available for 481 and body fat percentage for 480 adolescents. For all follow-up, most of the participants were males (≈ 53%) and studied in private schools (ranging from 63% to 70%). The flowchart of participants during the study is shown in **figure 1**.

Comparing sociodemographic, anthropometric and body composition data at baseline of adolescents who attended only the first phase of ELANA and those who participated in two or more data collection (**Table 1**), it is observed a higher proportion of public school students among participants only on baseline than those with two or more repeated measures (48.0% *vs* 35.1%, p=0.006). Likewise, the median age was higher among participants in baseline only compared to participants in two or more data collection (11.9 years *vs*. 11.4 years, p<0.001). The percentage of body fat was found to be higher among adolescents participating in two or more phases of ELANA when compared to those who took part only on baseline (mean 23.3% *vs.* 21.7%, p=0.042).

For both sexes, there were larger proportions of white-skin adolescents in private schools, and non-white in public schools (p<0.001). Only for males, there was a higher frequency (p< 0.001) of normal weight in public schools (67.9% vs 42.9%), while overweight (26.5% *vs.* 15.7%) and obesity (27.6% vs. 13.2%) were more prevalent in private schools. The same occurred for body fat percentage status, since 19.6% of public schools and 46.2% of private schools boys had excessive body fat on baseline (p<0.001). For both sexes, public schools students were older than those in private schools (p<0.001). Boys in public schools had lower medians of BMI (18.6 *vs.* 20.1; p=0.026) as well as lower mean body fat percentage (19.1% *vs.* 23.8%; p<0.001) than those in private schools (**Table 2**).

Figure 2 shows the BMI trajectories for boys and girls, according to type of school and skin color, adjusted for sexual maturation at baseline. Girls in private schools have experienced a bigger increase in BMI (p=0.003) when compared to those in public schools. There is greater increase in BMI for white boys compared to non-white ones (p=0.041). Body fat percentage trajectories were ascending for girls and descending for boys, with no differences between school types and skin color (**Figure 3**).

When analyzing the associations between sociodemographic factors and excessive gains in BMI and body fat percentage at the end of four years, we observed that white boys had increased chance of presenting excessive weight (OR=3.28; CI 95% 1.13-9.52) and body fat percentage (OR=3.32; CI 95% 1.38-8.01) gain than non-white boys. After adjusting for type of

school, white girls were less likely to present excessive body fat gain when compared to non-white ones (OR=3.32; CI 95% 1.38-8.01) (**Table 3**).

Discussion

The main findings of our study were that white-skin boys had higher increase in BMI and higher risk of having excessive gain in BMI and body fat percentage over four years, compared to non-white skin boys. Among girls, the ones attending private schools had greater increases in BMI from 2010 to 2013, when compared to girls from public schools, and white girls had lower risk of presenting excessive gain in body fat than non-white ones.

The associations of socioeconomic and demographic factors with BMI trajectory and excessive weight gain in the high school cohort from ELANA, followed from 2010 to 2012, were evaluated in another study[19]. A greater increase in BMI was also observed in white boys (p=0.04), compared to non-white boys and to all girls, and boys attending private schools (p=0.01), compared to those in public schools and to all girls. Boys in private schools had also higher risk (OR=2.27, CI 95% 1.06-4.85) of presenting excessive weight gain when compared to public schools ones. The findings of both ELANA cohorts suggest that, in the context of the metropolitan area of Rio de Janeiro, adolescents that experience better socioeconomic conditions, especially boys, are more likely to have greater increases in adiposity indicators.

Other longitudinal studies conducted in Brazil have shown the same relation seen in our study, although they have only assessed BMI. In a cohort study that followed 2,405 children of zero to five years old for eleven years in the Midwestern of Brazil, being in higher socioeconomic positions in childhood was associated with both higher BMI-for-age z-scores and obesity prevalence in adolescence. In the same way, a greater rate of change in BMI was observed for males in high socioeconomic position compared to middle and low socioeconomic position groups, while females in the low socioeconomic position group showed lower increase in BMI compared to others[18]. The same was observed in a population-based longitudinal study of 255 children living in the Brazilian Amazon, evaluated three times from 2003 to 2009, in which higher household wealth was related to greater BMI-for-age Z-scores at and after the age of 7 years, for both sexes[31]. The relationship between BMI and socioeconomic conditions observed in Brazil is opposed to what has been seen in high-income countries, where adolescents from lower socioeconomic levels are more likely to have greater increases in adiposity indicators[32,33].

Racial and ethnic disparities in body weight and adiposity have been studied for some years, mainly in the United States of America, and seem to occur due to differences in diet, physical activity, access to medical care, social environment and biological factors, such as genetics and developmental perspectives[34].

In a five-year cohort study conducted with more than 5,863 adolescents, aged 11-12 years at baseline, of boroughs in south London, black and mixed black girls were significantly more likely to present overweight or obesity in all five years than white or Asian girls, even after adjustment for socioeconomic status. Although mean waist circumference was also larger in black and mixed black girls in all years, the mean annual rate of increase has been lower in this ethnic group[35]. In our study, non-white girls were also at increased risk of having excessive fat gain over four years. However, in the context of Brazil, race and ethnicity are a social construct and have been used as indicators of socioeconomic conditions. Therefore, it was expected that results of analysis by skin color followed the same direction of what was observed by type of school (used as a proxy of SES). Although the same association was observed for boys, private school girls presented a higher rate of BMI increase than those in public schools, while white girls were less likely to experience an excessive gain in body fatness, suggesting that correspondence between race and SES was not so clear among girls in our sample.

A limitation of our study was that in 2013 (T3) it was possible to evaluate only 60% of the original sample that participated in 2010, corresponding to a loss to follow-up of 40%. Therefore, logistic regression analyzes considering excessive gains in body fat indicators may have been affected. However, in the trajectory analysis, mixed effect models were used in order to take into account missing data and differences between the amounts of measurements in each subject. Therefore, it was possible to identify girls attending private schools and white boys have experienced greater increases in BMI over time, similar to what have been observed for excessive gain analyzes, especially for boys, indicating that losses to follow-up have not affected the results.

The ELANA cohort was the first study in Brazil to propose annual evaluations of participants in a short-time longitudinal study, including the whole range of adolescence. Our findings contribute to comprehend the dynamics of BMI trajectories and body fat changes during puberty, as well as the relationship between socioeconomic variables and adiposity indicators in early adolescence, in the context of middle-income countries.

References

1. Currie C, Zanotti C, Morgan A, et al., eds. *Social Determinants of Health and Well-Being among Young People. Health Behaviour in School-Aged Children (HBSC) Study*. Copenhagen: World Health Organization; 2012.

2. Ng M, Fleming T, Robinson M, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2014;384(9945):766-781.

3. Bancej C, Jayabalasingham B, Wall RW, et al. Evidence brief – Trends and projections of obesity among Canadians. *Heal Promot Chronic Dis Prev Canada*. 2015;35(7):109-112.

4. Koebnick C, Mohan YD, Li X, Young DR. Secular Trends of Overweight and Obesity in Young Southern Californians 2008-2013. *J Pediatr*. 2015.

5. IBGE. *Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística - Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Antropometria E Análise Do Estado Nutricional de Crianças, Adolescentes E Adultos No Brasil*. Rio de Janeiro; 2010.

6. Blüher S, Molz E, Wiegand S, et al. Body mass index, waist circumference, and waist-to-height ratio as predictors of cardiometabolic risk in childhood obesity depending on pubertal development. *J Clin Endocrinol Metab*. 2013;98(8):3384-3393.

7. Pereira PF, Serrano HMS, Carvalho GQ, et al. Body fat location and cardiovascular disease risk factors in overweight female adolescents and eutrophic female adolescents with a high percentage of body fat. *Cardiol Young*. 2012;22(2):162-9.

8. Juonala M, Magnussen CG, Berenson GS, et al. Childhood adiposity, adult adiposity, and cardiovascular risk factors. *N Engl J Med*. 2011;365(20):1876-85.

9. Bambra CL, Hillier FC, Cairns J-M, Kasim A, Moore HJ, Summerbell CD. How effective are interventions at reducing socioeconomic inequalities in obesity among children and adults? Two systematic reviews. *Public Heal Res*. 2015;3(1):1-446.

10. McLaren L. Socioeconomic status and obesity. *Epidemiol Rev*. 2007;29(1):29-48.

11. Frederick CB, Snellman K, Putnam RD. Increasing socioeconomic disparities in adolescent obesity. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2014;111(4):1338-42.

12. Lima NP, Horta BL, Motta JVDS, et al. [Evolution of overweight and obesity into adulthood, Pelotas, Rio Grande do Sul State, Brazil, 1982-2012]. *Cad saúde pública*. 2015;31(9):2017-25.

13. Loomba-Albrecht LA, Styne DM. Effect of puberty on body composition. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2009;16(1):10-15.

14. Fitzmaurice GM, Laird NM, Ware JH. Longitudinal and clustered data. In: Fitzmaurice GM, Laird NM, Ware JH, eds. *Applied Longitudinal Analysis*. 2nd ed. Hoboken, New Jersey: Jonh Willey and Sons; 2011:1-18.

15. González DA, Nazmi A, Victora CG. Growth from birth to adulthood and abdominal obesity in a Brazilian birth cohort. *Int J Obes (Lond)*. 2010;34(1):195-202.

16. Victora CG, Sibbritt D, Horta BL, Lima RC, ScD TC, Wells J. Weight gain in childhood and body composition at 18 years of age in Brazilian males. *Acta Paediatr*. 2007;96(2):296-300.

17. Fonseca FL, Brandão AA, Pozzan R, et al. Excesso de peso e o risco cardiovascular em jovens seguidos por 17 anos: estudo do Rio de Janeiro. *Arq Bras Cardiol*. 2010;94(2):207-215.

18. Muraro AP, Gonçalves-Silva RMV, Ferreira MG, Sichieri R. Effects of social mobility from childhood to adolescence on BMI. *Public Health Nutr*. 2016;19(05):814-821.

19. Moreira NF, Sichieri R, Reichenheim ME, Oliveira ASD De, Veiga GV Da. The associations of BMI trajectory and excessive weight gain with demographic and socio-economic factors: the Adolescent Nutritional Assessment Longitudinal Study cohort. *Br J Nutr*. 2015;114(12):2032-2038.

20. Lohman TG, Martorell R. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign, IL; 1988.

21. Habicht J-P. Estandarizacion de metodos epidemiológicos cuantitativos sobre el terreno. *Bol Sanit PAnam*. 1974;75(5):375-84.

22. Pederson D, Gore C. Error en la medición antropométrica. In: Norton K, Olds T, eds. *Antropometrica*. Argentina: Biosystem Servicio Educativo; 2000:61-70.

23. Houtkooper LB, Going SB, Lohman TG, Roche AF, Van Loan M. Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study. *J Appl Physiol*. 1992;72(1):366-73.

24. IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. *Síntese de Indicadores Sociais : Uma Análise Das Condições de Vida Da População Brasileira : 2010*. Rio de Janeiro; 2010.

25. Saito MI. Maturação sexual: auto avaliação do adolescente. *Pediatr (São Paulo)*. 1984;6(3):111-5.

26. Tanner JM. *Growth at Adolescence*. 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific publication; 1962.

27. de Onis M. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ*. 2007;85(09):660-667.

28. Williams DP, Going SB, Lohman TG, et al. Body fatness and risk for elevated blood pressure, total cholesterol, and serum lipoprotein ratios in children and adolescents. *Am J Public Heal*. 1992;82(3):358-363.

29. Spyrides MHC, Struchiner CJ, Barbosa MTS, Kac G. Análise de dados com medidas repetidas. In: Kac G, Sichieri R, Gigante DP, eds. *Epidemiologia Nutricional*. Rio de Janeiro: Fiocruz e Atheneu; 2007:245-260.

30. Adair LS, Fall CHD, Osmond C, et al. Associations of linear growth and relative weight gain during early life with adult health and human capital in countries of low and middle income: findings from five birth cohort studies. *Lancet*. 2013;382(9891):525-34.

31. Lourenço BH, Villamor E, Augusto RA, Cardoso MA. Influence of early life factors on body mass index trajectory during childhood: a population-based longitudinal analysis in the Western Brazilian Amazon. *Matern Child Nutr*. 2012.

32. Lane SP, Bluestone C, Burke CT. Trajectories of BMI from early childhood through early adolescence: SES and psychosocial predictors. *Br J Health Psychol*. 2013;18(1):66-82.

33. Shin SH, Miller DP. A longitudinal examination of childhood maltreatment and adolescent obesity: results from the National Longitudinal Study of Adolescent Health (AddHealth) Study. *Child Abuse Negl*. 2012;36(2):84-94.

34. Krueger PM, Reither EN. Mind the Gap: Race/Ethnic and Socioeconomic Disparities in Obesity. *Curr Diab Rep*. 2015;15(11):95.

35. Wardle J, Brodersen NH, Cole TJ, Jarvis MJ, Boniface DR. Development of adiposity in adolescence: five year longitudinal study of an ethnically and socioeconomically diverse sample of young people in Britain. *BMJ*. 2006;332(7550):1130-5.

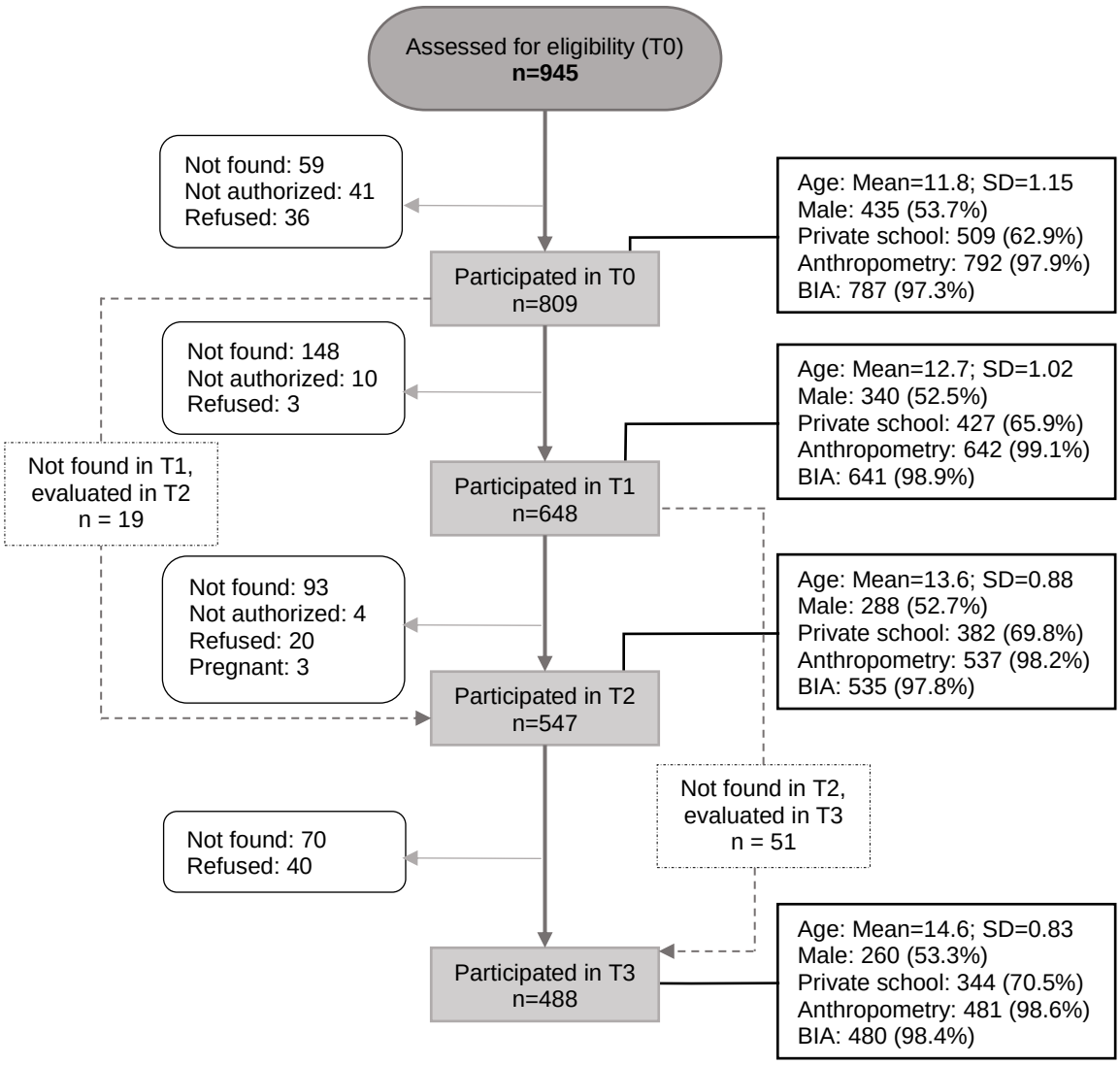


Figure 1: Flowchart of the Middle School ELANA cohort subject selection and measurement.

Table 1: Sociodemographic and anthropometric characteristics of ELANA middle school cohort, according to their participation in at least two or only the first phase of the study. Rio de Janeiro, 2010-2013.

Variables	Only 1st phase n(%)	2 or more phases n(%)	p-value[a]
Sex			0.350
Male	72 (57.6)	363 (53.1)	
Female	53 (42.4)	321 (46.9)	
Total (n)	125	684	
Skin color			0.600
White	54 (43.5)	313 (46.1)	
Non-white	70 (56.5)	366 (53.9)	
Total (n)	124	679	
Type of school			**0.006**
Public	60 (48.0)	240 (35.1)	
Private	65 (52.0)	444 (64.9)	
Total (n)	125	684	
Weight status			0.101
Underweight	6 (5.0)	17 (2.5)	
Normal weight	73 (61.3)	363 (53.9)	
Overweight	20 (16.8)	168 (25.0)	
Obese	20 (16.8)	125 (18.6)	
Total (n)	119	673	
Body fat percentage status[§]			0.294
Adequate	87 (74.4)	466 (69.6)	
Elevated	30 (25.6)	204 (30.4)	
Total (n)	117	670	
	Median (min – max)		**p-value**[b]
Age (years)	11.9 (10.0-19.1)	11.4 (10.0-17.3)	**<0.001**
BMI (kg/m²)	18.5 (13.7-32.9)	19.4 (12.7-39.0)	0.343
%BF	21.2 (4.0-40.2)	23.1 (4.0-43.1)	**0.042** [c]

BMI – body mass index (kg/m²); WC – waist circumference; %BF – Body fat percentage

[§] Elevated when ≥ 25% for boys or 30% for girls

[a] Chi-square; [b] Mann-Whitney test; [c] independent t test.

%BF: mean (SD) = 21.7 (8.0) to only-baseline participants and 23.3 (7.7) to those participating in two or more phases.

Table 2: Sociodemographic and anthropometric characteristics of ELANA middle school cohort at baseline, according to sex and type of school. Rio de Janeiro, 2010-2013.

	Male			**Female**		
Characteristic	**Public**	**Private**	**p-value** [a]	**Public**	**Private**	**p-value** [a]
	n (%)			**n (%)**		
Skin color			**< 0.001**			**<0.001**
White	46 (28.8)	157 (57.9)		39 (28.5)	125 (53.2)	
Non-white	114 (71.3)	114 (42.1)		98 (71.5)	110 (46.8)	
Weight status			**< 0.001**			0.410
Underweight	5 (3.1)	8 (3.0)		6 (4.3)	4 (1.8)	
Normal weight	108 (67.9)*	115 (42.9)		83 (60.1)	130 (57.3)	
Overweight	25 (15.7)	71 (26.5)*		32 (23.2)	60 (26.4)	
Obese	21 (13.2)	74 (27.6)*		17 (12.3)	33 (14.5)	
%BF status[§]			**< 0.001**			0.250
Adequate	127 (80.4)	143 (53.8)		112 (81.2)	171 (76.0)	
Elevated	31 (19.6)	123 (46.2)		26 (18.8)	54 (24.0)	
	Median (min – max)		**p-value**[b]	**Median (min – max)**		**p-value**[b]
Age (years)	12.6 (10.0-16.7)	11.3 (10.2-14.1)	**< 0.001**	12.1 (10.2-19.1)	11.2 (10.0-15.0)	**< 0.001**
BMI (kg/m²)	18.6 (13.8-33.4)	20.1 (12.9-32.8)	**0.026**	19.6 (13.6-39.0)	19.1 (12.7-37.6)	0.376
%BF	18.0 (4.0-38.3)	24.0 (4.0-40.0)	**< 0.001**[c]	23.0 (9.5-40.8)	24.2 (4.0-43.1)	0.100[c]

BMI – body mass index (kg/m²); WC – waist circumference; %BF – Body fat percentage
[§] Elevated when ≥ 25% for boys or 30% for girls
[a] Chi-square; [b] Mann-Whitney Test; [c] independent t test.
* p < 0,05 on chi-square partition
%BF: mean (SD) = 19.1 (7.8) to public schools and 23.8 (7.9) to private schools boys; mean (SD) = 23.4 (7.3) to public and 24.7 (7.0) to private schools girls.

