

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



TESE DE DOUTORADO

**ATIVIDADE FÍSICA DURANTE A ADOLESCENCIA E COMPOSIÇÃO  
CORPORAL AOS 18 ANOS EM PERTENCENTES À COORTE DE NASCIMENTOS  
DE PELOTAS/RS DE 1993**

**Virgílio Viana Ramires**

**Pelotas, 2015**

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

**Atividade física durante a adolescência e composição corporal aos 18 anos em  
pertencentes à Coorte de nascimentos de Pelotas de 1993**

Doutorando: Virgílio Viana Ramires  
Orientadora: Helen Gonçalves  
Coorientador: Samuel Carvalho Dumith

A apresentação desta tese é um requisito do Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas (PPGE/UFPel) para obtenção do título de doutor em Epidemiologia.

Pelotas, RS, Fevereiro de 2015.

174a Ramires, Virgílio Viana

Atividade física durante a adolescência e composição corporal aos 18 anos em pertencentes à Coorte de Nascimentos de Pelotas 1993. / Virgílio Viana Ramires; orientadora Helen Gonçalves. – Pelotas: UFPel, 2015.  
229 f.: il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pelotas; Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia, 2015.

1. Epidemiologia 2 Atividade física I. Título.

CDD 614.4

Ficha catalográfica: M. Fátima S. Maia CRB 10/1347

**Virgílio Viana Ramires**

**Atividade física durante a adolescência e composição corporal aos 18 anos em  
pertencentes à Coorte de nascimentos de Pelotas de 1993**

**BANCA EXAMINADORA**

Professora Doutora Helen Gonçalves

Presidente da Banca – UFPel, RS

Professor Doutor Pedro Curi Hallal

Membro da Banca – UFPel, RS

Professora Doutora Maria Cecília Formoso Assumpção

Membro da Banca – UFPel, RS

Professor Doutor Felipe Fossati Reichert

Membro da Banca – UFPel, RS

## **AGRADECIMENTOS**

Se eu fosse descrever minha gratidão, seriam necessárias dezenas de páginas para contemplar todos que contribuíram para tornar este sonho possível. Por isso, não farei agradecimentos a pessoas específicas, certamente esqueceria alguém muito importante neste processo.

Uma exceção apenas: minha família. Tenho que agradecer a ela, que é minha fonte de inspiração para todas as batalhas e conquistas.

Ao longo destes quatro anos de doutorado muitos foram aqueles que me estenderam a mão de diversas formas: sorriso, cafezinho, uma chave, informação, dica, conselho, explicação, material de estudo, apoio moral, carinho, atenção, compreensão, puxões de orelha,... E, assim, todos contribuíram para que eu pudesse seguir minha caminhada e concluir o doutorado.

Portanto, chego ao final desta jornada com a certeza de que sou merecedor desta conquista e de que só foi possível com todo o apoio recebido ao longo deste período.

A todos, meu Muitíssimo Obrigado!!!

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	1
PROJETO DE PESQUISA.....	4
MUDANÇAS EM RELAÇÃO AO PROJETO ORIGINAL.....	89
RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO.....	91
ARTIGOS.....	139
ARTIGO 1.....	140
ARTIGO 2.....	170
ARTIGO 3.....	198
MATÉRIA PARA IMPRENSA.....	224

# **Apresentação**

## APRESENTAÇÃO

Esta tese representa a conclusão de um conjunto de atividades realizadas ao longo do período de quatro anos (2011-2015), no qual desenvolvi meu doutorado. O trabalho constituiu-se de uma pesquisa inserida na Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas, RS e é um dos requisitos para conclusão do curso de doutorado em Epidemiologia de Virgílio Viana Ramires, o qual teve como orientadora a Professora Dra. Helen Gonçalves, do Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas e como coorientador o Professor Dr. Samuel Carvalho Dumith, do Programa de Pós-Graduação em saúde Pública da Universidade Federal do Rio Grande.

A referida tese é composta de quatro partes: 1) projeto de pesquisa; 2) relatório de trabalho de campo; 3) artigos originais e 4) matéria para a imprensa. Após a defesa do projeto algumas alterações foram realizadas. O artigo 2 foi alterado em relação ao desfecho utilizado, passando de percentual de gordura (%G) para índice de massa gorda (IMG). Além disso, foi acrescentado o índice de massa magra (IMM) como segundo desfecho. O artigo 3 também sofreu uma modificação total em relação a proposta original. Os títulos dos artigos apresentados neste volume estão descritos a seguir.

**Artigo 1:** Revisão sistemática da literatura sobre o tema atividade física e gordura corporal durante a adolescência, intitulada “Longitudinal association between physical activity and body fat during adolescence: a systematic review”, aceito para publicação no *International Journal of Physical Activity & Health* (JPAH), com previsão de publicação no volume de setembro de 2015.

**Artigo 2:** Artigo original, o qual foi desenvolvido com o objetivo de verificar os efeitos das trajetórias de atividade física total, moderada e vigorosa sobre a massa gorda e massa magra em adolescentes, intitulado “Efeitos da atividade física ao longo da adolescência sobre a composição corporal aos 18 anos: coorte de nascimentos de pelotas, 1993”. Após incorporação das sugestões da banca o artigo será traduzido para a língua Inglesa e submetido ao periódico *Medicine & Science in Sports & Exercise* (MSSE).

**Artigo 3:** Artigo original, cujo principal objetivo foi de verificar os efeitos da prática consistente de atividade física moderada a vigorosa, entre os 13 e 18 anos, sobre a gordura corporal no início da idade adulta, intitulado “Atividade física moderada a vigorosa durante a adolescência e seus efeitos sobre gordura corporal em adultos jovens”. Após incorporação das



sugestões da banca o artigo será traduzido para a língua Inglesa e submetido ao periódico *International Journal Obesity (IJO)*.

# **Projeto de Pesquisa**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**FACULDADE DE MEDICINA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA**



**TRAJETÓRIA DE ATIVIDADE FÍSICA NA ADOLESCÊNCIA E**  
**GORDURA CORPORAL AOS 18 ANOS**

**PROJETO DE PESQUISA**

**Doutorado em Epidemiologia**

Doutorando: Virgílio Viana Ramires

Orientador(a): Helen Gonçalves

Coorientador: Samuel de Carvalho Dumith

**PELOTAS-RS**

**2012**

## **LISTA DE ABREVIATURAS:**

**AF** – Atividade física

**CC** – Circunferência da cintura

**DXA** – Absortometria de raios-x de dupla energia

**IMC** – Índice de massa corporal

**IMG** – Índice de massa gorda

**IMLG** – Índice de massa livre de gordura

**MET** – Unidade metabólica de repouso (gasto energético quando um indivíduo encontra-se em repouso)

**MM** – Massa magra

**MG** – Massa gorda

**RCQ** – Razão cintura quadril

**SDC** – Somatório de dobras cutâneas

**TCLE** – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**%G** – Percentual de gordura

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais acompanhamentos do estudo de coorte de nascimentos de 1993, Pelotas (RS).....	54
Tabela 2 - Resumo dos subestudos desenvolvidos com os membros da coorte de nascimentos de 1993, Pelotas (RS).....	55
Tabela 3 - Variáveis que serão utilizadas para controle de confundimento na análise multivariável.....	62

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais componentes dos quatro níveis corporais – adaptada de Heymsfield et al. (1997).....	18
Figura 2 - Composição corporal hipotética em três indivíduos com a mesma altura – adaptado de Wells et al. (2002).....	20

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estudos longitudinais sobre a associação entre AF e gordura corporal em adolescentes, com desfecho durante a adolescência e/ou na idade adulta (8 a 39 anos).....	38
Quadro 2 - Simulações para Risco Relativo conforme variação do desfecho e proporção de expostos e não-expostos.....	58
Quadro 3 - Resumos das coletas de AF realizadas com os informantes da coorte de nascimento de Pelotas de 1993.....	59

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	14
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	16
2.1. COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	16
2.1.1. MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL .....	16
2.1.2. PREVALÊNCIAS DE SOBREPESO E OBESIDADE NA ADOLESCÊNCIA .....	22
2.1.3. FATORES ASSOCIADOS À OBESIDADE EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES .....	23
2.1.4. SOBREPESO, OBESIDADE E MORBIMORTALIDADE .....	25
2.1.5. TRAJETÓRIAS DE SOBREPESO E OBESIDADE NA TRANSIÇÃO DA ADOLESCÊNCIA PARA A IDADE ADULTA .....	26
2.2. ATIVIDADE FÍSICA NA ADOLESCÊNCIA .....	27
2.2.1. AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE FÍSICA NO ESTUDO DE COORTE DE NASCIMENTO EM PELOTAS-1993.....	27
2.2.2. PREVALÊNCIAS DE AF NA ADOLESCÊNCIA .....	29
2.2.3. TRACKING DE AF DA ADOLESCÊNCIA PARA A VIDA ADULTA.....	31
2.3. RELAÇÃO ENTRE ADIPOSIDADE E ATIVIDADE FÍSICA .....	33
2.3.1. ASSOCIAÇÃO ENTRE AF E GORDURA CORPORAL EM ADOLESCENTES.....	33
2. JUSTIFICATIVA.....	50
4. OBJETIVOS .....	51
4.1. OBJETIVO GERAL .....	51
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	51
5. HIPÓTESES.....	52
6. METODOLOGIA .....	52
6.1. DELINEAMENTO .....	52
6.1.1. BREVE HISTÓRICO DO ESTUDO DE COORTE DE NASCIMENTOS DE 1993, PELOTAS (RS) .....	52
6.2. POPULAÇÃO DE ESTUDO .....	56



6.4. AMOSTRA .....	57
6.5. INSTRUMENTOS .....	58
6.5.1. MEDIDAS DE AF .....	58
6.5.2. MEDIDAS DE COMPOSIÇÃO CORPORAL .....	60
6.6. VARIÁVEIS .....	60
6.6.1. DEPENDENTE .....	60
6.6.2. INDEPENDENTE .....	61
6.7. ANÁLISE DOS DADOS .....	62
6.8. LOGÍSTICA DO ACOMPANHAMENTO .....	63
6.8.1. RECRUTAMENTO E SELEÇÃO DE PESSOAL .....	63
6.8.2. ESTUDO PILOTO .....	64
6.8.3. INÍCIO DO TRABALHO DE CAMPO.....	64
6.9. PROCESSAMENTO DOS DADOS .....	65
6.10. CONTROLE DE QUALIDADE.....	66
6.11. FINANCIAMENTO .....	66
6.12. ASPECTOS ÉTICOS .....	67
7. CRONOGRAMA .....	68
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
9. ANEXOS.....	83
ANEXO I.....	84
ANEXO II .....	85
ANEXO III .....	86
ANEXO IV .....	88

## APRESENTAÇÃO

O sobrepeso e a obesidade vêm aumentando rapidamente, em especial nas duas últimas décadas, afetando a saúde de crianças, adolescentes e adultos. Pesquisas apontam que a condição de sobrepeso e obesidade quando adquirida durante a infância e adolescência é um forte preditor de obesidade na vida adulta.