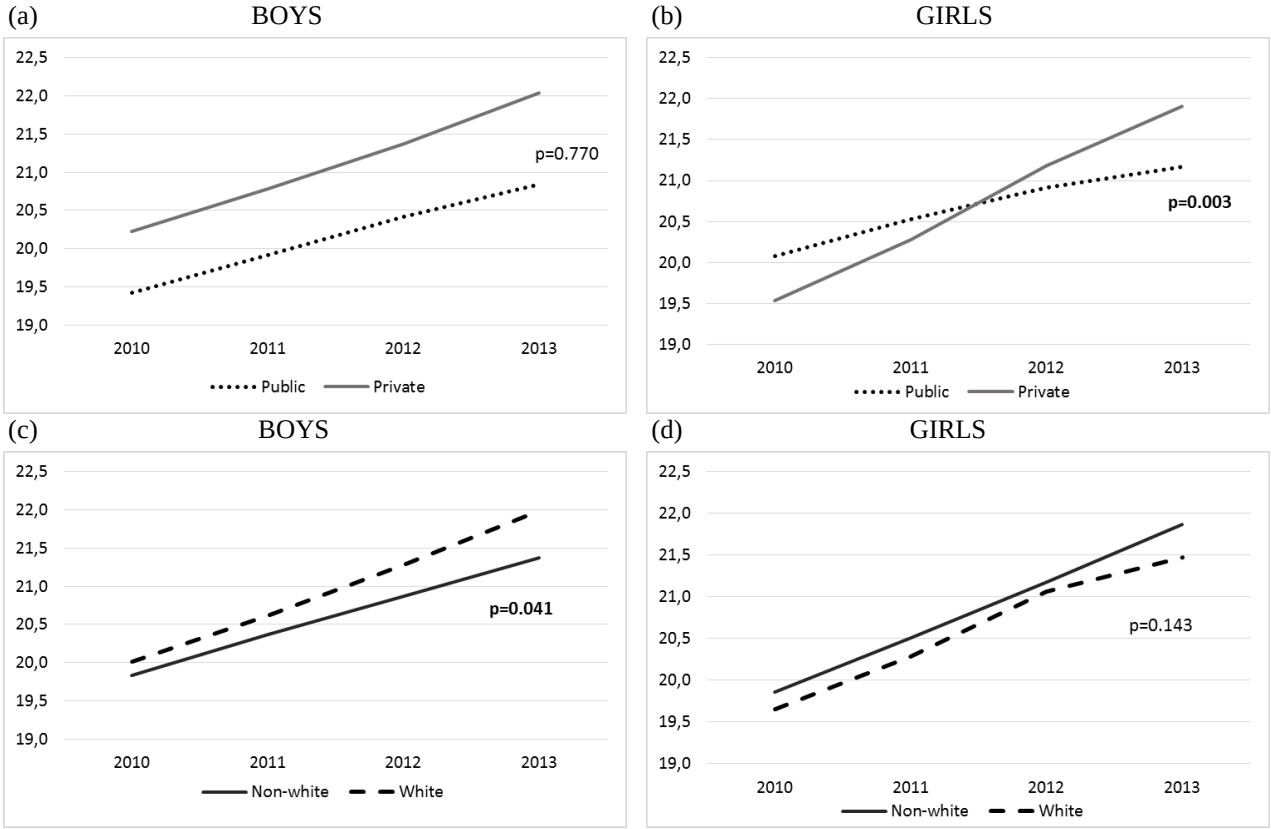


Figure 2: Predicted adjusted means of BMI from 2010 to 2013, using the linear mixed effects model. (a) boys, by type of school attended; (b) girls, by type of school attended; (c) boys, by skin color; (d) girls, by skin color. Models by type of school were adjusted by skin color; models by skin color were adjusted by type of school.

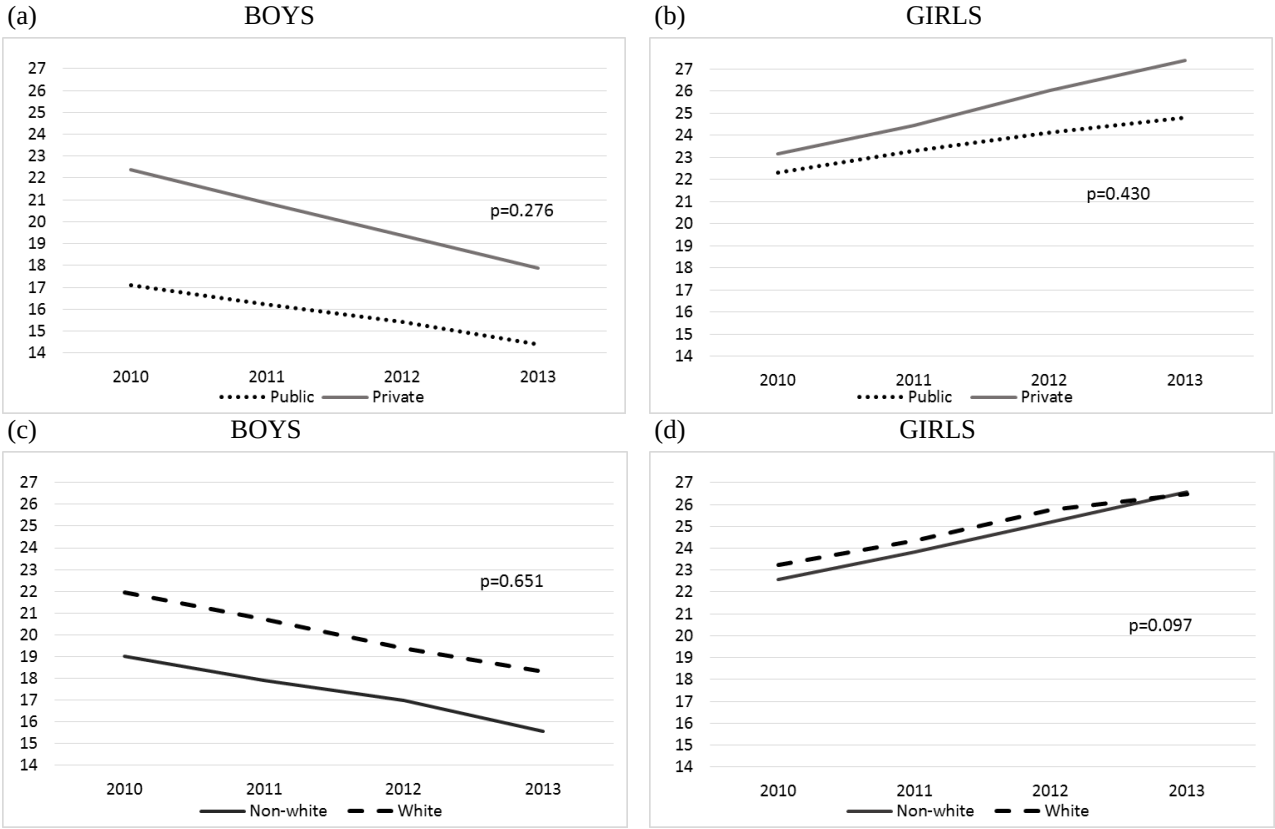


Figure 3: Predicted adjusted means of body fat percentage from 2010 to 2013, using the linear mixed effects model. (a) boys, by type of school attended; (b) girls, by type of school attended; (c) boys, by skin color; (d) girls, by skin color. Models by type of school were adjusted by skin color; models by skin color were adjusted by type of school.

Table 3: Crude and adjusted odds ratio of presenting excessive gain in weight and body fat percentage according to sociodemographic variables*. ELANA middle school cohort. Rio de Janeiro, 2010-2013.

	Male		**Female**	
	Excessive weight gain (BMI)			
Private school	Odds ratio (IC 95%)	p-value	Odds ratio (IC 95%)	p-value
Crude OR	2.20 (0.62-7.78)	0.220	1.05 (0.41-2.66)	0.919
Adjusted OR[a]	1.54 (0.42-5.70)	0.519	1.10 (0.42-2.86)	0.845
White skin				
Crude OR	**3.59 (1.22-10.13)**	**0.016**	0.84 (0.36-1.93)	0.679
Adjusted OR[b]	**3.28 (1.13-9.52)**	**0.029**	0.82 (0.35-1.94)	0.655
	Excessive body fat percentage gain (%BF)			
Private school	Odds ratio (IC 95%)	p-value	Odds ratio (IC 95%)	p-value
Crude OR	0.81 (0.35-1.88)	0.619	2.23 (0.81-6.15)	0.122
Adjusted OR[a]	0.54 (0.22-1.36)	0.191	2.76 (0.97-7.80)	0.056
White skin				
Crude OR	**2.80 (1.23-6.40)**	**0.015**	0.50 (0.22-1.13)	0.096
Adjusted OR[b]	**3.32 (1.38-8.01)**	**0.008**	**0.42 (0.18-0.96)**	**0.041**

Excessive gain: ≥ 1 SD of BMI or %BF z-score. Predicted values were estimated through a linear regression model that takes into account all previous measures of BMI (or %BF) and sexual maturation in all phases.
*Studying in public schools and non-white skin color were considered as reference categories.
[a]Adjusted by skin color; [b]Adjusted by type of school attended.

5.2. Manuscrito 2: Cross-sectional and longitudinal associations between clustering of multiple lifestyle behaviors and adiposity indicators: The Adolescent Nutritional Assessment Longitudinal Study middle school cohort.

Trabalho realizado durante o estágio de doutorado sanduiche em parceria com pesquisadores do Growth, Exercise, NUtrition and Development (GENUD) Research Group - Universidad de Zaragoza – Espanha.

ABSTRACT

Background: Cluster analysis has been used to identify the coexistence and clustering of multiple lifestyle behaviors in children and adolescents, as well as its relation with adiposity indicators. However, few of them have applied a longitudinal perspective.

Objective: To explore how clustering of physical activity, sedentary behavior, sugar-sweetened beverages (SSB) intake and fruits and vegetables (FV) consumption is drawn among Brazilian middle school students, and to investigate the associations between identified clusters and adiposity indicators, both in baseline and at the end of follow-up, as well as with excessive gains in these indicators over four years.

Methods: Multiple lifestyle behaviors were assessed through self-report questionnaires. We performed gender-specific cluster analysis regarding these behaviors on the baseline of the Adolescent Nutritional Assessment Longitudinal Study middle school cohort. Analysis of variance and logistic regression were applied to examine the association between behavioral clusters and adiposity indicators. In addition, linear mixed effects models were used to assess the trajectories of BMI, waist circumference and body fat percentage according to clusters membership.

Results: For the 732 adolescents (mean age 11.8 years, SD 1.15 years) evaluated, four reliable clusters were identified. The “active cluster”, with high physical activity level, had more boys than girls. Among boys, “neutral cluster” (with low z-scores to all behaviors) was mainly represented by students from private schools, while the “mixed cluster” (with higher z-scores to SSB and FV consumption) comprised significantly more public school students than the others. The “sedentary cluster” presented the highest proportion of overweight boys. Boys in the sedentary cluster had higher odds of having body fat percentage >1 z-score at the end of follow-up (OR = 3.18; 95% CI = 1.43 – 7.10), as well as excessive weight gain after four years

(OR = 2.92; 95% CI = 1.04 – 8.20). Girls in the “active cluster” had higher odds of presenting waist circumference >1 z-score at the end of follow-up (OR = 2.87; 95% CI = 1.01 - 8.16).

Conclusion: Boys presenting a higher time of TV viewing were more likely to have high body fat percentage at follow-up, and to experience an excessive weight gain over four years. Our findings provide evidence to support the great concern around sedentary behaviors worldwide, and can be useful to guide effective interventions that account for diversity of lifestyles.

Background

Childhood overweight and obesity prevalence have increased significantly throughout the world in the last decades[1]. Although it appears to have reached a plateau in developed countries[2,3], still shows expressive proportions worldwide[4], including Brazil, where 21.7% of boys and 19.4% of girls from 10 to 19 years old present overweight[5].

Excessive total or central body fat have already been related to cardiovascular risk factors in adolescence[6] or later in life [7,8], which explains the concern to better understand and prevent obesity in this age group. Obesity is a multifactorial condition, and its potential determinants interact in a complex way. However, some specific energy balance-related behaviors (EBRBs), such as diet, sedentary behaviors and physical activity practice, seem to play an important role in obesity epidemic[9] and should be taken into account for weight gain prevention programs[10].

In order to implement effective prevention and obesity-related intervention, it is important to know the risk profile of the target population. Thus, cluster analysis has been used to identify the coexistence and clustering of multiple lifestyle behaviors in children and adolescents[11], as well as its relation with adiposity indicators[12–18]. However, few of them have applied a longitudinal perspective[13,16,18].

The present study aims to fill this gap, exploring how clustering of EBRBs is drawn among Brazilian middle school students, based on TV viewing, moderate-to-vigorous physical activity practice, and the consumption of fruits and vegetables (FV), and sugar-sweetened beverages (SSB). Our second aim was to investigate if the identified clusters are associated with adiposity indicators, both in baseline and at the end of follow-up, as well as with excessive gains in these indicators over four years. To the best of our knowledge, this is the first study

addressing this association using cluster analysis in a middle-income country, during adolescence.

Methods

Study design and participants

Prospective cohort, from the "Adolescent Nutritional Assessment Longitudinal Study" (ELANA), conducted between 2010 and 2013 in four private schools and two public schools in the metropolitan area of Rio de Janeiro. The ELANA consisted of two cohorts of adolescents: one from students who were attending the 6th grade of middle school in 2010, evaluated annually by 2013, and another of students who attended the 1st year of high school in 2010 followed annually by 2012[19]. This study uses data from the cohort of middle school.

All adolescents attending the 6th grade in 2010 were invited to participate in the study. Those who had physical disabilities that prevented the anthropometric measurement, pregnant women or nursing mothers and adolescents who were in drug treatment for obesity were considered ineligible for the study. The ELANA Cohort was approved by the Ethics Committee in Research of the Institute of Social Medicine of the State University of Rio de Janeiro (certificate number 0020.0.259.000-09). The participation in the study was voluntary and written informed consent from parents was obtained.

Anthropometric and body composition assessment

The collection of anthropometric data and body composition was performed by previously trained staff according to protocols proposed by Lohman et al[20] and standardized according to Habicht[21] criteria at baseline, and according to Norton & Olds[22], calculating the technical error of measurement, in the other phases of the study.

Body weight was obtained by portable electronic scale, platform type (Kratos®), with a maximum capacity of 180 kg and variation of 50 g. Considering the high accuracy of the scale, the measurement was performed only once. Height was obtained through portable stadiometer (Alturexata®), with an amplitude of 213 cm and a 0.1 cm variation, mounted on its own base and supported on a flat vertical surface, without ripples or footers. Students were barefoot, standing upright, with the spine leaning towards the center of anthropometer ruler, with their heels together and flat on the anthropometer and the head in the horizontal plane Frankfürt[23], unadorned or hairstyle. Two measures were taken, admitting a maximum variation

of 0.5 cm between the two measurements. The average between the two values was used in the analysis.

Body mass index (BMI) was calculated from weight and height measures (kg/m²). Weight status was classified according to BMI sex- and age-specific cutoff points[24], and grouped into two categories: not overweight (thinness and normal weight) and overweight (overweight and obesity).

Waist circumference was measured at the lower trunk circumference with a measuring tape of 150 cm and variation of 0.1 cm, with the teenager standing with relaxed abdomen, feet together and weight divided into both legs[25]. We calculated the mean of two measures, accepting a maximum variation of 1 cm between both and repeating the two measures if difference exceeded this value.

The assessment of body composition was performed by bioelectrical impedance analysis (BIA), using the body fat analyzer RJL System. Four electrodes were placed in two hands and two feet. Appropriate equation for age was used to estimate body fat free mas[26]. Then, fat mass was obtained by difference, and body fat percentage was estimated by the equation: $\frac{\text{Body weight (kg)} - \text{fat free mass (kg)}}{\text{Body weight (kg)}} \times 100$.

For both sexes, waist circumference and body fat percentage were transformed into z-scores (standardized residuals) by regression analysis, using age as independent variable. When z-scores were above 1, waist circumference and body fat percentage were considered as high.

Sedentary behavior assessment

TV viewing was assessed by two questions. The first was "Do you watch television?", with five response options: (1) never or almost never, (2) 1 to 2 times a week (3), 3 to 4 times a week (4), 5 to 6 times per week, and (5) daily. The second question was "In general, how many hours a day do you watch TV?", and students were instructed to round the value to the decimal to be 0 or 5. For example, 5.0 or 5.5.

The intervals were converted into days per week as follows: (1) = 0 days; (2) = 1.5 day: (3) = 3.5 days; (4) = 5.5 days; (5) = 7 days. The average television time, in minutes per day, was calculated using the formula: $\frac{[(\text{days per week}) \text{ x } (\text{hours per day})] \text{ x } 60}{7}$.

Physical activity assessment

The short version of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) was used to estimate the level of physical activity of the participants. Data were processed according to the manual proposed by the IPAQ group[27]. The practice of moderate and vigorous physical activity, in minutes per day, was considered for the analysis.

Food intake assessment

A food frequency questionnaire (FFQ) adapted from developed FFQ validated for adolescents[28], was used in the ELANA cohort. The FFQ adapted to ELANA had 72 food items. The adaptation of the original questionnaire did not affect estimates of nutrients, since the correlation coefficients for the average consumption estimated by the three-day food diary and the ELANA FFQ did not differ from those observed in the original FFQ validation study [29]. ELANA's FFQ comprised food consumption in the last three months, with eight response options: less than 1 time per month or never; 1 to 3 times per month; 1 time per week; 2 to 4 times per week; 5 to 6 times per week; 1 time per day; 2 to 3 times per day; four times per day, or more. Reported consumption was later transformed into daily frequency by applying weights, assuming weight 1.0 for the answer "1 time per day" and proportional weights to all other options. Standard portions used on the validated FFQ[28] were applied to estimate food intake in grams per day.

In case of missing data for the food items of interest among the participants who answered the FFQ, multiple imputation was performed, using gender, type of school, BMI and age as indicators variables, in addition to all other FFQ items. Assuming a missing-at-random pattern[30], 10 sets of imputed data were created using the Markov chain Monte Carlo estimation method. For each food item that would compose "Sugar-sweetened beverages" and "fruits and vegetables" variables, the set of imputed data that more resembled the percentage distribution of the FFQ categories in original data was chosen to estimate consumption in grams per day.

SSB consumption in grams per day was achieved through the sum of industrialized fruit juice, tea ready to drink, soda and guaraná drink consumptions. FV daily consumption was composed by summing the consumption of all fruits and vegetables listed in the FFQ: banana, orange, tangerine, papaya, strawberry, pineapple, apple, guava, lettuce, cress, cauliflower, broccoli, cabbage, kale, chayote, beets, carrots and tomatoes.

Statistical analysis

Before starting the cluster analysis, Pearson's correlations among moderate and vigorous physical activity (minutes/day), TV viewing (minutes/day), SSB, and FV consumption (both in grams/day) were calculated in order to confirm the absence of multi-collinearity. After transforming EBRBs variables into sex-specific z-scores, univariate outliers were excluded, removing from dataset values above or below three SD from the mean; also, multivariate outliers (individuals with high Mahalanobis values) were left out the cluster analysis. In order to identify clusters with similar EBRBs, a combination of hierarchical and non-hierarchical clustering analysis[31] was applied stratifying by gender, due to the difference in physical activity between boys and girls in our sample.

Hierarchical cluster analysis was carried out using Ward's method based on Euclidean distances to identify the cluster solutions, which were subsequently used as starting seeds in a non-hierarchical k-means cluster analysis, in order to better fit the initial solution. Stability of cluster solution was examined by randomly splitting the sample in halves and repeating the full procedure to each half, and then comparing these new clusters with the whole sample. The agreement was calculated by Cohen's kappa (both >0.920 in our sample).

ANOVA (with post hoc Bonferroni correction) was performed to identify differences in age, body mass index, waist circumference, body fat percentage and EBRBs according to the identified clusters. To investigate differences in type of school attended (used as a proxy of socioeconomic status) and adiposity indicators among clusters, chi-square test was performed, calculating the chi-square partition where applicable.

In order to assess the effect of clusters membership on rate of change for BMI, waist circumference and body fat percentage, we performed linear mixed effect models, through *Proc Mixed* command, of the *Statistical Analysis System* (SAS), version 9.3 *(SAS, Institute Inc, Cary, NC)*. This models allow incomplete data tracking, being also possible the estimation of fixed effects common to individuals belonging to the same group, as well as random effects, specific to each individual, through structures of variance and covariance[32]. An interaction term, composed of age (used as a time effect) and clusters membership, was used to identify differences between changes in anthropometric measurements and body fat percentage over time. The null hypothesis is that differences on trajectories among clusters would be constant over time. For this analysis, we assumed an unstructured variance-covariance pattern[33]. Trajectories analyzes were adjusted by type of school attended and sexual maturation at baseline.

Odds of presenting overweight, high waist circumference and high body fat percentage at baseline or at the end of follow-up according to clusters membership were obtained through logistic regression analyzes, adjusted for the type of school attended. To estimate the associations between cluster membership and excessive gains in body weight, waist circumference and body fat percentage, we assessed the conditional relative gain in each of these variables by regressing z-score measures at the last evaluation on all previous z-score measures and sexual maturation[34]. For example, conditional relative weight gain was derived from a regression of BMI z-score at the end of follow-up on all previous z-scores of BMI and all sexual maturation stages from 2010 to 2013. Residual values were then distributed in z-scores and those greater than 1 z-score were classified as excessive gains. Logistic regression analyzes considering the end of follow-up comprised 50% of the sample, due to losses to follow-up.

Results

Of the 809 students who participated in baseline, 774 had complete data on dietary intake, physical activity and TV viewing, and were considered in the analysis. After transforming the EBRBs variables in z-scores, univariate and multivariate outliers were excluded, and 737 students composed the clusters analysis. Five other students were excluded because they did not have any anthropometric measure during the cohort.

Cluster analysis resulted in a four clusters solution with similar characteristics for both sexes, although cluster mean values differed, between sexes: Cluster 1 ("Neutral") presented average z-scores to all EBRBs for boys and, for girls, presented low z-scores to MVPA, TV viewing and SSB consumption, with average FV consumption; Cluster 2 ("Sedentary") had the higher z-score to TV viewing and average z-scores to other behaviors, for both sexes; Cluster 3 ("Mixed") presented high z-scores of SSB and FV consumption (being higher for boys), with average practice of MVPA and TV viewing; Cluster 4 ("Active") was characterized by high time spent on MVPA, with average z-scores to TV viewing and the consumption of SSB and FV. Final cluster centers and labels are presented in **Figure 1**.

Comparing sociodemographic, anthropometric and body composition data at baseline of adolescents who attended only the first phase of ELANA and those who participated in two or more data collection (**Table 1**), we observed that the loss to follow-up was greater in public school students. In addition, median age was higher among participants of only one phase of ELANA compared to participants in two or more phases (11.9 years *vs.* 11.4 years, $p<0.001$).

There was no difference in gender distribution, BMI, waist circumference, TV viewing, physical activity and the intake of SSB and FV between only-baseline and two or more phase's participants.

Mean values of EBRBs, demographic and anthropometric data in the final clusters are presented in **Table 2**, for both boys and girls. The mixed cluster included significantly older boys than neutral and sedentary clusters. The body fat percentage in the active cluster was considerably lower than in neutral and sedentary clusters for boys, while age and anthropometric factors did not differ among clusters for girls. Physical activity, in minutes per day of moderate and vigorous activity, was three to five times higher in the active cluster, for boys and girls, than in others clusters. Adolescents in neutral cluster presented the lowest time of TV viewing, and those on sedentary cluster had a mean time of seven hours spent on TV viewing per day. Estimated SSB consumption was considerably high even for adolescents in the neutral cluster, being three to five times higher in mixed cluster. In the same way, the estimated fruits and vegetables consumption was significantly higher in mixed cluster, compared to others.

Table 3 presents the percentage of adolescents in each cluster, according to socio-demographic and anthropometric factors. We observed significant difference in the proportion of boys (66.3%) and girls (33.7%) in the active cluster. Among boys, the neutral cluster was mainly represented by students from private schools (71.5%), while the mixed cluster comprised significantly more public school students (68.0%) than the others. Moreover, the sedentary cluster presented the highest proportion of overweight boys (56.6%) when compared to the other three clusters. No differences between clusters were observed for girls.

Trajectories of BMI, waist circumference and body fat percentage did not differ according to clusters membership, both for boys and girls. However, boys in the active cluster presented the highest BMI values and the lowest body fat percentage values during the follow-up, while those in the sedentary cluster had the highest waist circumference compared to boys in others clusters (**Figure 2)**.

Associations among the identified clusters and adiposity indicators were performed through logistic regression analyzes with estimated odds ratio of presenting overweight, excessive abdominal or total body fat on baseline or the end of follow-up, as well as excessive gain in weight, abdominal fat or total body fat after four years of follow-up. The neutral cluster was chosen as reference, and all analyzes were adjusted for the type of school attended. We observed that boys in the sedentary cluster had higher odds of having body fat percentage >1

z-score at the end of follow-up (OR = 3.18; 95% CI = 1.43 – 7.10), as well as excessive weight gain after four years (OR = 2.92; 95% CI = 1.04 – 8.20). On the other hand, girls in the active cluster had higher odds of presenting waist circumference >1 z-score at the end of follow-up (OR = 2.87; 95% CI = 1.01 - 8.16) (**Table 4**).

Discussion

In the present study, it was possible to identify four reliable clusters of EBRBs for boys and girls that composed the baseline of the "Adolescent Nutritional Assessment Longitudinal Study" cohort, conducted in the metropolitan area of Rio de Janeiro, Brazil. None of the clusters showed clearly healthy or unhealthy trends for all EBRBs included in the analysis, in agreement with other similar studies[11,35]. These findings express the complex relationship between EBRBs, showing that healthy and unhealthy lifestyle behaviors can coexist within populations and individuals.

Our main findings are that boys in the active cluster had less amount of abdominal fat at baseline, while boys in the sedentary cluster presented a higher prevalence of overweight at baseline, were more likely to have a high body fat percentage at the end of follow-up and to experience excessive weight gain at the end of four years. Some other studies that assessed the relationship between clustering of EBRBs and adiposity indicators presented similar results. In a sample of 5,284 European children aged 10-12 years old, Fernández-Alvira et al. [35] also observed the lowest proportion of overweight and obese boys among those in the active cluster, while the highest proportion were among the short sleepers inactive pattern. In a cross-sectional study conducted with 12,538 11-year-old boys and girls from nine European countries, watching TV for two or more hours per day was independently associated with overweight, and clusters defined by high TV viewing for girls and high sedentary behaviors for boys presented the highest odds of being overweight[12]. Among European children aged 2-9 years old, boys in the cluster characterized by high sedentary activities were the most likely to present high BMI and waist circumference, both defined as greater than 1 z-score of the study sample[15].

In the same way occurred with our sample, results of the British Birth Cohort of 1958 show that physical activity at 11 years old had no effect in BMI trajectories. However, being active in later adolescence was related to a faster gain in BMI for boys and a lower rate of gain for girls [36]. Similarly, among 1,609 children followed from first to sixth grade in Taiwan, a "persistently obese" BMI trajectory was associated with lower frequency of after-school

physical activity for boys, while overweight and obesity trajectories were associated with persistently high TV viewing for girls over five years[37]. In Australia, 2,411 participants followed up over 15 years have shown that those who presented an increase in TV viewing over adolescence and females who had consistently lower levels of TV viewing presented lower body fat percentage compared to males and females presenting consistently high TV viewing[38].

Longitudinally, with data from 556 German adolescents aged 11-17 years old, Spengler et al.[17] observed that the cluster defined as “very high media use” presented the highest increase in overweight percentage six years after the baseline, especially for boys. Also, members of this cluster were more likely to change weight status from normal weight to overweight over six years, compared to those in the active cluster. In a sample of 210 Australian children and adolescents, those in the 'energy-dense consumers who watch TV' cluster at baseline had higher odds of being overweight or obese after three years[18].

Among girls, the relationship between clusters of EBRBs and adiposity indicators was not so clear in our study, although those in the active cluster had increased odds of having a high waist circumference at the end of follow-up. One possible explanation for this result could be that the few girls (n=34; 9.9% of all girls) identified as “Active” at baseline may not have kept the practice of significant moderate-to-vigorous physical activity in the following years, since active children who decrease MVPA practice with age seems to be more likely to become obese at adulthood than those consistently active[39]. Furthermore, younger adolescents are more likely to practice physical activity than the older ones, and girls tend to be less active than boys across adolescence[4,40].

Cluster membership has been significantly associated with gender, given that 66% of students identified in cluster 4 (Active) were boys. Similarly, other studies that assessed clusters of EBRBs have also found a higher proportion of boys in high physical activity clusters[12,41–44]. This finding support a consistent trend observed worldwide[4,45], including Brazil[46], that girls are less active than boys. Specifically in Brazil, in a recent multicenter cross-sectional study conducted with 74,589 adolescents, the prevalence of physical inactivity was significantly higher in girls (70.7%), compared to boys (38.0%), being this condition also associated with age and low socioeconomic status[46].

Moreover, among boys, cluster membership were associated with socioeconomic status. Cluster 1 (“Neutral”), represented by low physical activity, low time of TV viewing and low consumption of SSB and FV, was mainly composed by those attending private schools, and cluster 3 (“Mixed”), characterized by significant consumption of both SSB and FV, had a

higher proportion of adolescents in public schools. In the context of our country, the type of school attended has been an important indicator of the socioeconomic status in health-related studies[47,48]. In European[15] and Australian[49] children, lower SES was also related with clusters featured by high consumption of SSB, and energy-dense foods and drinks, respectively.

It is important to notice that only adolescents in the active cluster meet the recommendations of ≥ 1 hour per day of MVPA[50]. Furthermore, in all defined clusters, adolescents presented an expressive time of TV viewing that, added to other indicators of sedentary behaviors, as computers and videogames usage, could easily exceed the established threshold for media time (2 hours per day) that has been associated with overweight and obesity in this age group[51].

This study is subject to some limitations. Significant loss to follow-up has compromised particularly the excessive gain analyzes, which only took into account half of the initial sample, and it is possible that missing data have introduced bias, since follow-up rates were lower for public schools students. However, there was no difference in gender distribution, anthropometric variables and EBRBs between only-baseline and two or more phase's participants. Moreover, logistic regressions were performed with adjustments for type of school attended, to minimize its influence. It should also be considered that data from diet, physical activity and TV viewing are based on self-reported questionnaires, which may impair data quality through its subjective nature, although we used validated age-specific questionnaires that were used in other epidemiological studies, in order to work around this question. Food consumption tend to be overestimated when assessed by food frequency questionnaires, but it is possible to rank adolescents in terms of energy and nutrient intakes[52]. Furthermore, using only TV viewing as an indicator of sedentary behavior may not necessarily reflect overall sedentary time and could underestimate the effect of sedentary behaviors. Nevertheless, TV viewing has been used to represent sedentary behaviors in many studies, showing a strong association with obesity in children and adolescents[53].

Cluster analysis is a good method to identify groups with similar behaviors, which might be useful to develop tailored interventions to prevent obesity. To the authors' knowledge, this is the first study to explore clusters of EBRBs and prospectively addressing its association with adiposity indicators in Brazilian adolescents. Boys presenting a higher time of TV viewing were more likely to have high body fat percentage at follow-up, and to experience an excessive weight gain over four years. Our findings provide evidence to support the great concern around sedentary behaviors worldwide[54], but further greater longitudinal studies are required to access

the effects of EBRBs on adiposity indicators, in order to guide more effective interventions that account for diversity of lifestyles.

References

1. Ng M, Fleming T, Robinson M, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2014;384(9945):766-781.
2. Rokholm B, Baker JL, Sørensen TIA. The levelling off of the obesity epidemic since the year 1999--a review of evidence and perspectives. *Obes Rev*. 2010;11(12):835-46.
3. Wabitsch M, Moss A, Kromeyer-Hauschild K. Unexpected plateauing of childhood obesity rates in developed countries. *BMC Med*. 2014;12(1):17.
4. Currie C, Zanotti C, Morgan A, et al., eds. *Social Determinants of Health and Well-Being among Young People. Health Behaviour in School-Aged Children (HBSC) Study*. Copenhagen: World Health Organization; 2012.
5. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa de Orçamentos Familiares: 2008-2009. Antropometria E Estado Nutricional de Crianças, Adolescentes E Adultos No Brasil*. Rio de Janeiro; 2010.
6. Blüher S, Molz E, Wiegand S, et al. Body mass index, waist circumference, and waist-to-height ratio as predictors of cardiometabolic risk in childhood obesity depending on pubertal development. *J Clin Endocrinol Metab*. 2013;98(8):3384-3393.
7. Pereira PF, Serrano HMS, Carvalho GQ, et al. Body fat location and cardiovascular disease risk factors in overweight female adolescents and eutrophic female adolescents with a high percentage of body fat. *Cardiol Young*. 2012;22(2):162-9.
8. Juonala M, Magnussen CG, Berenson GS, et al. Childhood adiposity, adult adiposity, and cardiovascular risk factors. *N Engl J Med*. 2011;365(20):1876-85.
9. Ross SE, Flynn JI, Pate RR. What is really causing the obesity epidemic? A review of reviews in children and adults. *J Sports Sci*. 2016;34(12):1148-53.
10. Must A, Barish EE, Bandini LG. Modifiable risk factors in relation to changes in BMI and fatness: what have we learned from prospective studies of school-aged children? *Int J Obes (Lond)*. 2009;33(7):705-15.
11. Leech RM, McNaughton SA, Timperio A. The clustering of diet, physical activity and sedentary behavior in children and adolescents: a review. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2014;11(1):4.
12. te Velde SJ, De Bourdeaudhuij I, Thorsdottir I, et al. Patterns in sedentary and exercise behaviors and associations with overweight in 9-14-year-old boys and girls--a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2007;7(1):16.
13. Landsberg B, Plachta-Danielzik S, Lange D, Johannsen M, Seiberl J, Müller MJ. Clustering of lifestyle factors and association with overweight in adolescents of the Kiel Obesity Prevention Study. *Public Health Nutr*. 2010;13(10A):1708-15.
14. Cuenca-García M, Huybrechts I, Ruiz JR, et al. Clustering of multiple lifestyle behaviors and health-related fitness in European adolescents. *J Nutr Educ Behav*. 2013;45(6):549-57.
15. Santaliestra-Pasías AM, Mouratidou T, Reisch L, et al. Clustering of lifestyle behaviours and relation to body composition in European children. The IDEFICS study. *Eur J Clin Nutr*. June 2015.

16. Boone-Heinonen J, Gordon-Larsen P, Adair LS. Obesogenic clusters: multidimensional adolescent obesity-related behaviors in the U.S. *Ann Behav Med*. 2008;36(3):217-30.
17. Spengler S, Mess F, Schmocker E, Woll A. Longitudinal associations of health-related behavior patterns in adolescence with change of weight status and self-rated health over a period of 6 years: results of the MoMo longitudinal study. *BMC Pediatr*. 2014;14:242.
18. Leech RM, McNaughton SA, Timperio A. Clustering of diet, physical activity and sedentary behaviour among Australian children: cross-sectional and longitudinal associations with overweight and obesity. *Int J Obes*. 2015;39(7):1079-1085.
19. Moreira NF, Sichieri R, Reichenheim ME, Oliveira ASD De, Veiga GV Da. The associations of BMI trajectory and excessive weight gain with demographic and socio-economic factors: the Adolescent Nutritional Assessment Longitudinal Study cohort. *Br J Nutr*. 2015;114(12):2032-2038.
20. Lohman TG, Martorell R. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign, IL; 1988.
21. Habicht J-P. Estandarizacion de metodos epidemiológicos cuantitativos sobre el terreno. *Bol Sanit PAnam*. 1974;75(5):375-84.
22. Pederson D, Gore C. Error en la medición antropométrica. In: Norton K, Olds T, eds. *Antropometrica*. Argentina: Biosystem Servicio Educativo; 2000:61-70.
23. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, eds. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign: Human Kinetics Books; 1988:3-8.
24. de Onis M. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ*. 2007;85(09):660-667.
25. Callaway CW, Chumlea WC, Bouchard C, Himes JH, Lohman TG. Circumferences. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, eds. *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign: Human Kinetics Book; 1988:39-54.
26. Houtkooper LB, Going SB, Lohman TG, Roche AF, Van Loan M. Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study. *J Appl Physiol*. 1992;72(1):366-73.
27. International Physical Activity Questionnaire. IPAQ scoring protocol. 2005:15.
28. Araujo MC, Yokoo EM, Pereira RA. Validation and calibration of a semiquantitative food frequency questionnaire designed for adolescents. *J Am Diet Assoc*. 2010;110(8):1170-7.
29. de Moraes AB de V. Consumo de cálcio e de laticínios e adiposidade : um estudo longitudinal em adolescentes. 2015.
30. Fitzmaurice GM, Laird NM, Ware JH. Missing data and dropout: Multiple Imputation and Weighting Methods. In: Fitzmaurice GM, Laird NM, Ware JH, eds. *Applied Longitudinal Analysis*. 2nd ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons; 2011:515-550.
31. Gore PA. CLuster Analysis. In: Tinsley HEA, Brown SD, eds. *Handbook of Applied Multivariate Statistics and Mathematical Modeling*. San Diego, CA: Academic Press; 2000:297-321.
32. Spyrides MHC, Struchiner CJ, Barbosa MTS, Kac G. Análise de dados com medidas repetidas. In: Kac G, Sichieri R, Gigante DP, eds. *Epidemiologia Nutricional*. Rio de Janeiro: Fiocruz e Atheneu; 2007:245-260.
33. Fitzmaurice GM, Laird NM, Ware JH. Longitudinal and clustered data. In: Fitzmaurice GM, Laird NM, Ware JH, eds. *Applied Longitudinal Analysis*. 2nd ed. Hoboken, New Jersey: Jonh Willey and Sons; 2011:1-18.
34. Adair LS, Fall CHD, Osmond C, et al. Associations of linear growth and relative weight gain during early life with adult health and human capital in countries of low and middle

income: findings from five birth cohort studies. *Lancet*. 2013;382(9891):525-34.
35. Fernández-Alvira JM, De Bourdeaudhuij I, Singh AS, et al. Clustering of energy balance-related behaviors and parental education in European children: the ENERGY-project. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2013;10(1):5.
36. Parsons TJ, Manor O, Power C. Physical activity and change in body mass index from adolescence to mid-adulthood in the 1958 British cohort. *Int J Epidemiol*. 2006;35(1):197-204.
37. Lin L-J, Chang H-Y, Luh D-L, Hurng B-S, Yen L-L. The Trajectory and the Related Physical and Social Determinants of Body Mass Index in Elementary School Children: Results from the Child and Adolescent Behaviors in Long-Term Evolution Study. *J Obes*. 2014;2014:1-9.
38. McVeigh J, Smith A, Howie E, Straker L. Trajectories of Television Watching from Childhood to Early Adulthood and Their Association with Body Composition and Mental Health Outcomes in Young Adults. *PLoS One*. 2016;11(4):e0152879.
39. Kwon S, Janz KF, Letuchy EM, Burns TL, Levy SM. Active lifestyle in childhood and adolescence prevents obesity development in young adulthood. *Obesity (Silver Spring)*. 2015;23(12):2462-9.
40. Olds T, Wake M, Patton G, et al. How do school-day activity patterns differ with age and gender across adolescence? *J Adolesc Health*. 2009;44(1):64-72.
41. Seghers J, Rutten C. Clustering of multiple lifestyle behaviours and its relationship with weight status and cardiorespiratory fitness in a sample of Flemish 11- to 12-year-olds. *Public Health Nutr*. 2010;13(11):1838-46.
42. Ottevaere C, Huybrechts I, Benser J, et al. Clustering patterns of physical activity, sedentary and dietary behavior among European adolescents: The HELENA study. *BMC Public Health*. 2011;11(1):328.
43. Marshall SJ, Biddle SJH, Sallis JF, McKenzie TL, Conway TL. Clustering of Sedentary Behaviours and Physical Activity Among Youth. *Med Sci Sport Exerc*. 2002;34(5):129.
44. Jago R, Fox KR, Page AS, Brockman R, Thompson JL. Physical activity and sedentary behaviour typologies of 10-11 year olds. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2010;7(1):59.
45. Ruiz JR, Ortega FB, Martínez-Gómez D, et al. Objectively measured physical activity and sedentary time in European adolescents: the HELENA study. *Am J Epidemiol*. 2011;174(2):173-84.
46. Cureau FV, Silva TLN da, Bloch KV, et al. ERICA: leisure-time physical inactivity in Brazilian adolescents. *Rev saúde pública*. 2016;50 Suppl 1.
47. Ferreira HS, Lúcio GMA, Assunção ML, et al. High Blood Pressure among Students in Public and Private Schools in Maceió, Brazil. Kokubo Y, ed. *PLoS One*. 2015;10(11):e0142982.
48. Araújo C, Toral N, Silva ACF da, Velásquez-Melendez G, Dias AJR. Estado nutricional dos adolescentes e sua relação com variáveis sociodemográficas: Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE), 2009. *Cien Saude Colet*. 2010;15:3077-3084.
49. Leech RM, McNaughton SA, Timperio A. Clustering of children's obesity-related behaviours: associations with sociodemographic indicators. *Eur J Clin Nutr*. 2014;68(5):623-8.
50. U.S. Department of Health and Human Services. *2008 Physical Activity Guidelines for Americans*. Washington DC; 2008.
51. Committee on Public Education. Children, Adolescents, and Television. *Pediatrics*. 2001;107(2):423-426.
52. Tabacchi G, Filippi AR, Amodio E, et al. A meta-analysis of the validity of FFQ targeted to adolescents. *Public Health Nutr*. 2016;19(07):1168-1183.
53. Tremblay MS, LeBlanc AG, Kho ME, et al. Systematic review of sedentary behaviour

and health indicators in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011;8(1):98.