A adolescência representa um período da vida importante no que se refere à aquisição e estabelecimento de hábitos e também no armazenamento de gordura corporal. Estudos apontam que a prática de atividade física (AF) apresenta redução com o avanço da idade, sendo a adolescência e a transição desta para a idade adulta períodos de grande impacto para a diminuição dos níveis de AF. Também, os baixos níveis de AF e as dietas ricas em carboidratos e gordura, especialmente durante a adolescência, são importantes fatores de risco para o acúmulo excessivo de gordura corporal e o desenvolvimento da obesidade.

Estudos com distintos delineamentos realizados com populações de crianças, adolescentes, adultos e idosos têm demonstrado que há uma relação inversa entre a prática de AF e a quantidade de gordura corporal. Entretanto, os efeitos longitudinais da prática de AF durante a adolescência sobre a quantidade de gordura corporal no período de transição para a idade adulta ainda não estão bem estabelecidos. Assim, o desenvolvimento de um estudo que possibilite explorar esta relação pode contribuir para compreensão sobre se a prática de AF ao longo da adolescência protege contra o acúmulo de gordura corporal aos 18 anos.

O estudo de coorte de nascimento em Pelotas, em 1993, vem realizando diversos acompanhamentos desde o primeiro ano de vida, sendo o último realizado quando os participantes completaram a idade de 18 anos. Nestes acompanhamentos foram coletadas informações socioeconômicas, psicológicas, comportamentais e de saúde. Informações sobre AF aos 11, 15 e 18 anos por meio de questionários e aos 13 e 18 anos através de acelerômetros e composição corporal aos 18 anos (massa gorda, massa magra e massa óssea), mensuradas através do equipamento de absorptometria de raios-x de dupla energia (DXA) foram coletadas e são pretendidas para investigação.

Assim, o presente projeto tem como principal objetivo avaliar os efeitos da prática de AF durante a adolescência com a quantidade de massa gorda e massa magra aos 18 anos de idade. Como objetivo secundário pretende-se avaliar o *tracking* de AF dos 13 aos 18 anos de idade,

mensurada por meio de questionários e de acelerômetros e seus efeitos sobre a massa gorda aos 18 anos.

As formas pretendidas para divulgação dos resultados deste projeto são: o volume final da tese de doutorado, notas para a imprensa e publicação de artigos científicos conforme sugestão de títulos listados abaixo.

- 1- Revisão sistemática da literatura sobre a associação longitudinal entre a prática de Atividade física e adiposidade em adolescentes.
- 2- Trajetória de atividade física dos 11 aos 18 anos e percentual de gordura aos 18 anos, em adolescentes pertencentes ao estudo de coorte de nascimentos em Pelotas, em 1993.
- 3- *Tracking* de atividade física dos 13 aos 18 anos, avaliada por acelerômetros e questionários.

## 1. INTRODUÇÃO

A adolescência é uma fase da vida compreendida entre os 10 e 19 anos (WHO, 2002), caracterizada por muitas mudanças comportamentais, psicológicas, fisiológicas e morfológicas (Sawyer et al., 2012; USDHHS, 2012). Embora muitos hábitos já tenham se firmado anteriormente, esta fase também compreende um período da vida no qual alguns estilos de vida se estabelecem, incluindo os comportamentos relacionados à saúde. Além disso, alguns comportamentos estabelecidos precocemente são preditores de morbidades na vida adulta (WHO, 2002; WHO, 2003).

A adolescência pode ainda ser conceitualmente subdividida em três estágios de desenvolvimento físico, a saber: adolescência precoce (10 aos 13 anos); adolescência média (14 e 15 anos) e fim da adolescência (16 aos 19 anos) e cada período com suas características corporais (WHO, 2002). Resumidamente, durante estes três estágios ocorrem às mudanças nas proporções relativas de músculos, gordura e ossos (Tanner, 1990). É um período de aceleração do crescimento com incrementos na altura, ganho de peso, massa gorda, massa magra e conteúdo mineral ósseo (Rodriguez et al., 2004) com repercussão na vida adulta. Nesta fase, os jovens ganham aproximadamente 50,0% do peso corporal, 20,0% da altura e 50,0% da massa óssea que terão na fase adulta (WHO, 2011) e, é também quando tendem a se estabelecer os padrões de composição corporal para o decorrer da vida (Gordon-Larsen et al., 2004; Kvaavik et al., 2003; Viner and Cole, 2006).

A avaliação da composição corporal possibilita a quantificação dos principais componentes do organismo humano: ossos, músculos e gordura. A sua análise permite verificar as modificações metabólicas e identificar riscos à saúde ao determinar a quantidade de gordura corporal dos indivíduos. Sabe-se que muitos que são classificados como eutróficos pelo Índice de Massa Corporal (IMC) podem, na sua composição corporal, possuir alto percentual de gordura. Todavia, estes mesmos indivíduos podem ainda ser equivocadamente classificados como obesos, quando de fato apresentam uma elevada densidade óssea e grande quantidade de massa muscular.