54. Ekelund U, Ward HA, Norat T, et al. Physical activity and all-cause mortality across levels of overall and abdominal adiposity in European men and women: the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition Study (EPIC). *Am J Clin Nutr*. 2015;101(3):613-21.

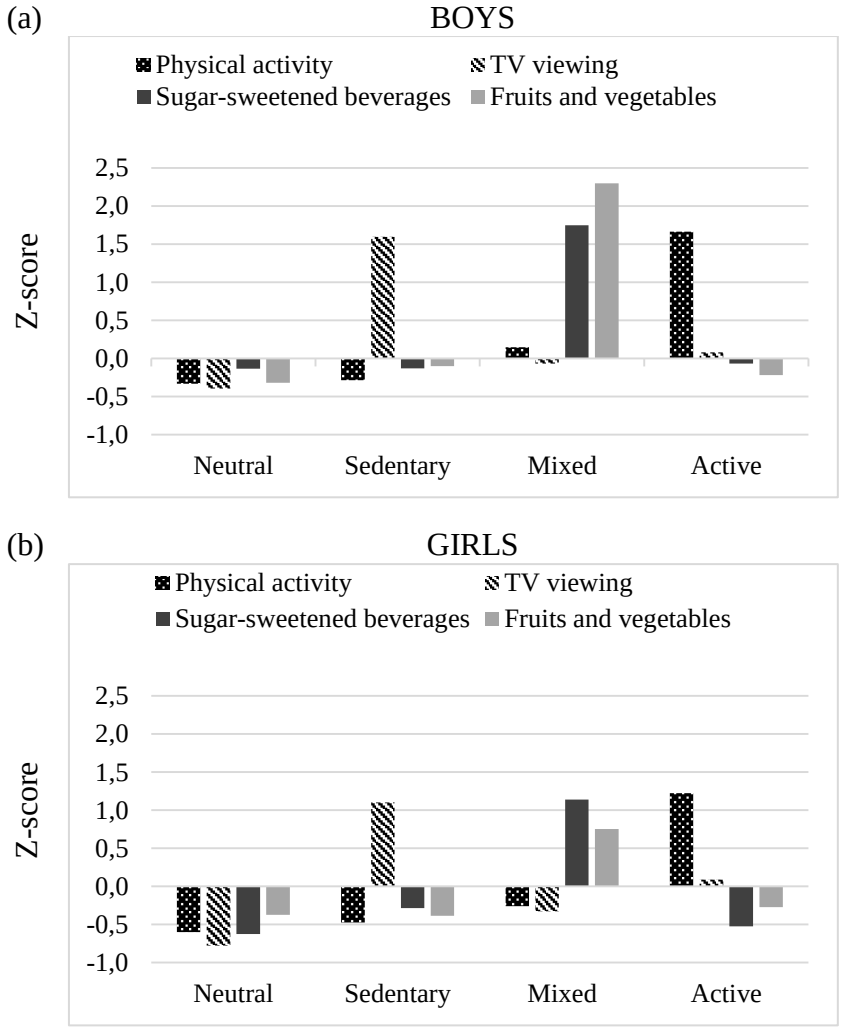


Figure 1: Mean z-scores of clusters on energy balance-related behaviors for (a) boys and (b) girls.

Table 1: Sociodemographic, anthropometric and behavioral characteristics of ELANA middle school cohort, according to their participation in at least two or only the first phase of the study. Rio de Janeiro, 2010-2013.

Characteristic	Only 1st phase n (%)	2 or more phases n (%)	p-value[a]
Gender			
Male	65 (59.6)	322 (51.7)	0.125
Female	44 (40.4)	301 (48.3)	
Type of school attended			
Public	53 (48.6)	213 (34.2)	**0.004**
Private	56 (51.4)	410 (65.8)	
Total (n)	109	623	
	Median (min – max)		**p-value[b]**
Age (years)	11.9 (10.0 – 19.1)	11. 4 (10.0-17.3)	**<0.001**
BMI (kg/m²)	18.5 (13.7 – 32.9)	19.5 (12.6 – 39.0)	0.440
WC (cm)	64.7 (54.4 – 95.1)	65.5 (50.6 – 102.3)	0.842
Body fat (%)	21.1 (4.0 – 40.2)	23.2 (4.0 – 43.1)	0.053[c]
TV viewing (min/day)	120 (0 – 540)	120 (0 – 540)	0.458
Moderate/vigorous physical activity (min/day)	34.3 (0 – 205.7)	34.3 (0 – 222.9)	0.878
Sugar-sweetened beverages (g/day)	560.0 (17.50 – 2579.6)	444.6 (0 – 2910.0)	0.286
Fruits and vegetables (g/day)	293.3 (0 – 2783.4)	256.0 (0 – 2706.6)	0.174

[a] Chi-square; [b] Mann-Whitney test; [c] Independent t test

%BF: mean (SD) = 21.8 (8.1) to only-baseline participants and 23.3 (7.7) to those participating in two or more phases.

Table 2: Descriptive analysis (mean and 95% CI) of demographic, anthropometric and EBRBs in the final clusters

MALE	**C1 (Neutral) n=186**	**C2 (Sedentary) n=84**	**C3 (Mixed) n=50**	**C4 (Active) n=67**	**p-value***
Age (years)	11.8 [a] (11.6;11.9)	11.9 [a] (11.6;12.1)	12.5 [b] (12.1;12.9)	12.2 [ab] (11.9;12.5)	**0.001**
Body mass Index (kg/m²)	20.2 [a] (19.6;20.8)	20.9 [a] (20.0;21.8)	20.2 [a] (19.1;21.4)	19.5 [a] (18.6;20.4)	0.243
Body mass index (WHO z-score)	0.8 [a] (0.5;1.0)	1.0 [a] (0.7;1.3)	0.6 [a] (0.2;1.0)	0.4 [a] (0.1;0.8)	0.100
Waist circumference (cm)	68.7 [a] (67.3;70.2)	70.4 [a] (68.4;72.5)	68.1 [a] (65.6;70.6)	67.0 [a] (64.7;69.3)	0.177
Body fat percentage	22.6 [a] (21.5;23.7)	23.7 [a] (21.9;25.5)	20.6 [ab] (18.3;22.9)	19.1 [b] (17.1;21.1)	**0.002**
Physical activity (minutes/day)	37.3 [a] (33.6;41.0)	41.7 [a] (35.3;48.0)	48.0 [a] (34.5;61.5)	151.6 [b] (143.2;160.0)	**<0.001**
TV viewing (minutes/day)	109.9 [a] (99.9;119.8)	423.8 [b] (401.2;446.4)	166.9 [c] (127.0;206.8)	196.3 [c] (161.7;230.9)	**<0.001**
Sugary drinks consumption (grams/day)	485.2 [a] (423.8;546.6)	604.2 [ac] (494.4;714.0)	2095.1 [b] (1951.4;2238.8)	735.5 [c] (588.8;882.2)	**<0.001**
Fruits and vegetables consumption (grams/day)	310.6 [a] (257.6;363.7)	399.2 [a] (314.7;483.7)	1512.7 [b] (1263.1;1762.4)	406.1 [a] (309.6;502.7)	**<0.001**
FEMALE	**C1 (Neutral) n=173**	**C2 (Sedentary) n=78**	**C3 (Mixed) n=60**	**C4 (Active) n=34**	**p-value***
Age (years)	11.6[a] (11.5;11.8)	11.7 [a] (11.4;11.9)	11.8 [a] (11.5;12.0)	11.9 [a] (11.4;12.5)	0.306
Body mass Index (kg/m²)	19.9 [a] (19.3;20.5)	21.0 [a] (19.8;22.1)	19.4 [a] (18.4;20.5)	20.0 [a] (18.4;21.7)	0.165
Body mass index (WHO z-score)	0.5 [a] (0.3;0.7)	0.8 [a] (0.5;1.1)	0.3 [a] (-0.1;0.7)	0.5 [a] (-0.02;0.9)	0.181
Waist circumference (cm)	65.2 [a] (63.9;66.5)	67.7 [a] (65.3;70.0)	64.8 [a] (62.6;67.1)	66.1 [a] (62.4;69.8)	0.205
Body fat percentage	24.3 [a] (23.2;25.4)	25.6 [a] (23.9;27.2)	22.7 [a] (20.7;24.6)	24.6 [a] (22.3;26.9)	0.129
Physical activity (minutes/day)	30.5 [a] (26.9;34.0)	26.0 [a] (21.4;30.6)	41.1 [b] (32.7;49.5)	141.3 [c] (129.1;153.5)	**<0.001**
TV viewing (minutes/day)	90.0 [a] (80.4;99.7)	438.6 [b] (415.9;461.3)	159.9 [c] (124.4;195.4)	262.6 [d] (209.6;315.7)	**<0.001**
Sugary drinks consumption (grams/day)	444.6 [a] (386.9;502.3)	568.6 [a] (459.4;677.9)	1764.2 [b] (1602.9;1925.5)	386.1 [a] (277.7;494.4)	**<0.001**
Fruit and vegetables consumption (grams/day)	312.2 [a] (265.8;358.5)	310.1 [a] (223.1;397.2)	1418.2 [b] (1229.9;1606.4)	372.7 [a] (261.7;483.7)	**<0.001**

*ANOVA [a,b,c,d] Significant differences after Bonferroni correction. Means are different when they have different capitals.

Table 3: Percentage of students in each cluster, according to socio-demographic and anthropometric factors

TOTAL									
	C1 (Neutral)		C2 (Sedentary)		C3 (Mixed)		C4 (Active)		p-value
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Gender									
Male	186	51.8	84	51.9	50	45.5	**67**	**66.3**	**0.019**
Female	173	48.2	78	48.1	60	54.5	**34**	**33.7**	
MALE									
	C1 (Neutral)		C2 (Sedentary)		C3 (Mixed)		C4 (Active)		p-value
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Type of school									
Public	**53**	**28.5**	28	33.3	**34**	**68.0**	27	40.3	**< 0.001**
Private	**133**	**71.5**	56	66.7	**16**	**32.0**	40	59.7	
Weight status									
Normal weight	101	54.6	**36**	**43.4**	33	66.0	42	63.6	**0.030**
Overweight	84	45.4	**47**	**56.6**	17	34.0	24	36.4	
Waist circumference									
Adequate	153	83.2	65	78.3	42	84.0	58	87.9	0.485
Elevated	31	16.8	18	21.7	8	16.0	8	12.1	
Body fat percentage									
Adequate	152	83.5	63	75.9	42	85.7	58	89.2	0.167
Elevated	30	16.5	20	24.1	7	14.3	7	10.8	
FEMALE									
	C1 (Neutral)		C2 (Sedentary)		C3 (Mixed)		C4 (Active)		p-value
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Type of school									
Public	54	31.2	28	35.9	29	48.3	13	38.2	0.124
Private	119	68.8	50	64.1	31	51.7	21	61.8	
Weight status									
Normal weight	102	60.4	42	53.8	37	61.7	23	69.7	0.457
Overweight	67	39.6	36	46.2	23	38.3	10	30.3	
Waist circumference									
Adequate	144	85.7	61	78.2	54	90.0	26	78.8	0.203
Elevated	24	14.3	17	21.8	6	10.0	7	21.2	
Body fat percentage									
Adequate	137	81.5	62	79.5	50	84.7	26	78.8	0.856
Elevated	31	18.5	16	20.5	9	15.3	7	21.2	

In bold: $p<0.05$ on chi-square partition

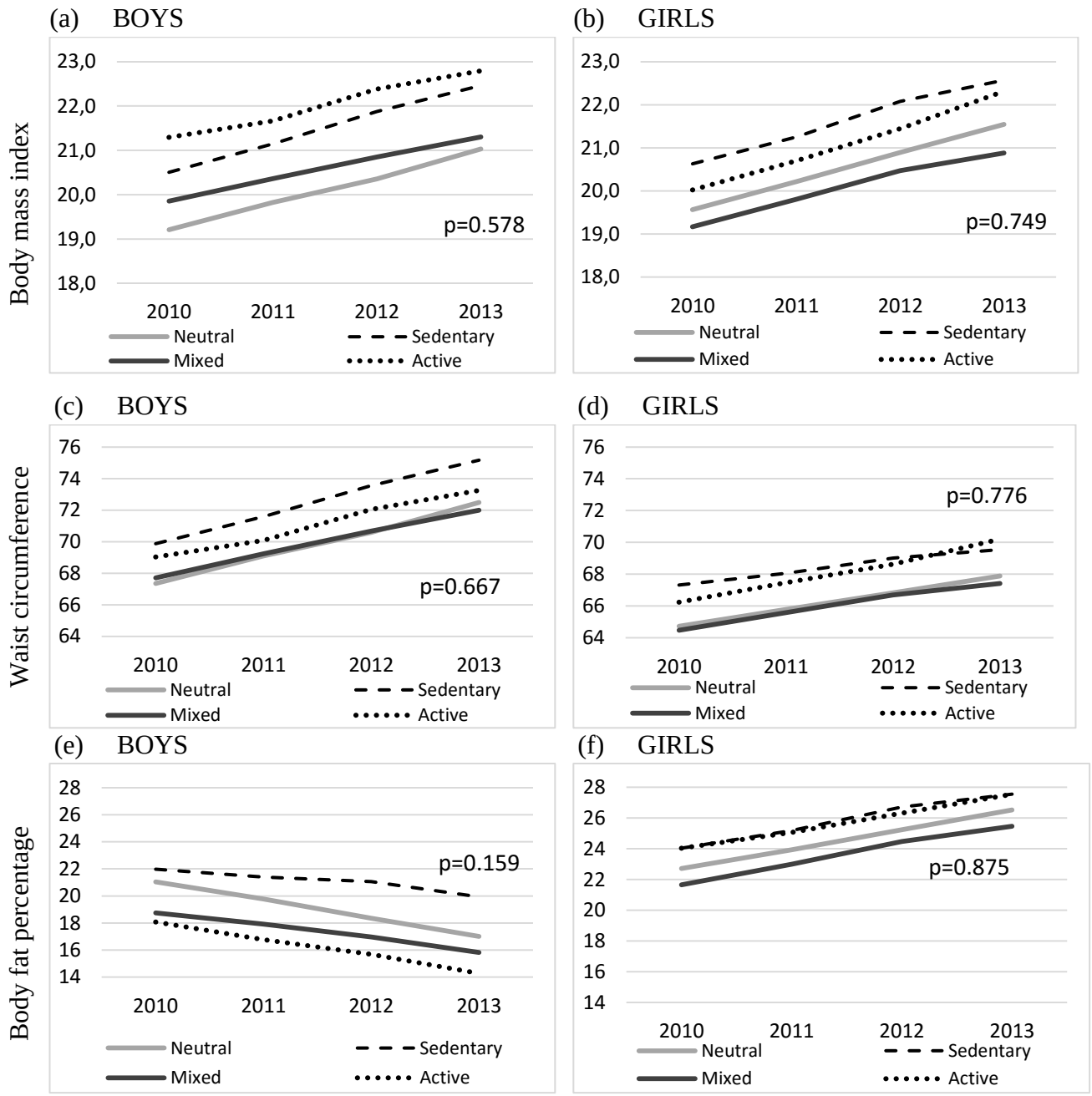


Figure 2: Predicted means, from 2010 to 2013, for BMI [(a) for boys; (b) for girls], waist circumference [(c) for boys; (d) for girls] and body fat percentage [(e) for boys; (f) for girls], according to clusters membership. All trajectories were adjusted by type of school attended and sexual maturity at baseline.

Table 4: Logistic regression analyzes for presenting overweight, high waist circumference and high body fat at baseline, end of follow-up and excessive gain in four years, by clusters membership (Reference: neutral cluster; adjusted by type of school)

MALE			
Measures in baseline	**C2 (Sedentary)]**	**C3 (Mixed)**	**C4 (Active)**
Overweight*	1.70 (0.99-2.92)	0.92 (0.46-1.84)	0.76 (0.42-1.39)
Waist circumference ≥ 1 z-score	1.39 (0.72-2.66)	1.07 (0.44-2.58)	0.71 (0.31-1.63)
Body fat percentage ≥ 1 z-score	1.64 (0.86-3.11)	0.97 (0.39-2.44)	0.64 (0.26-1.54)
Measures at the end of follow-up			
Overweight*	1.93 (0.98-3.80)	0.70 (0.21-2.37)	1.63 (0.74-3.59)
Waist circumference ≥ 1 z-score	1.58 (0.67-3.72)	1.65 (0.40-6.79)	1.10 (0.37-3.30)
Body fat percentage ≥ 1 z-score	**3.18 (1.43-7.10)**	1.15 (0.23-5.78)	1.50 (0.53-4.28)
Excessive gain §			
Excessive weight gain (BMI)	**2.92 (1.04-8.20)**	0.73 (0.08-6.67)	0.99 (0.19-5.03)
Excessive abdominal fat gain (WC)	1.39 (0.47-4.11)	0.45 (0.05-4.02)	0.69 (0.14-3.44)
Excessive body fat gain (%BF)	2.38 (0.96-5.92)	0.57 (0.11-2.95)	1.10 (0.32-3.81)
FEMALE			
Measures in baseline	**C2 (Sedentary)**	**C3 (Mixed)**	**C4 (Active)**
Overweight*	1.31 (0.76-2.26)	0.97 (0.53-1.79)	0.67 (0.30-1.49)
Waist circumference ≥ 1 z-score	1.66 (0.83-3.31)	0.64 (0.25-1.67)	1.60 (0.62-4.10)
Body fat percentage ≥ 1 z-score	1.15 (0.58-2.25)	0.82 (0.36-1.84)	1.20 (0.48-3.01)
Measures at the end of follow-up			
Overweight*	1.70 (0.81-3.59)	0.59 (0.23-1.48)	1.16 (0.45-2.99)
Waist circumference ≥ 1 z-score	1.75 (0.67-4.55)	0.21 (0.03-1.67)	**2.87 (1.01-8.16)**
Body fat percentage ≥ 1 z-score	1.29 (0.55-3.02)	0.23 (0.05-1.05)	1.29 (0.46-3.61)
Excessive gain §			
Excessive weight gain (BMI)	0.34 (0.07-1.59)	0.41 (0.09-1.93)	1.21 (0.36-4.09)
Excessive abdominal fat gain (WC)	0.70 (0.18-2.62)	0.86 (0.22-3.31)	2.65 (0.87-8.12)
Excessive body fat gain (%BF)	1.67 (0.63-4.40)	0.93 (0.28-3.09)	0.87 (0.23-3.31)

* Sex-specific BMI-for age > 1z-score (WHO, 2007)

§ Conditional relative gain > 1 z-score

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Devido ao aumento da prevalência de obesidade na adolescência e ao aumento do risco cardiovascular já nas primeiras décadas de vida, o acompanhamento do desenvolvimento e a investigação de fatores associados à obesidade nesta faixa etária têm recebido especial atenção na literatura científica. No entanto, ainda são escassos os estudos em que se buscou avaliar, em curtos intervalos de tempo, as mudanças de medidas antropométricas e de composição corporal na puberdade, bem como os hábitos de estilo de vida possivelmente relacionados a tais mudanças.

Com o presente estudo, foi possível observar que as trajetórias de medidas indicadoras de adiposidade e o ganho excessivo de peso e de gordura corporal se dão de forma distinta de acordo com o contexto socioeconômico em que o indivíduo está inserido. Principalmente para o sexo masculino, ter cor da pele branca mostrou-se associado ao ganho excessivo de peso e de percentual de gordura corporal, além de aumento mais acentuado no IMC ao longo dos quatro anos de acompanhamento. Entre as meninas, aquelas provenientes de escola privada apresentaram aumento mais expressivo no IMC, de 2010 a 2013. Tanto a cor da pele quanto a dependência administrativa da escola têm sido utilizadas na literatura científica brasileira como *proxy* de nível socioeconômico, e níveis mais elevados foram observados naqueles indivíduos de pele branca e provenientes de escolas privadas.

Em relação aos fatores comportamentais que podem influenciar no desenvolvimento do excesso de peso, nesta tese pudemos agrupar os adolescentes de acordo com sua prática de atividade física, tempo dedicado ao hábito de assistir à televisão, consumo de bebidas açucaradas e de frutas, legumes e verduras na linha de base.

Com os quatro agrupamentos obtidos, observamos que estes também guardavam relação significativa com variáveis socioeconômicas e demográficas: Entre meninos, o agrupamento neutro (1), caracterizado por baixa prática de todos os hábitos avaliados, foi mais frequente entre alunos de escolas privadas; O agrupamento misto (3), caracterizado por consumo elevado de bebidas açucaradas, frutas, legumes e verduras, foi representado por meninos significativamente mais velhos que os dois grupos anteriores, além de ter mais meninos de escolas públicas do que todos os outros.

Os hábitos de vida avaliados também apresentaram relação com as medidas indicadoras de adiposidade: o agrupamento sedentário (2), caracterizado por elevado tempo dedicado à televisão, continha o maior percentual de meninos com excesso de peso dentre os quatro agrupamentos. Do mesmo modo, meninos no agrupamento 2 apresentaram maior chance

de terem percentual de gordura corporal elevado ao fim do seguimento, bem como ganho excessivo de peso no quarto ano do estudo. O percentual de gordura corporal na linha de base foi menor entre meninos do agrupamento ativo (4), caracterizado pela prática de atividade física, quando comparados aos agrupamentos 1 e 3.

Desta forma, os resultados desta tese contribuem para o entendimento da etiologia do excesso de peso nesta faixa etária, principalmente para o sexo masculino, no contexto da região metropolitana do Rio de Janeiro. Entretanto, outros estudos longitudinais com maior tamanho amostral e tempo de realização, com repetidas avaliações das variáveis antropométricas, de composição corporal, socioeconômicas e de estilo de vida podem ser de grande importância para avaliar a dinâmica dos fatores que influenciam o desenvolvimento do excesso de adiposidade em adolescentes.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL JUNAIBI, A. et al. The prevalence and potential determinants of obesity among school children and adolescents in Abu Dhabi, United Arab Emirates. **International journal of obesity (2005)**, v. 37, n. 1, p. 68–74, jan. 2013.

AL-HAIFI, A. R. et al. Relative contribution of physical activity, sedentary behaviors, and dietary habits to the prevalence of obesity among Kuwaiti adolescents. **Food and nutrition bulletin**, v. 34, n. 1, p. 6–13, mar. 2013.

ALVAREZ, M. M. et al. Associação das medidas antropométricas de localização de gordura central com os componentes da síndrome metabólica em uma amostra probabilística de adolescentes de escolas públicas. **Arq Bras Endocrinol Metabol**, v. 52, n. 4, p. 649–657, 2008.

AMBROSINI, G. L. et al. Identification of a dietary pattern prospectively associated with increased adiposity during childhood and adolescence. **International journal of obesity (2005)**, v. 36, n. 10, p. 1299–305, out. 2012.

AMBROSINI, G. L. et al. Prospective associations between sugar-sweetened beverage intakes and cardiometabolic risk factors in adolescents. **The American journal of clinical nutrition**, v. 98, n. 2, p. 327–34, ago. 2013.

ANJOS, L. A. DOS; VEIGA, G. V. DA; CASTRO, I. R. R. DE. Distribuição dos valores do índice de massa corporal da população brasileira até 25 anos. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 3, n. 3, p. 164–173, mar. 1998.

ANJOS, L. A. Índice de massa corporal (massa corporal.estatura-2) como indicador do estado nutricional de adultos: revisão da literatura. **Revista de Saúde Pública**, v. 26, n. 6, p. 431–436, dez. 1992.

ANJOS, L. A.; WAHRLICH, V. Composição corporal na avaliação do estado nutricional. In: KAC, G.; SICHIERI, R.; GIGANTE, D. P. (Eds.). . **Epidemiologia Nutricional**. Rio de Janeiro: Fiocruz e Atheneu, 2007. p. 149–164.

ARAÚJO, C. et al. Estado nutricional dos adolescentes e sua relação com variáveis sociodemográficas: Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar (PeNSE), 2009. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 15, p. 3077–3084, out. 2010.

ARAUJO, M. C.; YOKOO, E. M.; PEREIRA, R. A. Validation and calibration of a semiquantitative food frequency questionnaire designed for adolescents. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 110, n. 8, p. 1170–7, ago. 2010.

ASHWELL, M.; GIBSON, S. Waist to height ratio is a simple and effective obesity screening tool for cardiovascular risk factors: Analysis of data from the British National Diet And Nutrition Survey of adults aged 19-64 years. **Obes Facts**, v. 2, n. 2, p. 97–103, 2009.

ASHWELL, M.; HSIEH, S. D. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. **International journal of food sciences and nutrition**, v. 56, n. 5, p. 303–7, 6 ago. 2005.

BANCEJ, C. et al. Evidence brief – Trends and projections of obesity among Canadians. **Health Promotion and Chronic Disease Prevention in Canada**, v. 35, n. 7, p. 109–112, 16 set. 2015.

BARBOSA FILHO, V. C.; DE CAMPOS, W.; LOPES, A. DA S. Epidemiology of physical inactivity, sedentary behaviors, and unhealthy eating habits among Brazilian adolescents: a systematic review. **Ciência & saúde coletiva**, v. 19, n. 1, p. 173–93, jan. 2014.

BARBOSA, K. B. F.; FRANCESCHINI, S. DO C. C.; PRIORE, S. E. Influência dos estágios de maturação sexual no estado nutricional, antropometria e composição corporal de adolescentes. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 6, n. 4, p. 375–382, 2006.

BARLOW, S. E. Expert committee recommendations regarding the prevention, assessment, and treatment of child and adolescent overweight and obesity: summary report. **Pediatrics**, v. 120 Suppl, n. Supplement_4, p. S164–92, 1 dez. 2007.

BARNETT, T. A. et al. Physical activity growth curves relate to adiposity in adolescents. **Annals of epidemiology**, v. 23, n. 9, p. 529–33, set. 2013.

BARROS, A. J. D. et al. Methods used in the 1982, 1993, and 2004 birth cohort studies from Pelotas, Rio Grande do Sul State, Brazil, and a description of the socioeconomic conditions of participants' families. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 24, p. s371–s380, 2008.

BARUFALDI, L. A. et al. Meta-analysis of the prevalence of physical inactivity among Brazilian adolescents. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 28, n. 6, p. 1019–1032, jun. 2012.

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

BENEDET, J. et al. Excesso de peso em adolescentes : explorando potenciais fatores de risco. **Rev Paul Pediatr**, v. 31, n. 2, p. 172–181, 2013.

BERKEY, C. S. et al. Sugar-Added Beverages and Adolescent Weight Change. **Obesity Research**, v. 12, n. 5, p. 778–788, maio 2004.

BICKHAM, D. S. et al. Characteristics of screen media use associated with higher BMI in young adolescents. **Pediatrics**, v. 131, n. 5, p. 935–41, 8 maio 2013.

BIDDLE, S. J. H. et al. Tracking of sedentary behaviours of young people: a systematic review. **Preventive medicine**, v. 51, n. 5, p. 345–51, nov. 2010.

BLÜHER, S. et al. Body mass index, waist circumference, and waist-to-height ratio as predictors of cardiometabolic risk in childhood obesity depending on pubertal development. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 98, n. 8, p. 3384–3393, ago. 2013.

BOND, S. Obesity in adolescence is associated with severe obesity in adulthood and worsening health problems. **Journal of midwifery & women's health**, v. 56, n. 2, p. 180–1, 2011.

BOONE, J. E. et al. Screen time and physical activity during adolescence: longitudinal effects on obesity in young adulthood. **The international journal of behavioral nutrition and**

physical activity, v. 4, p. 26, jan. 2007.

BOOTH, V. M.; ROWLANDS, A. V.; DOLLMAN, J. Physical activity temporal trends among children and adolescents. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 18, n. 4, p. 418–425, jul. 2015.

BOUTHOORN, S. H. et al. Development of socioeconomic inequalities in obesity among Dutch pre-school and school-aged children. **Obesity (Silver Spring, Md.)**, v. 22, n. 10, p. 2230–7, out. 2014.

BRITO, A. P. **Validade das fotografias de alimentos e de questionário de frequência de consumo de alimentos com suporte de imagens desenvolvidos para adolescentes**. [s.l.] Universidade Federal do Rio de Janeiro (Dissertação de mestrado), 2010.

BURDETTE, A. M.; NEEDHAM, B. L. Neighborhood environment and body mass index trajectories from adolescence to adulthood. **The Journal of adolescent health : official publication of the Society for Adolescent Medicine**, v. 50, n. 1, p. 30–7, jan. 2012.

CABALLERO, A. E. et al. Overweight Latino children and adolescents have marked endothelial dysfunction and subclinical vascular inflammation in association with excess body fat and insulin resistance. **Diabetes Care**, v. 31, n. 3, p. 576–582, 2008.

CAFRUNI, C. B.; VALADÃO, R. D. C. D.; DE MELLO, E. D. Como Avaliar a Atividade Física? **Revista Brasileira de Ciências da Saúde - USCS**, v. 10, n. 33, 3 dez. 2012.

CALLAWAY, C. W. et al. Circumferences. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. (Eds.). . **Anthropometric Standardization Reference Manual**. Champaign: Human Kinetics Book, 1988. p. 39–54.

CARDOSO, L. DE O. et al. Fatores socioeconômicos, demográficos, ambientais e comportamentais associados ao excesso de peso em adolescentes: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 12, n. 3, p. 378–403, set. 2009.

CARMO, M. B. DO et al. Consumo de doces, refrigerantes e bebidas com adição de açúcar entre adolescentes da rede pública de ensino de Piracicaba, São Paulo. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 9, n. 1, p. 121–130, mar. 2006.

CARRIERE, C. et al. Dietary behaviors as associated factors for overweight and obesity in a sample of adolescents from Aquitaine, France. **Journal of physiology and biochemistry**, v. 69, n. 1, p. 111–8, mar. 2013.

CASPERSEN, C. J.; POWELL, K. E.; CHRISTENSON, G. M. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. **Public health reports (Washington, D.C. : 1974)**, v. 100, n. 2, p. 126–31, jan. 1985.

CHELALA, C. A. **La salud de los adolescentes y los jóvenes en las Américas: escribiendo el futuro.** Washington, D.C.: [s.n.].

CHIARA, V. L. et al. Correlação e concordância entre indicadores de obesidade central e índice de massa corporal em adolescentes. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 12, n. 3, p. 368–377, set. 2009.

CHINAPAW, M. J. M. et al. Relationship between young peoples' sedentary behaviour and biomedical health indicators: a systematic review of prospective studies. **Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 12, n. 7, p. e621–32, jul. 2011.

CHIPKEVITCH, E. **Puberdade e adolescência: aspectos biológicos, clínicos e psicossociais**. São Paulo: Roca, 1995.

CHIVERS, P. et al. Longitudinal modelling of body mass index from birth to 14 years. **Obesity facts**, v. 2, n. 5, p. 302–10, jan. 2009.

CHUNG, A. et al. Trends in child and adolescent obesity prevalence in economically advanced countries according to socioeconomic position: a systematic review. **Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 17, n. 3, p. 276–95, 23 dez. 2015.

COLL, C. DE V. N. et al. Time trends of physical activity among Brazilian adolescents over a 7-year period. **The Journal of adolescent health : official publication of the Society for Adolescent Medicine**, v. 54, n. 2, p. 209–13, fev. 2014.

CONNELLY, R.; PLATT, L. Cohort Profile: UK Millennium Cohort Study (MCS). **International journal of epidemiology**, p. dyu001–, 17 fev. 2014.

COOK, S.; AUINGER, P.; HUANG, T. T. Growth curves for cardio-metabolic risk factors in children and adolescents. **J Pediatr**, v. 155, n. 3, p. S6 e15–26, 2009.

CUREAU, F. V. et al. ERICA: leisure-time physical inactivity in Brazilian adolescents. **Revista de saúde pública**, v. 50 Suppl 1, fev. 2016.

CURRIE, C. et al. (EDS.). **Social determinants of health and well-being among young people. Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) study**. Copenhagen: World Health Organization, 2012.

DE MORAES, A. B. DE V. **Consumo de cálcio e de laticínios e adiposidade : um estudo longitudinal em adolescentes**. [s.l.] Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

DE ONIS, M. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 85, n. 09, p. 660–667, 1 set. 2007.

DEMERATH, E. W. et al. Do changes in body mass index percentile reflect changes in body composition in children? Data from the Fels Longitudinal Study. **Pediatrics**, v. 117, n. 3, p. e487–95, 2006.

DESHMUKH-TASKAR, P. et al. Tracking of overweight status from childhood to young adulthood: the Bogalusa Heart Study. **European journal of clinical nutrition**, v. 60, n. 1, p. 48–57, 31 jan. 2006.

DEURENBERG-YAP, M. et al. The paradox of low body mass index and high body fat percentage among Chinese, Malays and Indians in Singapore. **Int J Obes Relat Metab Disord**, v. 24, n. 8, p. 1011–1017, 2000.

DIETHELM, K. et al. Nutrient intake of European adolescents: results of the

HELENA (Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence) Study. **Public health nutrition**, v. 17, n. 3, p. 486–97, 1 mar. 2014.

DINSA, G. D. et al. Obesity and socioeconomic status in developing countries: a systematic review. **Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 13, n. 11, p. 1067–79, nov. 2012.

DOUSTMOHAMMADIAN, A. et al. Parental determinants of overweight and obesity in Iranian adolescents: a national study. **Iranian journal of pediatrics**, v. 22, n. 1, p. 35–42, mar. 2012.

EISENSTEIN, E. et al. Nutrição na adolescência. **J Pediatr (Rio J)**, v. 76, n. Supl.3, p. S263–S274, 2000.

EISSA, M. A. et al. Trajectories of fat mass index, fat free-mass index, and waist circumference in children: Project HeartBeat! **American journal of preventive medicine**, v. 37, n. 1 Suppl, p. S34–9, jul. 2009.

ELLIOTT, J.; SHEPHERD, P. Cohort profile: 1970 British Birth Cohort (BCS70). **International journal of epidemiology**, v. 35, n. 4, p. 836–43, 1 ago. 2006.

ELLIS, K. J.; ABRAMS, S. A.; WONG, W. W. Monitoring childhood obesity: assessment of the weight/height index. **Am J Epidemiol**, v. 150, n. 9, p. 939–946, 1999.

ENES, C. C.; SLATER, B. Obesidade na adolescência e seus principais fatores determinantes. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 13, n. 1, p. 163–171, mar. 2010.

ESTIMA, C. DE C. P. et al. Meal consumption patterns and anthropometric measurements in adolescents from a low socioeconomic neighborhood in the metropolitan area of Rio de Janeiro, Brazil. **Appetite**, v. 52, n. 3, p. 735–9, jun. 2009.

FERNANDES, R. A. et al. Accuracy of different body mass index cutoffs to predict excessive body fat and abdominal obesity in adolescents. **Rev Assoc Med Bras**, v. 53, n. 6, p. 515–519, 2007.

FERNANDES, R. A. et al. The accuracy of national body fat cutoff levels in the prediction of elevated blood pressure among Brazilian male adolescents. **J Trop Pediatr**, v. 56, n. 3, p. 208–209, 2010.

FERNANDEZ, J. R. et al. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. **J Pediatr**, v. 145, n. 4, p. 439–444, 2004.

FERREIRA, H. S. et al. High Blood Pressure among Students in Public and Private Schools in Maceió, Brazil. **PLOS ONE**, v. 10, n. 11, p. e0142982, 23 nov. 2015.

FERREIRA, N. L.; CLARO, R. M.; LOPES, A. C. S. Consumption of sugar-rich food products among Brazilian students:National School Health Survey (PeNSE 2012). **Cadernos de saúde pública**, v. 31, n. 12, p. 2493–504, dez. 2015.

FITZMAURICE, G. M.; LAIRD, N. M.; WARE, J. H. Longitudinal and clustered data. In: FITZMAURICE, G. M.; LAIRD, N. M.; WARE, J. H. (Eds.). . **Applied Longitudinal**

Analysis. 2nd. ed. Hoboken, New Jersey: Jonh Willey and Sons, 2011a. p. 1–18.

FITZMAURICE, G. M.; LAIRD, N. M.; WARE, J. H. Missing data and dropout: Multiple Imputation and Weighting Methods. In: FITZMAURICE, G. M.; LAIRD, N. M.; WARE, J. H. (Eds.). . **Applied Longitudinal Analysis**. 2nd. ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2011b. p. 515–550.

FREEDMAN, D. S. et al. Inter-relationships among childhood BMI, childhood height, and adult obesity: the Bogalusa Heart Study. **Int J Obes Relat Metab Disord**, v. 28, n. 1, p. 10–16, 2004.

FREEDMAN, D. S. et al. The relation of childhood BMI to adult adiposity: the Bogalusa Heart Study. **Pediatrics**, v. 115, n. 1, p. 22–7, 1 jan. 2005.

FREITAS, D. et al. Tracking of fatness during childhood, adolescence and young adulthood: a 7-year follow-up study in Madeira Island, Portugal. **Annals of human biology**, v. 39, n. 1, p. 59–67, 14 dez. 2012.

GIBSON, R. S. **Principles of Nutritional Assessment**. 2nd. ed. [s.l.] Oxford University Press, 2005.

GOLDING, J. The Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC)--study design and collaborative opportunities. **European journal of endocrinology / European Federation of Endocrine Societies**, v. 151 Suppl, p. U119–23, nov. 2004.

GORDON, C. C.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Stature, recumbent length, and weight. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. (Eds.). . **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics Books, 1988. p. 3–8.

GORDON-LARSEN, P. et al. Five-year obesity incidence in the transition period between adolescence and adulthood: the National Longitudinal Study of Adolescent Health. **Am J Clin Nutr**, v. 80, n. 3, p. 569–575, 1 set. 2004.

GUEDES, D. P.; LOPES, C. C.; GUEDES, J. E. R. P. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física em adolescentes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 2, p. 151–158, abr. 2005.

GUO, S. S. et al. The predictive value of childhood body mass index values for overweight at age 35 y. **Am J Clin Nutr**, v. 59, n. 4, p. 810–819, 1994.

GUO, S. S. et al. Age- and maturity-related changes in body composition during adolescence into adulthood: the Fels Longitudinal Study. **International journal of obesity and related metabolic disorders : journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 21, n. 12, p. 1167–75, dez. 1997.

GUO, S. S. et al. Predicting overweight and obesity in adulthood from body mass index values in childhood and adolescence. **Am J Clin Nutr**, v. 76, n. 3, p. 653–658, 1 set. 2002.

HABICHT, J.-P. Estandarizacion de metodos epidemiológicos cuantitativos sobre el terreno. **Bol of Sanit PAnam**, v. 75, n. 5, p. 375–84, 1974.

HAINES, J. et al. Personal, behavioral, and environmental risk and protective factors

for adolescent overweight. **Obesity (Silver Spring, Md.)**, v. 15, n. 11, p. 2748–60, nov. 2007.

HAINES, J.; NEUMARK-SZTAINER, D. Prevention of obesity and eating disorders: a consideration of shared risk factors. **Health education research**, v. 21, n. 6, p. 770–82, 1 dez. 2006.

HALL, K. D. et al. Energy balance and its components: implications for body weight regulation. **The American journal of clinical nutrition**, v. 95, n. 4, p. 989–94, abr. 2012.

HARRIS, K. M. **The Add Health Study: Design and Accomplishments**. Disponível em: <http://www.cpc.unc.edu/projects/addhealth/data/guides/DesignPaperWIIV.pdf>.

HENDERSON, V. R. Longitudinal associations between television viewing and body mass index among white and black girls. **The Journal of adolescent health : official publication of the Society for Adolescent Medicine**, v. 41, n. 6, p. 544–50, dez. 2007.

HESKETH, K. et al. Stability of body mass index in Australian children: a prospective cohort study across the middle childhood years. **Public Health Nutrition**, v. 7, n. 02, p. 303–309, 2 jan. 2004.

HIMES, J. H.; DIETZ, W. H. Guidelines for overweight in adolescent preventive services: recommendations from an expert committee. The Expert Committee on Clinical Guidelines for Overweight in Adolescent Preventive Services. **Am J Clin Nutr**, v. 59, n. 2, p. 307–316, 1994.

HOUTKOOPER, L. B. et al. Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 72, n. 1, p. 366–73, jan. 1992.

HOUTKOOPER, L. B. et al. Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. **Am J Clin Nutr**, v. 64, n. 3 Suppl, p. 436S–448S, 1996.

HOWE, L. D. et al. Socioeconomic disparities in trajectories of adiposity across childhood. **International journal of pediatric obesity : IJPO : an official journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 6, n. 2-2, p. e144–53, 30 jun. 2011.

HUGHES, A. R. et al. Incidence of obesity during childhood and adolescence in a large contemporary cohort. **Preventive medicine**, v. 52, n. 5, p. 300–4, maio 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003: Antropometria e análise do estado nutricional de crianças e adolescentes no Brasil**. Rio de Janeiro: [s.n.].