É fundamental pontuar que a gordura corporal é de grande importância para os seres humanos, visto que desempenha importantes funções no organismo, como a de reserva energética e de isolamento térmico. Porém, quando em excesso, resulta em uma série de alterações fisiológicas que colocam algumas condições de saúde em risco (Camerom, 2002).

A quantidade excessiva de gordura corporal acima dos níveis considerados fisiologicamente saudáveis por algumas instituições de saúde caracteriza uma condição denominada de obesidade, que é definida como uma doença crônica que envolve fatores sociais, culturais, comportamentais, ambientais, psicológicos, metabólicos e genéticos (USDHHS, 2001).

Usualmente a obesidade é definida pelo IMC – obtido pela razão entre o peso (em kg) e a altura (em metros) elevada ao quadrado. Este cálculo é amplamente utilizado na prática clínica e em estudos populacionais como um indicador de adiposidade em crianças, adolescentes e adultos. Em estudos epidemiológicos, diversas definições de sobrepeso e obesidade usando o IMC têm sido utilizadas, entre elas: percentis de IMC, escore z de IMC para a idade, ponto de corte de IMC de  $30 \text{ kg/m}^2$  ou mais (Lobstein et al., 2004). Recente revisão dos pontos de corte para avaliação dos riscos de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes, determinam o  $\text{IMC} \geq 25,4 \text{ kg/m}^2$  para meninos e  $\text{IMC} \geq 25,0 \text{ kg/m}^2$  para meninas, como risco de sobrepeso e  $\text{IMC} \geq 29,7 \text{ kg/m}^2$  como risco de obesidade para ambos os sexos, os quais correspondem à classificação de sobrepeso  $\text{IMC} \geq 25,0 \text{ kg/m}^2$  e obesidade  $\text{IMC} \geq 30,0 \text{ kg/m}^2$  em adultos (Cole, 2000; Lobstein, 2004; Onis, 2007). Cabe ressaltar que o IMC não é capaz de medir quantidade de gordura corporal, sendo assim, não é adequado para indicar sobrepeso e obesidade. Portanto, para medir a gordura corporal é necessário o emprego de métodos e/ou equipamentos capazes de diferenciar a massa de gordura e a massa livre de gordura, e, que permitam estimar a gordura absoluta e relativa como, por exemplo, o DXA e a plestimografia (pelo Bod Pod).

O interesse nas análises sobre as quantidades de gordura está também vinculado ao rápido aumento da prevalência de obesidade na infância e adolescência observada nas últimas décadas, a qual tem afetado países de renda alta, média e baixa (James et al., 2001; Lobstein et al., 2004; Ogden et al., 2010). O Brasil é um exemplo de crescimento destas prevalências (Araújo, 2010; Conde W.L., 2010; IBGE, 2010). Em Pelotas (Rio Grande do Sul), dados recentes apontam que as prevalências de sobrepeso e obesidade em adolescentes com idades entre 10 e 19 anos se situam entre 23,0% e 5,0% (Copetti, 2010; Terres, 2006), proporções que acompanham as tendências mundiais nesta fase de vida e que apontam estas como um importante problema de saúde no município.

A prática de atividade física<sup>1</sup> (AF) pode promover uma série de benefícios à saúde (Hallal et al., 2006; USDHHS,1996), como, por exemplo, a diminuição da porcentagem de gordura corpórea. Ela também desempenha importante papel na prevenção de diversas doenças crônicas (Bauman, 2004) e na redução dos efeitos adversos da obesidade (WHO, 2000). A AF é uma das principais alternativas para a manutenção e a redução do peso corporal (ACSM, 2001).

A investigação da relação entre a AF e a composição corporal, mais especificamente, a gordura corporal, durante a adolescência, tem mostrado uma relação inversa, conforme fora observado em estudos com delineamentos do tipo transversal, experimental e longitudinal (Gutin et al., 2002; Kimm et al., 2005; Lohman et al., 2006). Porém, não está ainda bem estabelecida na literatura científica a influência da prática de AF durante a adolescência sobre a quantidade de gordura corporal na transição para a idade adulta.

Portanto, estudar a relação entre AF e o percentual de gordura corporal (%G), neste período da vida, é de fundamental importância para a melhor compreensão de como estas variáveis se relacionam ao longo da adolescência e de que forma se poderá intervir para combater a epidemia da obesidade. Além disso, poucos são os estudos longitudinais que se detiveram a investigar a associação entre AF e %G em adolescentes, especialmente em países em desenvolvimento que passam por uma transição nutricional e demográfica.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1. COMPOSIÇÃO CORPORAL**

#### **2.1.1. Métodos para avaliação da composição corporal**

O estado nutricional de crianças e adolescentes é um indicador de saúde e bem estar em indivíduos e populações (Zemel et al.,1997). O crescimento na infância e adolescência é uma consequência do aumento no tamanho e número de células. Neste período, os músculos, gordura e ossos estão submetidos a alterações de quantidades absolutas e de proporções

---

<sup>1</sup> Atividade física é definida como qualquer movimento do sistema musculoesquelético, que resulta em gasto de energia acima dos níveis de repouso Caspersen, C.J., Powell, K.E.andChristenson, G.M. (1985). "Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research." *Public Health Rep* **100**(2): 126-131.

relativas de proteínas, lipídeos, água e minerais. Tais modificações nas quantidades e proporções de massa gorda (MG) e massa magra (MM) durante a infância e adolescência são significantes e tem repercussões para o longo da vida (Fomon et al.,1982).