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Orçamentos Familiares: 2008-2009. Antropometria e Estado Nutricional de Crianças, Adolescentes e Adultos no Brasil**. Rio de Janeiro: [s.n.].

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010: Características da população e dos domicílios - Resultados do universo**. Rio de Janeiro: [s.n.].

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de**

Orçamentos Familiares 2008-2009: Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: [s.n.].

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saude do Escolar (PeNSE): 2012**. Rio de Janeiro: [s.n.].

INTERNATIONAL PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE. **IPAQ scoring protocol**. Disponível em: <https://sites.google.com/site/theipaq/scoring-protocol>.

JÄÄSKELÄINEN, A. et al. Associations of meal frequency and breakfast with obesity and metabolic syndrome traits in adolescents of Northern Finland Birth Cohort 1986. **Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases : NMCD**, v. 23, n. 10, p. 1002–9, out. 2013.

JACKSON, R. T. et al. Waist circumference percentiles for Kuwaiti children and adolescents. **Public Health Nutr**, v. 14, n. 1, p. 70–76, 2011.

JANSSEN, I. et al. Overweight and obesity in Canadian adolescents and their associations with dietary habits and physical activity patterns. **The Journal of adolescent health : official publication of the Society for Adolescent Medicine**, v. 35, n. 5, p. 360–7, nov. 2004.

KALMAN, M. et al. Secular trends in moderate-to-vigorous physical activity in 32 countries from 2002 to 2010: a cross-national perspective. **European journal of public health**, v. 25 Suppl 2, n. suppl 2, p. 37–40, abr. 2015.

KELDER, S. H. et al. Longitudinal tracking of adolescent smoking, physical activity, and food choice behaviors. **American journal of public health**, v. 84, n. 7, p. 1121–6, jul. 1994.

KOEBNICK, C. et al. Secular Trends of Overweight and Obesity in Young Southern Californians 2008-2013. **The Journal of Pediatrics**, set. 2015.

LANE, S. P.; BLUESTONE, C.; BURKE, C. T. Trajectories of BMI from early childhood through early adolescence: SES and psychosocial predictors. **British Journal of Health Psychology**, v. 18, n. 1, p. 66–82, fev. 2013.

LASKA, M. N. et al. Longitudinal associations between key dietary behaviors and weight gain over time: transitions through the adolescent years. **Obesity (Silver Spring, Md.)**, v. 20, n. 1, p. 118–25, jan. 2012.

LAURSON, K. R. et al. Concurrent Associations between Physical Activity, Screen Time, and Sleep Duration with Childhood Obesity. **ISRN obesity**, v. 2014, p. 204540, jan. 2014.

LAZZER, S. et al. [Which alternative method to dual-energy X-ray absorptiometry for assessing body composition in overweight and obese adolescents?]. **Archives de pédiatrie : organe officiel de la Sociéte française de pédiatrie**, v. 12, n. 7, p. 1094–101, jul. 2005.

LEE, J. M. et al. Waist circumference percentile thresholds for identifying adolescents with insulin resistance in clinical practice. **Pediatr Diabetes**, v. 10, n. 5, p. 336–342, 2009.

LI, L. et al. Child-to-adult body mass index and height trajectories: a comparison of 2

British birth cohorts. **American journal of epidemiology**, v. 168, n. 9, p. 1008–15, 1 nov. 2008.

LIOU, Y. M.; LIOU, T.-H.; CHANG, L.-C. Obesity among adolescents: sedentary leisure time and sleeping as determinants. **Journal of advanced nursing**, v. 66, n. 6, p. 1246–56, jun. 2010.

LOB-CORZILIUS, T. Overweight and obesity in childhood--a special challenge for public health. **Int J Hyg Environ Health**, v. 210, n. 5, p. 585–589, 2007.

LOHMAN, T. G.; MARTORELL, R. **Anthropometric Standardization Reference Manual**. Champaign, IL: [s.n.].

LOOMBA-ALBRECHT, L. A.; STYNE, D. M. Effect of puberty on body composition. **Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity**, v. 16, n. 1, p. 10–15, fev. 2009.

LOURENÇO, B. H. et al. Influence of early life factors on body mass index trajectory during childhood: a population-based longitudinal analysis in the Western Brazilian Amazon. **Maternal & Child Nutrition**, v. 11, n. 2, p. 240–252, 1 abr. 2015.

LYNCH, J.; SMITH, G. D. A life course approach to chronic disease epidemiology. **Annual review of public health**, v. 26, p. 1–35, 7 jan. 2005.

MAK, K. K. et al. The use of waist-to-stature ratio to identify underweight and overweight in adolescents. **International journal of pediatric obesity : IJPO : an official journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 5, n. 5, p. 390–5, 14 out. 2010.

MALIK, V. S. et al. Sugar-sweetened beverages and weight gain in children and adults: a systematic review and meta-analysis. **The American journal of clinical nutrition**, v. 98, n. 4, p. 1084–102, 21 out. 2013.

MALTA, D. C. et al. Trend of the risk and protective factors of chronic diseases in adolescents, National Adolescent School-based Health Survey (PeNSE 2009 e 2012). **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 17, p. 77–91, 2014.

MARTIN-CALVO, N. et al. Adherence to the Mediterranean dietary pattern and BMI change among U.S. adolescents. **International journal of obesity (2005)**, 22 abr. 2016.

MARTINEZ-GOMEZ, D. et al. Excessive TV viewing and cardiovascular disease risk factors in adolescents. The AVENA cross-sectional study. **BMC Public Health**, v. 10, p. 274, 2010.

MATHERS, M. et al. **Health of Young Victorians Study (HOYVS) 2005 Report**. [s.l: s.n.].

MATIJASEVICH, A. et al. Socioeconomic position and overweight among adolescents: data from birth cohort studies in Brazil and the UK. **BMC Public Health**, v. 9, n. 1, p. 105, jan. 2009.

MCCARTHY, H. D.; ASHWELL, M. A study of central fatness using waist-to-height

ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message--'keep your waist circumference to less than half your height'. **Int J Obes (Lond)**, v. 30, n. 6, p. 988–992, 2006.

MCCARTHY, H. D.; ELLIS, S. M.; COLE, T. J. Central overweight and obesity in British youth aged 11-16 years: cross sectional surveys of waist circumference. **BMJ**, v. 326, n. 7390, p. 624, 2003.

MEI, Z. et al. Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents. **Am J Clin Nutr**, v. 75, n. 6, p. 978–985, 2002.

MENEGUCI, J. et al. Comportamento sedentário: conceito, implicações fisiológicas e os procedimentos de avaliação. **Motricidade**, v. 11, n. 1, p. 160–174, 30 abr. 2015.

MERTEN, M. J. Weight status continuity and change from adolescence to young adulthood: examining disease and health risk conditions. **Obesity (Silver Spring, Md.)**, v. 18, n. 7, p. 1423–8, jul. 2010.

MIKKILÄ, V. et al. Consistent dietary patterns identified from childhood to adulthood: the cardiovascular risk in Young Finns Study. **The British journal of nutrition**, v. 93, n. 6, p. 923–31, jun. 2005.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Vigitel Brasil 2007: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**. Brasília, DF: [s.n.].

MONTEIRO, C. A. et al. Socioeconomic status and obesity in adult populations of developing countries: a review. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 82, n. 12, p. 940–946, 2004.

MONTGOMERY, M. J. Psychosocial Intimacy and Identity: From Early Adolescence to Emerging Adulthood. **Journal of Adolescent Research**, v. 20, n. 3, p. 346–374, 1 maio 2005.

MONYEKI, K. D. et al. Development and tracking of body mass index from preschool age into adolescence in rural South African children: Ellisras Longitudinal Growth and Health Study. **Journal of health, population, and nutrition**, v. 26, n. 4, p. 405–17, dez. 2008.

MONYEKI, K. D.; KEMPER, H. C.; MAKGAE, P. J. Development and tracking of central patterns of subcutaneous fat of rural South African youth: Ellisras longitudinal study. **BMC pediatrics**, v. 9, n. 1, p. 74, 9 jan. 2009.

MORAES, A. C. F. DE; FALCÃO, M. C. Lifestyle factors and socioeconomic variables associated with abdominal obesity in Brazilian adolescents. **Annals of human biology**, v. 40, n. 1, p. 1–8, 10 jan. 2013.

MORAES, A. C. F. et al. Nutrition-related habits and associated factors of Brazilian adolescents. **International journal of public health**, v. 55, n. 6, p. 661–7, dez. 2010.

MOREIRA, N. F. et al. The associations of BMI trajectory and excessive weight gain with demographic and socio-economic factors: the Adolescent Nutritional Assessment Longitudinal Study cohort. **British Journal of Nutrition**, v. 114, n. 12, p. 2032–2038, 1 dez.

2015.

MOREIRA, S. R. et al. Predicting insulin resistance in children: anthropometric and metabolic indicators. **J Pediatr (Rio J)**, v. 84, n. 1, p. 47–52, 2008.

MORENO, L. A. et al. Trends of dietary habits in adolescents. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 50, n. 2, p. 106–12, fev. 2010.

MUELLER, W. H. et al. Body measurement variability, fatness, and fat-free mass in children 8, 11, and 14 years of age: Project HeartBeat! **American Journal of Human Biology**, v. 11, n. 1, p. 69–78, jan. 1999.

MURARO, A. P. et al. Effects of social mobility from childhood to adolescence on BMI. **Public Health Nutrition**, v. 19, n. 05, p. 814–821, 11 abr. 2016.

NELSON, M. C. et al. Longitudinal and secular trends in physical activity and sedentary behavior during adolescence. **Pediatrics**, v. 118, n. 6, p. e1627–34, 1 dez. 2006.

NEOVIUS, M.; LINNE, Y.; ROSSNER, S. BMI, waist-circumference and waist-hip-ratio as diagnostic tests for fatness in adolescents. **Int J Obes (Lond)**, v. 29, n. 2, p. 163–169, 2005.

NESS, A. R. The Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC)--a resource for the study of the environmental determinants of childhood obesity. **European journal of endocrinology / European Federation of Endocrine Societies**, v. 151 Suppl, p. U141–9, nov. 2004.

NEUMARK-SZTAINER, D. Preventing obesity and eating disorders in adolescents: what can health care providers do? **The Journal of adolescent health : official publication of the Society for Adolescent Medicine**, v. 44, n. 3, p. 206–13, mar. 2009.

NEUMARK-SZTAINER, D. et al. Dieting and unhealthy weight control behaviors during adolescence: associations with 10-year changes in body mass index. **The Journal of adolescent health : official publication of the Society for Adolescent Medicine**, v. 50, n. 1, p. 80–6, jan. 2012.

NG, M. et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. **The Lancet**, v. 384, n. 9945, p. 766–781, 28 ago. 2014.

NGUYEN, T. V et al. Sex differences in bone mass acquisition during growth: the Fels Longitudinal Study. **Journal of clinical densitometry : the official journal of the International Society for Clinical Densitometry**, v. 4, n. 2, p. 147–57, jan. 2001.

NIEMEIER, H. M. et al. Fast food consumption and breakfast skipping: predictors of weight gain from adolescence to adulthood in a nationally representative sample. **The Journal of adolescent health : official publication of the Society for Adolescent Medicine**, v. 39, n. 6, p. 842–9, dez. 2006.

NONNEMAKER, J. M. et al. Youth BMI trajectories: evidence from the NLSY97. **Obesity (Silver Spring, Md.)**, v. 17, n. 6, p. 1274–80, jun. 2009.

O'DEA, J. A.; CHIANG, H.; PERALTA, L. R. Socioeconomic patterns of overweight, obesity but not thinness persist from childhood to adolescence in a 6 -year longitudinal cohort of Australian schoolchildren from 2007 to 2012. **BMC Public Health**, v. 14, n. 1, p. 222, jan. 2014.

OCHOLA, S.; MASIBO, P. K. Dietary intake of schoolchildren and adolescents in developing countries. **Annals of nutrition & metabolism**, v. 64 Suppl 2, n. Suppl. 2, p. 24–40, 22 jan. 2014.

OLIVEIRA, C. L. et al. Obesity and metabolic syndrome in infancy and adolescence. **Rev Nutr**, v. 17, n. 2, p. 237–245, 2004.

OLIVEIRA, J. S. et al. ERICA: use of screens and consumption of meals and snacks by Brazilian adolescents. **Revista de saúde pública**, v. 50 Suppl 1, fev. 2016.

PARSONS, T. J. Physical activity and change in body mass index from adolescence to mid-adulthood in the 1958 British cohort. **International Journal of Epidemiology**, v. 35, n. 1, p. 197–204, 4 jul. 2005.

PATE, R. R. et al. Factors associated with development of excessive fatness in children and adolescents: a review of prospective studies. **Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 14, n. 8, p. 645–58, ago. 2013.

PEDERSON, D.; GORE, C. Error en la medición antropométrica. In: NORTON, K.; OLDS, T. (Eds.). . **Antropometrica**. Argentina: Biosystem Servicio Educativo, 2000. p. 61–70.

PHILLIPS, S. M. et al. A longitudinal comparison of body composition by total body water and bioelectrical impedance in adolescent girls. **J Nutr**, v. 133, n. 5, p. 1419–1425, 2003.

PIANTADOSI, S. **Clinical Trial: A methodologic perspective**. [s.l.] Jonh Willey and Sons, 1997.

POPKIN, B. M. The Nutrition Transition in the Developing World. **Development Policy Review**, v. 21, n. 5-6, p. 581–597, 26 set. 2003.

POPKIN, B. M.; GORDON-LARSEN, P. The nutrition transition: worldwide obesity dynamics and their determinants. **International journal of obesity and related metabolic disorders : journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 28 Suppl 3, p. S2–9, nov. 2004.

POWER, C.; ELLIOTT, J. Cohort profile: 1958 British birth cohort (National Child Development Study). **International journal of epidemiology**, v. 35, n. 1, p. 34–41, 1 fev. 2006.

REILLY, J. J. Descriptive epidemiology and health consequences of childhood obesity. **Best Pract Res Clin Endocrinol Metab**, v. 19, n. 3, p. 327–341, 2005.

REILLY, J. J. et al. Progression from childhood overweight to adolescent obesity in a large contemporary cohort. **International journal of pediatric obesity**, v. 6, n. 2-2, p. e138–43, 30 jun. 2011.

RICARDO, G. D.; CALDEIRA, G. V.; CORSO, A. C. T. Prevalência de sobrepeso e

obesidade e indicadores de adiposidade central em escolares de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 12, n. 3, p. 424–435, set. 2009.

ROGERS, R. et al. The Relationship between Childhood Obesity, Low Socioeconomic Status, and Race/Ethnicity: Lessons from Massachusetts. **Childhood obesity (Print)**, v. 11, n. 6, p. 691–5, 14 dez. 2015.

SAITO, M. I. Maturação sexual: auto avaliação do adolescente. **Pediatria (São Paulo)**, v. 6, n. 3, p. 111–5, 1984.

SAITO, M. I. Padrões do desenvolvimento pubertário e suas variações. In: SETIAN, N. (Ed.). . **Endocrinologia pediátrica: aspectos físicos e metabólicos do recémnascido ao adolescente**. 2ª. ed. São Paulo: Sarvier, 2002.

SARDINHA, L. B. et al. Receiver operating characteristic analysis of body mass index, triceps skinfold thickness, and arm girth for obesity screening in children and adolescents. **Am J Clin Nutr**, v. 70, n. 6, p. 1090–1095, 1999.

SCHAEFER, F. et al. Usefulness of bioelectric impedance and skinfold measurements in predicting fat-free mass derived from total body potassium in children. **Pediatric research**, v. 35, n. 5, p. 617–624, maio 1994.

SCHULTZ STRAATMANN, V.; VEIGA, G. V. DA. Cardiorespiratory Fitness, Physical Activity, and Indicators of Adiposity in Brazilian Adolescents. **Human Movement**, v. 16, n. 2, p. 64–70, 1 jan. 2015.

SERRANO, H. M. S. et al. Composição corpórea, alterações bioquímicas e clínicas de adolescentes com excesso de adiposidade. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 95, n. 4, p. 464–472, out. 2010.

SHERWOOD, N. E. et al. Effect of socioeconomic status on weight change patterns in adolescents. **Preventing chronic disease**, v. 6, n. 1, p. A19, jan. 2009.

SHIN, S. H.; MILLER, D. P. A longitudinal examination of childhood maltreatment and adolescent obesity: results from the National Longitudinal Study of Adolescent Health (AddHealth) Study. **Child abuse & neglect**, v. 36, n. 2, p. 84–94, fev. 2012.

SIERVOGEL, R. M. et al. Annual Changes in Total Body Fat and Fat-free Mass in Children from 8 to 18 Years in Relation to Changes in Body Mass Index: The Fels Longitudinal Study. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 904, n. 1, p. 420–423, 25 jan. 2006.

SIGMUNDOVÁ, D. et al. Secular trends: a ten-year comparison of the amount and type of physical activity and inactivity of random samples of adolescents in the Czech Republic. **BMC public health**, v. 11, n. 1, p. 731, jan. 2011.

SILVA, D. A. S. Socioeconomic inequalities in abdominal obesity in Brazilian female adolescents: a national-based study. **European journal of pediatrics**, v. 172, n. 12, p. 1665–70, dez. 2013.

SINGH, A. S. et al. Tracking of childhood overweight into adulthood: a systematic review of the literature. **Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 9, n. 5, p. 474–88, set. 2008.

SOUZA, A. DE M. et al. Alimentos mais consumidos no Brasil: Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009. **Revista de Saúde Pública**, v. 47, p. 190s–199s, fev. 2013.

SRINIVASAN, S. R.; MYERS, L.; BERENSON, G. S. Predictability of childhood adiposity and insulin for developing insulin resistance syndrome (syndrome X) in young adulthood: the Bogalusa Heart Study. **Diabetes**, v. 51, n. 1, p. 204–209, 2002.

STANG, J. Nutrição na adolescência. In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S.; RAYMOND, J. L. (Eds.). . **Krause - Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. [s.l.] Elsevier, 2010. p. 246–68.

STARK, O. et al. Longitudinal study of obesity in the National Survey of Health and Development. **British medical journal (Clinical research ed.)**, v. 283, n. 6283, p. 13–7, 4 jul. 1981.

SU, T. T. et al. Association between self-reported physical activity and indicators of body composition in Malaysian adolescents. **Preventive Medicine**, jul. 2014.

SWINBURN, B. A. et al. The global obesity pandemic: shaped by global drivers and local environments. **Lancet**, v. 378, n. 9793, p. 804–14, 27 ago. 2011.

TANNER, J. M. **Growth at Adolescence**. 2nd. ed. Oxford: Blackwell Scientific publication, 1962.

TAVARES, L. F. et al. Metabolic syndrome in Brazilian children and adolescents: systematic review. **Cad. saúde colet., (Rio J.)**, v. 18, n. 4, p. 469–476, 2010.

TAVARES, L. F. et al. Dietary patterns of Brazilian adolescents: results of the Brazilian National School-Based Health Survey (PeNSE). **Cadernos de saúde pública**, v. 30, n. 12, p. 2679–90, dez. 2014.

TAYLOR, R. W. et al. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3-19 y. **Am J Clin Nutr**, v. 72, n. 2, p. 490–495, 2000.

TAYLOR, R. W. et al. Body fat percentages measured by dual-energy X-ray absorptiometry corresponding to recently recommended body mass index cutoffs for overweight and obesity in children and adolescents aged 3-18 y. **Am J Clin Nutr**, v. 76, n. 6, p. 1416–1421, 2002.

TAYLOR, R. W. et al. Sex differences in regional body fat distribution from pre- to postpuberty. **Obesity (Silver Spring, Md.)**, v. 18, n. 7, p. 1410–6, jul. 2010.

TORAL, N.; SLATER, B.; SILVA, M. V. DA. Consumo alimentar e excesso de peso de adolescentes de Piracicaba, São Paulo. **Revista de Nutrição**, v. 20, n. 5, p. 449–459, out. 2007.

TRANG, N. H. H. D.; HONG, T. K.; DIBLEY, M. J. Cohort profile: Ho Chi Minh City Youth Cohort--changes in diet, physical activity, sedentary behaviour and relationship with overweight/obesity in adolescents. **BMJ open**, v. 2, n. 1, p. e000362, 15 jan. 2012.

TREMBLAY, M. S. et al. Systematic review of sedentary behaviour and health

indicators in school-aged children and youth. **The international journal of behavioral nutrition and physical activity**, v. 8, n. 1, p. 98, jan. 2011.

TYBOR, D. J. et al. Racial differences in central adiposity in a longitudinal cohort of black and white adolescent females. **BMC Pediatrics**, v. 10, n. 1, p. 2, jan. 2010.

UNITED NATIONS. **World Population Prospects: the 2012 Revision**. Disponível em: <http://esa.un.org/wpp/>. Acesso em: 18 jul. 2014.

VAN SLUIJS, E. M. F. et al. The independent prospective associations of activity intensity and dietary energy density with adiposity in young adolescents. **The British journal of nutrition**, v. 115, n. 5, p. 921–9, 14 mar. 2016.

VEIGA, G. V. DA et al. Inadequate nutrient intake in Brazilian adolescents. **Revista de Saúde Pública**, v. 47, n. Suppl 1, p. 212s–221s, 2013.

VEIGA, G. V et al. Índice de massa corporal na avaliação de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes: concordâncias e controvérsias. **Nutrire: rev. Soc Bras Alim Nutr**, v. 28, p. 109–124, 2004.

VEIGA, G. V.; SICHIERI, R. Avaliação nutricional de adolescentes. In: KAC, G.; SICHIERI, R.; GGANTE, D. P. (Eds.). . **Epidemiologia Nutricional**. Rio de Janeiro: Fiocruz e Atheneu, 2007. p. 79–92.

VENTURA, A. K.; LOKEN, E.; BIRCH, L. L. Developmental trajectories of girls' BMI across childhood and adolescence. **Obesity (Silver Spring, Md.)**, v. 17, n. 11, p. 2067–74, nov. 2009.

VICENTE-RODRÍGUEZ, G. et al. Television watching, videogames, and excess of body fat in Spanish adolescents: the AVENA study. **Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)**, v. 24, n. 7-8, p. 654–62, jan. 2008.

VICTORA, C. G. et al. Weight gain in childhood and body composition at 18 years of age in Brazilian males. **Acta Paediatrica**, v. 96, n. 2, p. 296–300, fev. 2007.

VIEIRA, A. C. et al. Body mass index for predicting hyperglycemia and serum lipid changes in Brazilian adolescents. **Rev Saude Publica**, v. 43, n. 1, p. 44–52, 2009.

VIEIRA, A. C. R. et al. Desempenho de pontos de corte do índice de massa corporal de diferentes referências na predição de gordura corporal em adolescentes. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, n. 8, p. 1681–1690, ago. 2006.

VINER, R. M.; COLE, T. J. Who changes body mass between adolescence and adulthood? Factors predicting change in BMI between 16 year and 30 years in the 1970 British Birth Cohort. **International journal of obesity**, v. 30, n. 9, p. 1368–74, 21 set. 2006.

WABITSCH, M.; MOSS, A.; KROMEYER-HAUSCHILD, K. Unexpected plateauing of childhood obesity rates in developed countries. **BMC medicine**, v. 12, n. 1, p. 17, 31 jan. 2014.

WADSWORTH, M. et al. Health. In: FERRI, E.; BYNNER, J.; WADSWORTH, M. (Eds.). . **Changing Britain, changing lives: three generations at the turn of the century**.

London: Institute of Education Press, 2003. p. 207–236.

WANG, J. Consumption of added sugars and development of metabolic syndrome components among a sample of youth at risk of obesity. **Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquée, nutrition et métabolisme**, v. 39, n. 4, p. 512, 13 maio 2014.

WARDLE, J. et al. Socioeconomic disparities in cancer-risk behaviors in adolescence: baseline results from the Health and Behaviour in Teenagers Study (HABITS). **Preventive Medicine**, v. 36, n. 6, p. 721–730, jun. 2003.

WARDLE, J. et al. Development of adiposity in adolescence: five year longitudinal study of an ethnically and socioeconomically diverse sample of young people in Britain. **BMJ (Clinical research ed.)**, v. 332, n. 7550, p. 1130–5, 13 maio 2006.

WEISS, R. et al. Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. **The New England journal of medicine**, v. 350, n. 23, p. 2362–74, 3 jun. 2004.

WELLS, N. M. et al. Early childhood poverty, cumulative risk exposure, and body mass index trajectories through young adulthood. **American journal of public health**, v. 100, n. 12, p. 2507–12, dez. 2010.

WEN, X. et al. Childhood body mass index trajectories: modeling, characterizing, pairwise correlations and socio-demographic predictors of trajectory characteristics. **BMC medical research methodology**, v. 12, n. 1, p. 38, jan. 2012.

WILLIAMS, D. P. et al. Body fatness and risk for elevated blood pressure, total cholesterol, and serum lipoprotein ratios in children and adolescents. **Am J Public Health**, v. 82, n. 3, p. 358–363, 1992.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. **World Health Organ Tech Rep Ser**, v. 854, p. 1–452, 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. **World Health Organ Tech Rep Ser**, v. 894, p. 1–253, 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Nutrition in adolescence : issues and challenges for the health sector : issues in adolescent health and development. **WHO discussion papers on adolescence**, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Health for the world's adolescents: A second chance in the second decade**. [s.l.] World Health Organization, 2014.

WU, Y. T. et al. Cross-validation of bioelectrical impedance analysis of body composition in children and adolescents. **Phys Ther**, v. 73, n. 5, p. 320–328, 1993.

ZHANG, Y. H. et al. Very high fructose intake increases serum LDL-cholesterol and total cholesterol: a meta-analysis of controlled feeding trials. **The Journal of nutrition**, v. 143, n. 9, p. 1391–8, 1 set. 2013.

ANEXOS

ANEXO A – Protocolo para realização da bioimpedância

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO E UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

ESTUDO LONGITUDINAL DE AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE ADOLESCENTES - PROJETO ELANA

PROTOCOLO PARA REALIZAÇÃO DE BIOIMPEDÂNCIA (BIA)
1. Nas últimas 12 horas você ingeriu café? 1 ☐ Sim 2 ☐ Não
2. Nas últimas 12 horas você ingeriu bebida alcoólica? 1 ☐ Sim 2 ☐ Não
3. Nas últimas 12 horas você ingeriu algum medicamento como diuréticos (remédio que faz urinar muito) ou laxativos (remédio que provoca diarreia)? 1 ☐ Sim 2 ☐ Não
4. Ontem você tomou bastante líquido (aproximadamente oito copos de água ou suco)? 1 ☐ Sim 2 ☐ Não
5. Nas últimas 8 horas você realizou atividade física que o (a) fez suar muito? 1 ☐ Sim 2 ☐ Não

ANEXO B – Instruções para avaliação antropométrica e bioimpedância

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO E UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

ESTUDO LONGITUDINAL DE AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE ADOLESCENTES - PROJETO ELANA

Caro estudante,

Como é do seu conhecimento, estamos realizando uma pesquisa em sua escola. Para que as medidas que vamos fazer deem resultados corretos, precisamos que você siga algumas recomendações:

NO DIA DA AVALIAÇÃOFÌSICA você **DEVE**:

- Trazer roupas leves como, por exemplo: top ou blusinha curta, camiseta ou regata de malha, short ou bermuda de cotton, lycra ou nylon; ou seja, roupa de ginástica;
- Evitar usar enfeites ou adornos na cabeça como boné, tiaras, prendedores, laços, pregadeiras etc. para não interferir na medida do seu peso ou da sua altura.

NO DIA ANTERIOR ao dia da avaliação física você:

- **NÃODEVE** beber café e/ou bebida alcoólica;
- **NÃODEVE** realizar exercícios físicos ou sauna até 08 (oito) horas antes da avaliação;
- **DEVEEVITAR** o uso de medicamentos diuréticos (aqueles que fazem urinar muito) ou laxativos (aqueles que podem provocar diarréia);
- **DEVE** beber bastante líquido (aproximadamente oito copos de água ou suco).

ANEXO C – Dados obtidos na linha de base (1ª fase do ELANA)

Para preenchimento pela equipe de pesquisa.

ID	DATA DA AVALIAÇÃO	HORÁRIO	AVALIADOR
|__|__|__|__|	|__|__|/|__|__|/|__|__|	|__|__|:|__|__|	|__|__| _____

APRESENTAÇÃO
Caro estudante,
Este questionário apresenta perguntas relacionadas à sua saúde. As respostas serão para uso exclu
da pesquisa. Esta primeira página é destacada e servirá somente para identificar você na sua avali
de peso, altura e outras medidas. Todas as outras informações que você fornecer serão totalm
sigilosas e o seu nome não será divulgado em nenhum momento da pesquisa.
Muito obrigado(a) pela sua participação!

A. IDENTIFICAÇÃO	
A1. Nome:	
A2. Data de Nascimento: |__|__|/|__|__|/|__|__|__|__|	
A3. Sexo: 1 ☐ Menino 2 ☐ Menina	
A4. Endereço:	
A5. Bairro:	**A6.** CEP: |__|__|__|__|__|-|__|__|_
A7. Telefone: |__|__|__|__|-|__|__|__|__|	**A8.** Celular: |__|__|__|__|-|__|__|__|
A9. Escola:	
A10. Turma:	**A11.** Série:

B. ANTROPOMETRIA E COMPOSIÇÃO CORPORAL
Para preenchimento pela equipe de pesquisa.
B0. ***NÃO FOI REALIZADA.*** *MOTIVO: 1* ☐ *Gravidez 2* ☐ *Deficiência física impeditiva*
B1. Massa corporal: |__|__|__|,|__| kg
B2. Estatura: **B2.1** 1ª medida: |__|__|__|,|__|cm
B2.2 2ª medida: |__|__|__|,|__|cm
B2.3 Média: |__|__|__|,|__|cm

ID	DATA DA AVALIAÇÃO	HORÁRIO INÍCIO	AVALIADOR
|__|__|__|__|	|__|__|/|__|__|/|__|__|	|__|__|:|__|__|	|__|__| _____

INSTRUÇÕES
Caro estudante, POR FAVOR: ✓ Responda TODAS as questões com ATENÇÃO; ✓ SEMPRE escolha a OPÇÃO de resposta QUE MAIS SE APROXIMA do que você acha; ✓ Atenção para o PERÍODO sobre o qual a QUESTÃO SE REFERE. Por exemplo: “desde que se lembra até os seus 10 anos de idade”; “nos últimos 3 meses; “nos últimos 12 meses” etc. ✓ Responda sempre FRENTE E VERSO do questionário; ✓ Qualquer DÚVIDA, consulte o(a) AVALIADOR(a) que estará circulando na sala. Ele(a) está aqui para ajudá-lo(a). **Muito obrigado(a) pela sua participação!**

D. As perguntas abaixo são sobre o uso de televisão e/ou computador.	
D1. Você assiste televisão?	1 ☐ Nunca ou quase nunca 2 ☐ 1 a 2 vezes por semana 3 ☐ 3 a 4 vezes por semana 4 ☐ 5 a 6 vezes por semana 5 ☐ Diariamente
D2. Geralmente, quantas horas por dia você assiste televisão? |___|,|___| hora(s) *(Se for menos de 1 hora, preencha com 0,5, correspondente a meia hora. Se for 1 hora, preencha com 1,0. Se for mais de 1 hora e menos que 2 horas, preencha com 1,5 e assim por diante. Se for mais de nove horas, preencha com 9,0).*	
D3. Você usa computador ou joga video game?	1 ☐ Nunca ou quase nunca 2 ☐ 1 a 2 vezes por semana 3 ☐ 3 a 4 vezes por semana 4 ☐ 5 a 6 vezes por semana 5 ☐ Diariamente
D4. Geralmente, quantas horas por dia você usa computador ou joga video game? |___|,|___| hora(s) *(Se for menos de 1 hora, preencha com 0,5, correspondente a meia hora. Se for 1 hora, preencha com 1,0. Se for mais de 1 hora e menos que 2 horas, preencha com 1,5 e assim por diante. Se for mais de nove horas, preencha com 9,0).*	

E. Abaixo, assinale quanto de cada um destes itens existe na sua casa.
E1. Televisão em cores. Quantas? ☐ 0 (zero) ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ou mais
E2. Rádio. Quantos? ☐ 0 (zero) ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ou mais
E3. Banheiro. Quantos? ☐ 0 (zero) ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ou mais
E4. Automóvel. Quantos? ☐ 0 (zero) ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ou mais
E5. Máquina de lavar. Quantas? ☐ 0 (zero) ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ou mais
E6. Videocassete e/ou DVD. Quantos? ☐ 0 (zero) ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ou mais
E7. Geladeira. Quantas? ☐ 0 (zero) ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ou mais
E8. Freezer (aparelho independente ou parte da geladeira duplex). Quantos? ☐ 0 (zero) ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ou mais
E9. Na sua casa trabalha alguma empregada doméstica mensalista *(que trabalha 3 vezes ou mais por semana na sua casa)***?** 1☐ Sim 2☐ Não **E9.1** Se sim, quantas? ☐ 0 (zero) ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ou mais
F. O Censo Brasileiro (IBGE) usa os termos preta, parda, branca, amarela e indígena para classificar a cor ou raça das pessoas.
F1. Se você tivesse que responder ao Censo do IBGE hoje, como se classificaria a respeito de sua cor ou raça? 1☐ Preta 2☐ Parda 3☐ Branca 4☐ Amarela 5☐ Indígena

G. Por favor, assinale a opção que melhor descreve a freqüência com que você consumiu os alimentos listados NOS ÚLTIMOS 3 (TRÊS) MESES.								
ALIMENTOS	**FREQUÊNCIA**							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Menos de 1 vez por mês ou nunca	**1 a 3 vezes por mês**	**1 vez por semana**	**2 a 4 vezes por semana**	**5 a 6 vezes por semana**	**1 vez por dia**	**2 a 3 vezes por dia**	**4 vezes ou mais vezes por dia**
Leite								
Café								
Achocolatado em pó (produtos como Toddy ou Nescau)								
Iogurte								
Produtos à base de cereais (Neston, Mucilon, Farinha Láctea, flocos de milho, Sucrilhos)								
Pão doce (ou similares, como sonho, bolinho de chuva, etc.)								
Pão de queijo								
Pão								
Biscoito recheado ou waffer								
Requeijão								
Queijo (queijo minas, queijo mussarela, queijo prato, ou outro)								
Arroz								
Feijão								
Lasanha								
Panqueca, nhoque, torta salgada e outras massas								

G. Por favor, assinale a opção que melhor descreve a freqüência com que você consumiu os alimentos listados NOS ÚLTIMOS 3 (TRÊS) MESES.								
ALIMENTOS	**FREQUÊNCIA**							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Menos de 1 vez por mês ou nunca	**1 a 3 vezes por mês**	**1 vez por semana**	**2 a 4 vezes por semana**	**5 a 6 vezes por semana**	**1 vez por dia**	**2 a 3 vezes por dia**	**4 vezes ou mais vezes por dia**
Macarrão Instantâneo (como Miojo e Cup Noodles)								
Macarrão								
Farinha de Mandioca ou Farofa								
Ovo ou omelete								
Estrogonofe (de carne, frango ou outro)								
Carne ensopada com legumes (carne de boi, frango ou outra)								
Bacon								
Presunto ou mortadela								
Linguiça ou Salsicha								
Carne de porco (costela fresca, costeleta, ou carré, lombo, pernil, etc.)								
Carne seca ou outra carne salgada								
Carne de boi (bife, carne assada, carne moída)								
Peixe enlatado (atum, sardinha, etc.)								
Peixe								
Banana								
Laranja ou tangerina								
Mamão								
Morango								
Abacaxi								
Maçã								

G. Por favor, assinale a opção que melhor descreve a freqüência com que você consumiu os alimentos listados NOS ÚLTIMOS 3 (TRÊS) MESES.								
ALIMENTOS	**FREQUÊNCIA**							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Menos de 1 vez por mês ou nunca	**1 a 3 vezes por mês**	**1 vez por semana**	**2 a 4 vezes por semana**	**5 a 6 vezes por semana**	**1 vez por dia**	**2 a 3 vezes por dia**	**4 vezes ou mais vezes por dia**
Goiaba								
Sopa (de legumes, de feijão, de massa, etc.)								
Salada de maionese								
Alface ou agrião								
Couve-flor ou brócolis								
Repolho ou couve								
Chuchu								
Beterraba								
Cenoura								
Tomate								
Aipim								
Inhame ou batata-doce								
Batata frita								
Batata (cozida, ensopada, assada ou purê)								
Açaí								
Suco de fruta industrializado (em pó, caixa, garrafa, lata, etc.)								
Suco de fruta natural								
Chá ou mate (como Matte Leão, Iced Tea, Nestea, etc.)								
Refresco de guaraná (Guaraná natural, Guaravita, Guaraplus, Guaracamp, etc.)								
Refrigerante light , diet ou zero								
Refrigerante								

G. Por favor, assinale a opção que melhor descreve a freqüência com que você consumiu os alimentos listados NOS ÚLTIMOS 3 (TRÊS) MESES.								
ALIMENTOS	**FREQUÊNCIA**							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Menos de 1 vez por mês ou nunca	**1 a 3 vezes por mês**	**1 vez por semana**	**2 a 4 vezes por semana**	**5 a 6 vezes por semana**	**1 vez por dia**	**2 a 3 vezes por dia**	**4 vezes ou mais vezes por dia**
Pipoca (sal ou doce)								
Cachorro-quente								
Hambúrguer								
Salgado frito (coxinha, pastel, quibe, etc.)								
Salgado de forno (pastel de forno, empada, empadinha, esfiha, italiano, joelho etc.)								
Chips e salgadinhos (Ruffles, Lays, Fandangos, Doritos, Torcida, Cheetos, etc.)								
Pizza								
Nuggets								
Bala (drops, pastilha, jujuba, etc.)								
Chocolate ou bombom								
Leite condensado, brigadeiro e outros doces de à base de leite (como pudim)								
Doce de fruta (bananada, goiabada, etc.)								
Doce de amendoim ou paçoca								
Sorvete ou picolé								
Gelatina								
Cerveja, vinho ou outras bebidas com álcool								

J. Nesta parte do questionário, precisamos saber em que fase de desenvolvimento você se encontra. Meninos e meninas podem ter a mesma idade e estar em fase de desenvolvimento, de algumas características do corpo, diferentes. Só sabendo qual é esta fase é que podemos avaliar as suas necessidades nutricionais. Por isto, observe estas figuras, leia a descrição sobre cada uma delas e marque qual delas mais se parece com o seu corpo. ***Atenção: não importa se o tamanho do órgão é diferente mas se as características são semelhantes as suas.***

J1. A figura que mais se parece com o seu corpo é?

1 ☐

Pré-adolescência (infantil)

2 ☐

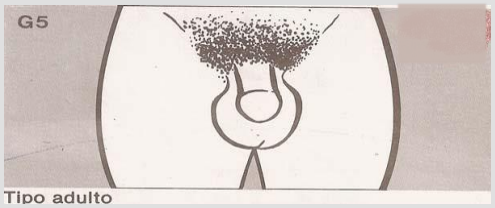
Aumento do escroto e dos testículos, sem aumento do pênis

3 ☐

Ocorre também aumento do pênis, inicialmente em toda a sua extensão

4 ☐

Aumento do diâmetro do pênis e da glande, crescimento dos testículos e escroto, cuja pele escurece

5 ☐ 

Tipo adulto

M. As perguntas abaixo estão relacionadas ao tempo que você gastou fazendo atividade física NA ÚLTIMA SEMANA. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo.
M1. Em quantos dias **NA ÚLTIMA SEMANA** você CAMINHOU por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou para ir para a escola, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício? |__| dia(s)/semana
M2. Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando por dia? |__|,|__| horas *(Se for menos de 1 hora, preencha com 0,5, correspondente a meia hora. Se for 1 hora, preencha com 1,0. Se for mais de 1 hora e menos que 2 horas, preencha com 1,5 e assim por diante).*
M3. Em quantos dias **NA ÚLTIMA SEMANA**, você realizou atividades por pelo menos 10 minutos contínuos como, por exemplo, pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica leve, jogar vôlei, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar moderadamente sua respiração ou batimentos do coração sem suar muito *(NÃO INCLUA CAMINHADA)*? |__| dia(s)/semana
M4. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas, por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia? |__|,|__| horas *(Se for menos de 1 hora, preencha com 0,5, correspondente a meia hora. Se for 1 hora, preencha com 1,0. Se for mais de 1 hora e menos que 2 horas, preencha com 1,5 e assim por diante).*
M5. Em quantos dias **NA ÚLTIMA SEMANA**, você realizou atividades por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo, correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar MUITO sua respiração ou batimentos do coração e fez você suar muito. |__| dia(s)/semana
M6. Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas, por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia? |__|,|__| horas *(Se for menos de 1 hora, preencha com 0,5, correspondente a meia hora. Se for 1 hora, preencha com 1,0. Se for mais de 1 hora e menos que 2 horas, preencha com 1,5 e assim por diante).*
Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa, visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.
M7. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um dia de semana? |__|,|__| horas *(Se for menos de 1 hora, preencha com 0,5, correspondente a meia hora. Se for 1 hora, preencha com 1,0. Se for mais de 1 hora e menos que 2 horas, preencha com 1,5 e assim por diante. Se for mais de nove horas, preencha com 9,0).*
M8. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um dia de final de semana? |__|,|__| horas *(Se for menos de 1 hora, preencha com 0,5, correspondente a meia hora. Se for 1 hora, preencha com 1,0. Se for mais de 1 hora e menos que 2 horas, preencha com 1,5 e assim por diante. Se for mais de nove horas, preencha com 9,0).*
M9. Como você vai e como você volta da escola? 1 ☐ Andando 2 ☐ De bicicleta 3 ☐ De ônibus 4 ☐ De carro 5 ☐ Outros

ANEXO D – Dados obtidos no ano de 2011 (2ª fase do ELANA)

ID	DATA DA AVALIAÇÃO	HORÁRIO	AVALIADOR
|__|__|__|__|	|__|__|/|__|__|/|__|__|	|__|__|:|__|__|	|__|__| _____

APRESENTAÇÃO

Caro estudante,

Este questionário apresenta perguntas relacionadas à sua saúde. As respostas serão para uso exclusivo da pesquisa. Esta primeira página é destacada e servirá somente para identificar você na sua avaliação de peso, altura e outras medidas. Todas as outras informações que você fornecer serão totalmente sigilosas e o seu nome não será divulgado em nenhum momento da pesquisa.