Diferenças na composição corporal entre os sexos estão presentes desde o início da vida e emergem mais acentuadamente durante a puberdade. Estas são atribuídas principalmente a ação dos hormônios esteroides, os quais conduzem o dimorfismo sexual durante o desenvolvimento da puberdade (Wells, 2007). Durante a puberdade, cerca de 95,0% e 85,0% do ganho de peso corporal em meninos e meninas, respectivamente é devido ao aumento de massa livre de gordura. Nas adolescentes, a gordura absoluta aumenta rapidamente durante a puberdade, mas não nos adolescentes – assim, as meninas apresentam maiores percentuais de gordura. Durante a puberdade, as diferenças na deposição e no padrão de distribuição da gordura no corpo determinam o dimorfismo entre os sexos (Zafon,2007). Assim sendo, a avaliação da composição corporal durante o crescimento e desenvolvimento corporal é importante para o fornecimento de informações sobre o estado nutricional, uma vez que os compartimentos corporais compostos por ossos, músculos e gordura, são indicativos dos estoques nutricionais (Lohman,1986). Logo, estas medidas são de grande importância para a verificação das condições de saúde dos indivíduos.

Através da avaliação da composição corporal é possível identificar indivíduos em risco de desenvolver doenças pelos níveis de gordura corporal (muito baixos ou muito altos); compreender o metabolismo energético através das mudanças da MM e da MG, que podem levar ao desenvolvimento de certas doenças (Heyward, 2001). Esta avaliação também é utilizada na área clínica ou em pesquisas para: a) avaliar o estado nutricional; b) monitorar o crescimento; c) avaliar a maturação física; d) verificar mudanças corporais relacionadas à idade (Heyward, 2001).

Pesquisas que pretendem avaliar a composição corporal podem estudar os componentes organizados em cinco níveis de acordo com o grau de complexidade: atômico, molecular, celular, tecidos e corpo inteiro (Wang et al.,1992). Os principais componentes dos quatro níveis de composição corporal estão resumidos na Figura 1.

Atômico	Molecular	Celular	Tecidos
N, Ca, P, K, Na, Cl	Lipídeos	Células adiposas	Tecido Adiposo
H	Água	Células	
C	Proteínas	Fluídos extracelulares	Músculo esquelético
O			Vísceras e tecido residual
		Glicogênio	Sólidos extracelulares
	Minerais		

**Figura 1.** Principais componentes dos quatro níveis corporais – adaptado de (Heymsfield et al.,1997).

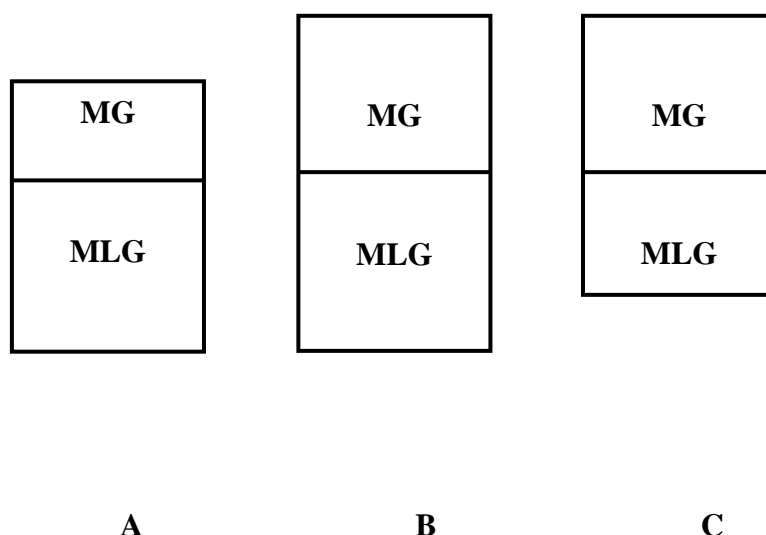
A avaliação da composição corporal é realizada de acordo com a quantidade dos conteúdos muscular, ósseo, gordura e resíduos. Para sua avaliação, os modelos de mensuração mais utilizados baseiam-se em até quatro compartimentos (Ellis,2000). No modelo de dois compartimentos o corpo é dividido em dois componentes: o conteúdo de gordura corporal e os demais considerados como MLG. No modelo de três compartimentos, a MLG é dividida em água e conteúdos sólidos (proteínas e minerais). No de quatro compartimentos ela é dividida em MM, conteúdo extracelular líquido (água) e sólido (cálcio e minerais) (Ellis, 2000).



Entre os indicadores de composição corporal que podemos estabelecer através de avaliação antropométrica estão o IMC, o percentual de Massa Magra (%MM), o percentual de Gordura (%G), a Densidade Mineral Óssea (DMO), a Circunferência da Cintura (CC), a Razão Cintura Quadril (RCQ), entre outros. No que se refere ao sobrepeso e à obesidade os indicadores mais utilizados são o IMC, a CC e o %G. Neste trabalho será abordada, mais especificamente, a quantidade de gordura corporal absoluta (expressa através do conteúdo de massa gorda total em kg), e o %G, que corresponde à gordura corporal relativa (massa gorda total dividida pela massa corporal total).

Durante muitos anos a medida mais amplamente utilizada para a classificação dos indivíduos com sobrepeso e obesidade foi essencialmente baseada nos pontos de corte do IMC. Porém, recentemente foram publicados estudos que propõem pontos de corte para %G, com base nos dados da população do NHANES (Heo et al., 2012; Laurson et al., 2011). O primeiro deles, publicado por Laurson e colaboradores em 2011, sugere a classificação do %G para meninos e meninas de cinco a 18 anos baseada nos percentis de %G para idade. Nesta proposta, por exemplo, um indivíduo do sexo masculino com %G de 30,3 estaria no percentil 85th e seria classificado com sobrepeso. Se este mesmo indivíduo apresentasse um %G de 35,1, estaria no percentil 90th da curva e seria classificado como obeso (Laurson et al., 2011). O segundo estudo, publicado por Heo e colaboradores (2012), indica uma classificação para o %G com referência nos pontos de corte para o IMC para indivíduos de ambos os sexos de  $\geq 18$  anos. Há outras três categorias de idade (em anos), a saber: 18-29; 30-49 e 50-84. Portanto, segundo esta proposta, uma mulher de 18 anos com %G de 41,8 seria classificada com obesa e este %G corresponderia a um IMC de  $30 \text{ kg/m}^2$  (Heo et al., 2012).

Embora seja uma forma mais acurada que o IMC para avaliação da gordura corporal, um importante aspecto a ser observado na avaliação %G, quando abordamos o risco de doenças e a classificação de sobrepeso e obesidade, é o ajuste para altura. Quando não realizado, pode ocorrer de que indivíduos com a mesma altura apresentem diferentes %G devido à diferença na quantidade de MLG (Wells, 2001). Para exemplificar esta situação segue um esquema ilustrativo, o qual demonstra que o %G é maior em **B** que em **A** devido a maior MG, mas é maior em **C** que em **B** devido ao menor MLG.



**Figura 2.** Composição corporal hipotética em três indivíduos com a mesma altura – adaptado de Wells et al. (2002).

Diante destas considerações, há recomendações de pesquisadores para que os componentes de MG e MLG sejam ajustados para altura dos indivíduos pela divisão pelo quadrado da altura ( $MG/h^2$  e  $MLG/h^2$ ), permitindo que cada componente seja ajustado para altura separadamente (Wells, 2001; Wells and Cole, 2002).

A tomada de medidas de composição corporal com objetivos de monitoramento e identificação de indivíduos em risco à saúde dispõe de vários métodos e equipamentos confiáveis. Entre eles estão aqueles que permitem a mensuração do %G, tais como: pesagem subaquática, plestimografia por deslocamento de ar por meio do equipamento chamado de BODPOD, absorptometria de raios-x de dupla energia (DXA), ressonância magnética, tomografia computadorizada e diluição de deutério (água duplamente marcada). Estes métodos e equipamentos são considerados as alternativas mais confiáveis para a obtenção de medidas precisas de gordura corporal total (Rodriguez et al., 2004).

Embora forneçam medidas precisas, estes métodos não são frequentemente utilizados em pesquisas com grandes amostras, como as de coorte e de base populacional. Os motivos mais contundentes para o não uso estão relacionados ao alto custo destes equipamentos e ao tempo despedido para tomada destas medidas (Rodriguez et al., 2004). Assim, as medidas mais utilizadas para a avaliação de gordura corporal total em populações são a antropometria e a bioimpedância (Gallagher and Song, 2003; Rodriguez et al., 2004).

Para prever a gordura corporal em pesquisas com adolescentes, são mais utilizadas as medidas antropométricas de dobras cutâneas, RCQ e a CC (Rodriguez et al., 2004). O IMC é outra medida que apresenta boa sensibilidade e especificidade para a triagem de adolescentes com excesso de gordura corporal (Freedman and Sherry, 2009; Rodriguez et al., 2004). Porém, embora seja de baixo custo e de fácil mensuração, ele apresenta uma série de limitações já apontadas por diferentes estudos (Freedman and Sherry, 2009; Rodriguez et al., 2004; Sweeting, 2007; Wells et al., 2002), tais como:

- a) variação conforme o sexo, idade e nível de maturidade biológica;
- b) desconsidera a porcentagem e a distribuição da gordura corporal;
- c) pode classificar erroneamente os indivíduos com excesso de adiposidade, visto que não considera as diferenças entre %MM e %G. O IMC pode superestimar a gordura em indivíduos muito musculosos e subestimar gordura corporal naqueles com pouca massa muscular;
- d) é muito variável conforme idade e sexo para um de seus componentes: a altura;
- e) não há uniformidade quanto à forma de classificação para sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes (escore z, percentil, pontos de corte específicos para idade).

Portanto, no âmbito da pesquisa, comparando as informações obtidas com os equipamentos mais complexos e as medidas antropométricas de fácil medição e baixo custo (como o IMC), emerge a necessidade de desenvolver estudos com métodos mais acurados, que possibilitem a interpretação da composição corporal com maior precisão. Esta última, no entanto, pode ser obtida através da avaliação da gordura corporal, por meio do uso de equipamento (como o DXA), que apresenta boa correlação e concordância com as avaliações provenientes da medida dos quatro compartimentos, e é aceito em muitos estudos sobre o tema como um método de referência para avaliação da composição corporal (Fields, 2000; Sopher et al., 2004; Wells et al., 1999).