Muito obrigado(a) pela sua participação!

A. IDENTIFICAÇÃO

A1. Nome:

A2. Data de Nascimento: |__|__|/|__|__|/|__|__|__|__|

A3. Sexo: 1 ☐ Menino 2 ☐ Menina | **A3.1** Está grávida? 1 ☐ Sim 2 ☐ Não

A4. Endereço:

A5. Bairro: | **A6.** CEP: |__|__|__|__|__|-|__|__|__|

A7. Telefone: |__|__|__|__|-|__|__|__|__| | **A8.** Celular: |__|__|__|__|-|__|__|__|__|

A9. Escola:

A10. Turma: | **A11.** Série:

B. ANTROPOMETRIA E COMPOSIÇÃO CORPORAL

Para preenchimento pela equipe de pesquisa.

B0: ***NÃO FOI REALIZADA.*** *MOTIVO: 1* ☐ *Gravidez 2* ☐ *Deficiência física impeditiva*

B1. Massa corporal: |__|__|__|,|__| kg

B2. Estatura: **B2.1** 1ª medida: |__|__|__|,|__|cm

B2.2 2ª medida: |__|__|__|,|__|cm

B2.3 Média: |__|__|__|,|__|cm

B. ANTROPOMETRIA E COMPOSIÇÃO CORPORAL

Para preenchimento pela equipe de pesquisa.

B3. Circunferência da cintura: B3.1 1ª medida: |___|___|___|, |___| cm

B3.2 2ª medida: |___|___|___|, |___| cm

B4. Impedância: B4.1 Resistência (1ª medida): |___|___|___| B4.2 Resistência (2ª medida): |___|___|___|

ANEXO E - Dados obtidos no ano de 2012 (3ª fase do ELANA)

Para preenchimento pela equipe de pesquisa.

ID	DATA DA AVALIAÇÃO	HORÁRIO	AVALIADOR
|__|__|__|__|	|__|__|/|__|__|/|__|__|	|__|__|:|__|__|	|__|__| _____

APRESENTAÇÃO
Caro estudante,
Este questionário apresenta perguntas relacionadas à sua saúde. As respostas serão para uso exclu da pesquisa. Esta primeira página é destacada e servirá somente para identificar você na sua avalia de peso, altura e outras medidas. Todas as outras informações que você fornecer serão totalm sigilosas e o seu nome não será divulgado em nenhum momento da pesquisa.
Muito obrigado(a) pela sua participação!

A. IDENTIFICAÇÃO		
A1. Nome:		
A2. Data de Nascimento: |__|__|/|__|__|/|__|__|__|__|		
A3. Sexo: 1 ☐ Menino 2 ☐ Menina		
A4. Endereço:		
A5. Bairro:	**A6.** CEP: |__|__|__|__|__|-|__|__|__|	
A7. Telefone fixo:|__|__|__|__|-|__|__|__|__|		
A8. Seu número de Celular: |___|___|___|___| - |___|___|___|___|		
A9. Escola:		
A10. Turma:	**A11.** Série:	**A12.** Email:
A13. Nome da Mãe:		
A14. Número de celular da mãe: |__|__|__|__|-|__|__|__|__|		
Na ausência do número de celular da mãe informar o número de celular de um responsável e o nom deste responsável): |__|__|__|__|-|__|__|__|__|Nome do responsável: _____		
A15. Marque com um X quais, entre as pessoas abaixo, moram com você na maior parte da semana		
1|__| Mãe 2|__| Madrasta ou companheira do pai 3|__| Pai 4|__| Padrasto ou companheiro da 5|__| Avó materna 6|__| Avô materno 7|__| Avó paterna 8|__| Avô paterno.		

B. ANTROPOMETRIA E COMPOSIÇÃO CORPORAL *Para preenchimento pela equipe de pesquisa.* **B0.** ***NÃO FOI REALIZADA.*** *MOTIVO: 1* ☐ *Gravidez 2* ☐ *Deficiência física impeditiva*	
B1. Massa corporal: |__|__|__|,|__| kg	
B2. Estatura: **B2.1** 1ª medida: |__|__|__|,|__| cm **B2.2** 2ª medida: |__|__|__|,|__| cm **B2.3** Média: |__|__|__|,|__| cm	
B3. Circunferência da cintura: **B3.1** 1ª medida: |__|__|__|,|__| cm **B3.2** 2ª medida: |__|__|__|,|__| cm	
B4. Impedância: **B4.1** Resistência (1ª medida): |__|__|__| **B4.3** Reactância (1ª medida): |__|__|	**B4.2** Resistência (2ª medida): |__|__| **B4.4** Reactância (2ª medida): |__|__|
B5. Percentual de gordura: |__|__|,|__| %	
B6. Massa magra: |__|__|__|,|__| kg	**B7.** Massa gorda: |__|__|__|,|__| kg

ANEXO F - Dados obtidos no ano de 2013 (4ª fase do ELANA)

ESTUDO LONGITUDINAL DE AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE ADOLESCENTES
PROJETO ELANA

Para preenchimento pela equipe de pesquisa.

ID	DATA DA AVALIAÇÃO	HORÁRIO	AVALIADOR
|__|__|__|__|	|__|__|/|__|__|/|__|__|	|__|__|:|__|__|	|__|__| _____

APRESENTAÇÃO
Cara estudante,
Este questionário apresenta perguntas relacionadas à sua saúde. As respostas serão para uso exclusivo da pesquisa. Esta primeira página é destacada e servirá somente para identificar você na sua avaliação de peso, altura e outras medidas. Todas as outras informações que você fornecer serão totalmente sigilosas e o seu nome não será divulgado em nenhum momento da pesquisa.
Muito obrigada pela sua participação!

A. IDENTIFICAÇÃO		
A1. Nome:		
A2. Data de Nascimento: |__|__|/|__|__|/|__|__|__|__|		
A3. Sexo: 1 ☐ Menino 2 ☐ Menina		
A4. Endereço:		
A5. Bairro:	**A6.** CEP: |__|__|__|__|__|-|__|__|__|	
A7. Telefone fixo:|__|__|__|__|-|__|__|__|__|		
A8. Seu número de Celular: |__|__|__|__| - |__|__|__|__|		
A9. Escola:		
A10. Turma:	**A11.** Série:	**A12.** Email:
A13. Nome da Mãe:		
A14. Número de celular da mãe: |__|__|__|__|-|__|__|__|__| ***Na ausência do número de celular da mãe informar o número de celular de um responsável e o nome deste responsável):*** |__|__|__|__|-|__|__|__|__| ***Nome do responsável:*** _____		
A15. Marque com um X quais, entre as pessoas abaixo, moram com você na maior parte da semana? 1|__| Mãe 2|__| Madrasta ou companheira do pai 3|__| Pai 4|__| Padrasto ou companheiro da mãe 5|__| Avó materna 6|__| Avô materno 7|__| Avó paterna 8|__| Avô paterno.		

B. ANTROPOMETRIA E COMPOSIÇÃO CORPORAL *Para preenchimento pela equipe de pesquisa.* **B0.** ***NÃO FOI REALIZADA.*** *MOTIVO:* *1* ☐ *Gravidez* *2* ☐ *Deficiência física impeditiva*
B1. Massa corporal: |__|__|__|, |__| kg
B2. Estatura: **B2.1** 1ª medida: |__|__|__|, |__| cm **B2.2** 2ª medida: |__|__|__|, |__| cm **B2.3** Média: |__|__|__|, |__| cm
B3. Circunferência da cintura: **B3.1** 1ª medida: |__|__|__|, |__| cm **B3.2** 2ª medida: |__|__|__|, |__| cm
B4. Impedância: **B4.1** Resistência (1ª medida): |__|__|__| **B4.2** Resistência (2ª medida): |__|__|__| **B4.3** Reactância (1ª medida): |__|__| **B4.4** Reactância (2ª medida): |__|__|
B5. Percentual de gordura: |__|__|, |__| %
B6. Massa magra: |__|__|__|, |__| kg **B7.** Massa gorda: |__|__|__|, |__| kg

ANEXO G – Carta de aceite das escolas privadas

COLÉGIO
SANTA MÔNICA
Fundado em 1937

Rio de Janeiro, 26 de agosto de 2009.

De: Colégio Santa Mônica

Para: Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Medicina Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Assunto: Carta de Aceite referente ao Projeto de Pesquisa 'Estudo Longitudinal de Avaliação Nutricional de Adolescentes (ELANA)

Declaro, em nome do **Colégio Santa Mônica**, ter conhecimento do Projeto de Pesquisa intitulado "Estudo Longitudinal de Avaliação Nutricional de Adolescentes (ELANA)", coordenado pela professora Gloria Valeria da Veiga, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, em parceria com o Instituto de Medicina Social da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, dando-lhe consentimento para realizar a pesquisa nos Colégios Santa Mônica (Unidades de Bonsucesso, Taquara, Cachambi e São Gonçalo), coletando os dados citados no projeto, entre os adolescentes, durante o período estabelecido pelo cronograma do mesmo. Estamos também cientes e concordamos com a publicação dos resultados encontrados, sendo obrigatoriamente garantido o anonimato de todos os participantes, bem como do Colégio Santa Mônica.

Atenciosamente,

Felipe de Castro Souza
Superintendente

www.colegiosantamonica.com.br

Bonsucesso	Cachambi	Maré (Unidade Assistencial)	São Gonçalo	Taquara
Av. dos Democráticos, 1251	Rua Hermínia, 2	Rua Evanildo Alves, 83 - Pq. da Maré	Av. Paula Lemos, 298	Rua Padre Ventura,184
CEP 21050-000	CEP 20780-230	CEP 21043-230	CEP 24461-000	CEP 22710-266
Telefax: 3682-2000	Telefax: 2113-2000	Telefax: 3885-0469	Telefax: 3119-0248	Telefax: 2114-2000

Ouvidoria: ouvidoria@colegiosantamonica.com.br

ANEXO H – Carta de aceite das escolas públicas

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO
COORDENADORIA REGIONAL DA REGIÃO METROPOLITANA VIII
GERÊNCIA DE ENSINO, GESTÃO E INTEGRAÇÃO

Ofício/Ensino N° 061/2009 Niterói, 15 de julho de 2009

De: Gerência de Ensino, Gestão e Integração
Para: Direção dos Colégios Estaduais Aurelino Leal e Raul Vidal

Assunto: Carta de Apresentação
Projeto de pesquisa sobre nutrição - UFRJ

Prezadas Diretoras,

A equipe do Departamento de Nutrição da UFRJ que desenvolve o Projeto "Evolução do estado nutricional de adolescentes estudantes de escolas públicas estaduais de Niterói – RJ: comparação de estudos realizados em 2003 e 2009", apresentou-nos relatório das atividades executadas e dos principais resultados alcançados, bem como nova proposta para análise.

Avaliada a documentação, concluímos pela relevância do trabalho e consideramos ser, a apreciação de seus dados, de possível grande valia para aplicação por vários segmentos para medidas que possam corrigir problemas relacionados à alimentação, ao crescimento, à saúde física e psicológica dos alunos.

Sendo assim, autorizamos o contato com as escolas e, mediante o êxito obtido pelo Projeto em experiências anteriores em sua unidade escolar, solicitamos sua sempre inestimável atenção no sentido de facilitar o necessário contato com os alunos e pais para ver se há interesse na retomada do mesmo.

Atenciosamente,

Beatriz Trézze
Gerência de Ensino, Gestão e Integração

Beatriz Vianna da Rocha Trézze
Gerente
Gerência de Ensino, Gestão e Integração
CR Metropolitana VIII - Niterói
Mat. 0280896-2

Rita de Cássia [illegible] de S
Coordenadora Regional
Metropolitana VIII - Niterói
Mat. 5.013.305-7

ANEXO I – Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Propósitos do estudo: Na escola em que seu(sua) filho(a) estuda será desenvolvida uma pesquisa sobre o estado nutricional e os fatores que podem interferir no mesmo. Neste estudo serão realizadas as medidas de peso, altura, circunferência da cintura e gordura corporal. Será feita também uma auto-avaliação do estágio de desenvolvimento puberal, na qual o próprio adolescente marcará, em formulário próprio, em que fase de desenvolvimento se encontra, mediante observação de figuras ilustrativas do desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários. As avaliações acontecerão a cada semestre letivo, por período de 4 anos.

Seu filho irá responder a um questionário sobre consumo alimentar, atividade física, imagem corporal, relação com os colegas, qualidade de vida e comportamentos relacionados à alimentação. Também será avaliado quanto à resistência física por meio de um teste de corrida acompanhado por Educador Físico. A coleta dos dados será realizada em cada semestre, a partir de março de 2010, no período escolar, com marcação prévia e apenas após a explicação detalhada dos procedimentos ao adolescente e mediante o seu consentimento e o de seus pais e/ou responsáveis.

Seu filho será informado do diagnóstico quanto ao seu estado nutricional e aptidão física, podendo ser encaminhado para orientação nutricional, se houver indicação. As informações globais serão enviadas para a direção da escola e servirão de base para programar possíveis atividades futuras que tenham a finalidade de promover a saúde do adolescente.

Privacidade: As informações obtidas nesta investigação são confidenciais. Os dados individuais serão fornecidos somente para o participante do estudo. As informações científicas resultantes poderão ser apresentadas em eventos científicos, como congressos, e publicados em revistas científicas, sem que a identidade dos participantes seja revelada.

Participação voluntária: A participação do adolescente neste estudo será totalmente voluntária e não está condicionada a qualquer tipo de remuneração. O adolescente poderá desistir de participar do estudo, a qualquer momento, sem nenhum tipo de represália ou prejuízo.

Com quem você deve entrar em contato em caso de dúvida:

Se você tiver dúvidas sobre o estudo ou algum dado relacionado à pesquisa pode entrar em contato com os supervisores do trabalho de campo, Alice Helena Pacheco [Telefone: (21) 2334-0504 ramal 160 ou e-mail: alicelena@gmail.com], Tatiana Tavares Ribeiro [Telefone: (21) 2334-0504 ramal 160 ou e-mail: tatiribeironut@yahoo.com.br] e Ana Carolina Reiff [Telefone: (21) 2334-0504 ramal 158 ou e-mail: carolreiff@gmail.com], a qualquer momento que você julgar necessário, assim como com a Profª Gloria Valeria da Veiga, do Instituto de Nutrição Josué de Castro da UFRJ [Telefone: (21) 2562-6595 ou e-mail: gvveiga@globo.com]. Suas dúvidas também podem ser enviadas ao Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Medicina Social da UERJ (CEP-IMS), situado na Rua São Francisco Xavier, 524 - sala 7.003-

D, Maracanã, Rio de Janeiro (RJ), CEP 20559-900, telefone (21) 2334-0235 ramal 108, fax (21) 2264-1142 e e-mail: cep-ims@ims.uerj.br.

Declaro, por meio deste termo, que concordo e autorizo a participação do meu (minha) filho(a) _____,

(coloque na linha acima o nome do(a) adolescente)

estudante do colégio _____, cursando a série _____ e a turma _____, caso ele(a) assim o deseje, na pesquisa intitulada Estudo Longitudinal sobre Avaliação do Estado Nutricional de Adolescentes, desenvolvida pelo Instituto de Medicina Social (IMS) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e pelo Instituto de Nutrição Josué de Castro (INJC) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

ID: |__|__|__|__| *(Para preenchimento pela equipe de pesquisa).*

Por favor, preencha as informações abaixo:

1) Qual foi a última série (ou ano) e o último grau concluídos, na escola, pelos pais ou responsáveis do adolescente?

a) Mãe: |__| série/ano do |__| grau |__| Nunca estudou

b) Pai: |__| série/ano do |__| grau |__| Nunca estudou

Atenção: Marque 1º grau se for Ensino Fundamental (antigo primário e ginásio), 2º grau se for Ensino Médio (antigo colegial ou científico) e 3º grau se for Ensino Superior.

2) Informe quem é o chefe da família (aquele que contribui com a maior parte da renda para manutenção da casa): 1|__| Mãe 2|__| Pai 3|__| Quem? _____.

3) Caso o chefe da família não seja o pai nem a mãe, por favor, informe a escolaridade do chefe da família: |__| série/ano do |__| grau.

4) Marque com um X quais, entre as pessoas abaixo, moram com o(a) adolescente na maior parte da semana?

1|__| Mãe 2|__| Madrasta ou companheira do pai 3|__| Pai 4|__| Padrasto ou companheiro da mãe 5|__| Avó materna 6|__| Avô materno 7|__| Avó paterna 8|__| Avô paterno.

5) Informe, abaixo, o peso e a altura dos pais do(a) adolescente:

a) Mãe: peso: _____ kg altura: _____ m *(Exemplo: 1,55 m).*

b) Pai: peso: _____ kg altura: _____ m *(Exemplo: 1,55 m).*

6) O(A) seu(sua) filho(a) tem algum problema de saúde que o impeça de realizar uma corrida? 1|__| Sim. Qual(is)? _____ 2|__| Não.

7) Algum médico ou profissional de saúde informou que seu(sua) filho(a) não deve praticar atividade física atualmente? 1|__| Sim 2|__| Não.

_____, _____ de _____ de _____.

_____ _____

Assinatura do pai ou mãe ou responsável Assinatura do(a) adolescente participante

_____

Assinatura do(a) pesquisador(a)

AGRADECEMOS A SUA COLABORAÇÃO!

ANEXO J – Fichas de resultados da avaliação antropométrica entregues aos alunos

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Instituto de Nutrição Josué de Castro
Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Instituto de Medicina Social

Nome: _____ **Idade:** _____**anos** **Data da Avaliação:**_____/_____/_____

Caro estudante, agradecemos a sua participação na pesquisa **"Estudo Longitudinal de Avaliação Nutricional de Adolescentes"**. Abaixo são apresentados os resultados da sua Avaliação Nutricional.

Peso: _____kg
Altura: _____m
Índice de Massa Corporal (IMC):_____kg/m²
(O IMC indica se seu peso está adequado para a sua altura)

Você está com:
( ) Baixo peso
( ) Peso adequado
( ) Excesso de peso

Circunferência da cintura (CC): _____cm
(A CC elevada indica riscos de doenças do coração)

Valores de referência para CC:

	Mulheres	Homens
( ) Adequado	até 80cm	até 94cm
( ) Risco Moderado	acima de 80cm	acima de 94cm
( ) Risco Elevado	acima de 88cm	acima de 102cm

Percentual de gordura corporal (% de GC): _____%
(A gordura corporal elevada indica risco aumentado para várias doenças)

Valores de referência para % de GC:

	Mulheres	Homens
( ) Abaixo do adequado	<20%	<12%
( ) Adequado	20 a 30%	12 a 25%
( ) Acima do adequado	> 30%	> 25%

Avaliação da **Maturação Sexual** (indica em que fase do crescimento você se encontra):

Meninos: Seu estágio de genitália indica:
( ) Início do crescimento
( ) Fase de crescimento acelerado
( ) Fase final do crescimento

Meninas: Seu estágio da mama indica:
( ) Início do crescimento
( ) Fase de crescimento acelerado
( ) Fase final do crescimento

ANEXO K – Aprovação no Comitê de Ética

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
Instituto de Medicina Social
Rua São Francisco Xavier, 524 / 7º andar / Bloco D - Maracanã
CEP: 20550.900 - Rio de Janeiro - BRASIL
TEL: 55-021-2334-0504 ramal 108
FAX: 55-021-2334-2152

DECLARAÇÃO

Declaramos que o protocolo do projeto de pesquisa "Estudo longitudinal de avaliação nutricional de adolescentes (ELANA)" (CAAE – 0020.0.259.000-09), coordenado por Rosely Sichieri, foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Medicina Social da UERJ, em reunião realizada no dia 18/08/2009.

Rio de Janeiro, 22 de setembro de 2009

p/ Amarilis Geteiz
MARIA HELENA COSTA-COUTO
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa
Instituto de Medicina Social