### 2.1.2. Prevalências de sobrepeso e obesidade na adolescência

O rápido aumento nas taxas de sobrepeso e obesidade entre crianças e adolescentes, ao longo dos últimos 20 anos, desvelou um importante problema de saúde pública (Ebbeling et al., 2002). Estudos que investigaram o sobrepeso e a obesidade, com base nos pontos de corte estabelecidos para o IMC, têm observado elevadas proporções e tendências de aumento dessas duas condições nas últimas décadas (Araújo, 2010; Conde W.L., 2010; Copetti, 2010; Lobstein et al., 2004; Ogden et al., 2010; Terres, 2006; USDHHS, 2012; WHO, 2011).

Segundo o *Health Behaviour in School-Aged Children Study* (HBSC), que é um sistema europeu de monitoramento desenvolvido para avaliar comportamentos relacionados à saúde em adolescentes (11 a 15 anos) de 43 países da Europa e da América do Norte, 14,0% dos adolescentes estavam com sobrepeso ou obesidade, sendo 10,0% nas meninas e 18,0% nos meninos (WHO, 2011). Dados provenientes do sistema de vigilância de base populacional norte-americano demonstraram também tendências crescentes de sobrepeso e obesidade naquele país, tanto para as meninas quanto para os meninos. Neste sistema, denominado *Youth Risk Behavior Surveillance System* (YRBSS), os dados de 2011 revelaram que 13,0% dos adolescentes daquele país estavam obesos (USDHHS, 2012).

No Brasil, a tendência de sobrepeso e obesidade em adolescentes (10 a 19 anos) também teve um importante crescimento, especialmente no período compreendido entre os anos de 1975 e 2003. Houve um aumento de 2,4% para 13,2% em meninos e de 6,0% para 12,5% em meninas (Conde W.L., 2010), ou seja, nas últimas três décadas aumentou mais de quatro vezes a prevalência de obesidade nos meninos e mais do que o dobro em meninas.

Os dados recentemente publicados pela Pesquisa de Orçamentos Familiares<sup>2</sup> (POF-2010) e pela Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar<sup>3</sup> (PeNSE-2009) apontaram proporções semelhantes para sobrepeso e obesidade entre adolescentes. No relatório da POF de 2010,

---

<sup>2</sup> A Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) é uma pesquisa domiciliar por amostragem, que investiga informações sobre características de domicílios, famílias, moradores e principalmente as despesas e recebimentos. Para acessar o relatório completo com outras informações, ver: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008\\_2009/POFpublicacao.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009/POFpublicacao.pdf)

<sup>3</sup> A Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar foi realizada, em 2009, com estudantes do 9º ano (8ª série) do ensino fundamental nos municípios das capitais e no Distrito Federal. A pesquisa teve por objetivo conhecer e dimensionar os diversos fatores de risco e de proteção à saúde de adolescentes. Ver: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/pense/default.shtm>

20,0% e 4,9% dos adolescentes entre 11 e 19 anos tinham, respectivamente, excesso de peso e obesidade (IBGE, 2010). Com base nos dados da PeNSE, de 2009, realizado com estudantes da 9ª série do ensino fundamental, Araújo e colegas (2010) mostraram que 23,0% dos adolescentes apresentavam excesso de peso e 7,3% estavam obesos. Neste mesmo levantamento, os meninos apresentaram maiores prevalências de sobrepeso e obesidade (24,0% e 8,7%, respectivamente) conforme (Araújo, 2010).

Em Pelotas (RS), a prevalência de obesidade, verificada em estudo transversal de base populacional, com 960 adolescentes (15-18 anos), foi de 5,0%, sendo maior entre os meninos (5,2%) (Terres, 2006). Em 2010, Copetti e colegas, examinaram a prevalência de obesidade em 398 adolescentes pelotenses de ambos os sexos, entre 10 a 19 anos, e encontraram um percentual de 9,5%, sendo 10,0% para meninos e 8,9% para meninas (Copetti, 2010).

O crescimento da condição de sobrepeso e obesidade apresentado no mundo e no Brasil, durante as últimas décadas, terá um importante impacto nas condições de saúde da população. No Brasil, pesquisadores apontam que esta condição acarretará um aumento da prevalência de diabetes e hipertensão e ameaçará o decréscimo das doenças crônicas não transmissíveis (Schmidt et al., 2011).

### **2.1.3. Fatores associados à obesidade em crianças e adolescentes**

Por ser uma doença multifatorial, a obesidade está ligada a uma série de condições que aumentam a predisposição de seu desenvolvimento, estando frequentemente associada a: i) fatores genéticos; ii) baixos níveis de AF; iii) aumento do consumo de alimentos ricos em gordura, como os *fast-food*; iv) diminuição do gasto energético; v) estilo de vida sedentário. Além destes, fatores sociais e culturais também podem ser responsáveis pelo aumento da obesidade em crianças e adolescentes (Ebbeling et al., 2002).

Alguns estudos especulam que os fatores genéticos podem ter um grande efeito na predisposição para obesidade. Li e colaboradores (2009) verificaram associação entre o IMC das mães e dos pais com o IMC dos seus filhos, durante a infância (Li et al., 2009). Outras investigações sugerem que condições estabelecidas no período perinatal estejam relacionadas à obesidade na infância e adolescência (Hull, 2008; Sewell et al., 2006). Entre as principais causas de obesidade relacionadas ao perinatal, especula-se que a obesidade materna seja um

dos caminhos para este processo (Hull, 2008; Sewell et al., 2006). Por meio da programação fetal (Drake and Liu, 2010; Godfrey, 2002; Jansson and Powell, 2007), o excesso de transferência de energia para o feto (através da placenta) promoveria a indução de alterações no mecanismo hormonal regulador do apetite durante a gestação, com impactos ao longo da vida do(a) filho(a) (Sewell et al., 2006).

Estilos de vida caracterizados pelos baixos níveis de AF estão relacionados à obesidade em crianças e adolescentes (Andersen et al., 1998; Berkey et al., 2000). Outro importante fator ligado à obesidade é o comportamento sedentário. Assistir televisão por mais que quatro horas por dia – por exemplo, é um meio de promover o ganho de peso, não somente pela diminuição da prática de AF, mas também por aumentar a ingestão de energia através do consumo de alimentos (Epstein et al., 2002; Robinson, 1998).

A regulação do peso corporal é coordenada por uma série de mecanismos fisiológicos que mantém o balanço entre a energia consumida e a despendida. Assim, fatores como o aumento do consumo de energia, por meio da alimentação, e da diminuição do gasto energético, através da falta de AF ou do excesso de comportamento sedentário em longo prazo, demonstram serem as principais causa de obesidade (Ebbeling et al., 2002).

Fatores sociais e culturais também estão relacionados ao risco de obesidade. A mudança nos hábitos familiares, com tendências ao aumento do consumo de refeições fora de casa e maior acesso à televisão, ocorridos nos últimos 20 anos, vêm sendo apontados como fatores de risco para o desenvolvimento da obesidade (Ebbeling et al., 2002). As principais justificativas estão nas evidências de que crianças que fazem refeições em restaurantes consomem mais energia do que aquelas que as fazem em casa. Possivelmente isto ocorra pelas grandes porções e pela densidade dos alimentos servidos em restaurantes (Zoumas-Morse et al., 2001).

Com relação ao acesso à televisão, pressupõe-se que a possibilidade de assistir televisão no quarto aumenta, em média, 38 minutos por dia de tempo gasto com esta atividade, cuja ausência de gasto energético afeta negativamente o estado nutricional (Wiecha et al., 2001). Além destes, outro importante fator é o suporte social de parentes e amigos para o incentivo e a participação em AF. Este tipo de suporte está consistentemente associado à prática de AF de adolescentes (Biddle, 2005; Van Der Horst, 2007).

Com base nestas evidências, fica claro que a obesidade é um problema multifatorial, que pode ser desenvolvida por uma série de mecanismos, como os acima citados. O combate à obesidade é uma tarefa complexa, demandando intervenções multidisciplinares, para que possam surtir efeito na redução das taxas de obesidade e implicações positivas sobre a saúde.

#### **2.1.4. Sobrepeso, obesidade e morbimortalidade**

A condição nutricional de sobrepeso e obesidade durante a infância e a adolescência aumenta o risco de complicações para a saúde. Problemas psicossociais (ansiedade, depressão, distúrbios alimentares e isolamento social), endócrinos (resistência à insulina e diabetes tipo 2), cardiovasculares (dislipidemia, hipertensão e disfunção endotelial), pulmonares (apnéia do sono, asma e intolerância ao exercício) e musculoesqueléticos (epifisiólise proximal do fêmur, dor nas costas) estão associados ao excesso de peso em crianças e adolescentes, semelhante ao que ocorre com adultos (Ebbeling et al., 2002; Ludwig, 2007). Além destes, há evidências de que a obesidade aumenta o risco de doença cardiovascular na idade adulta (Baker et al., 2007; Bibbins-Domingo et al., 2007), podendo levar à morte prematura (Bjorge et al., 2008; Freedman, 2004).

Estudos de coorte têm estabelecido a associação entre sobrepeso e obesidade na infância e adolescência com a morbimortalidade na idade adulta (Must et al., 1992; Srinivasan, 1996). Tais estudos demonstram que o sobrepeso ou a obesidade na adolescência aumentam o risco de mortalidade por doença coronária, aterosclerose, diabetes *mellitus*, artrite e gota (Must et al., 1992; Srinivasan, 1996). Além disso, o sobrepeso persistente durante a adolescência foi um importante preditor de morbidade na idade adulta, sendo associado com maior presença de gordura corporal, maior pressão arterial sistólica e diastólica, e maiores níveis de insulina e glicose sanguíneas (Srinivasan, 1996).

A exemplo disso, em uma análise prospectiva com o objetivo de investigar as consequências da obesidade durante a infância e adolescência sobre desfechos de saúde no início da vida adulta, Baker e colaboradores (2007) verificaram, em três momentos da vida, a associação entre o IMC e o desenvolvimento de doença coronariana de dinamarqueses pertencentes a um estudo de coorte de escolares (na infância – sete anos, na adolescência – 13 anos e na fase adulta – 25 anos). Suas análises revelaram que o risco de ocorrer algum evento

fatal ou não fatal entre os adultos (aos 25 anos) foi positivamente associado com o IMC aos sete e 13 anos em meninos e com o IMC aos 10 e 13 anos em meninas (Baker et al., 2007).

Em síntese, as evidências apontam que o desenvolvimento da obesidade ao longo da infância e adolescência configura-se em um importante risco para a saúde nestas fases da vida, além de repercutir em morbidades na idade adulta. Assim, intervir no combate à obesidade em fases precoces da vida pode ser uma importante ferramenta para redução das taxas de obesidade em adultos e evitar seus potenciais efeitos deletérios à saúde. Cabe salientar, por fim, que, atualmente, a obesidade representa a quinta principal causa de morte no mundo, sendo responsável por 2,8 milhões de mortes, sendo 2,1 milhões em países de baixa e média renda, no ano de 2004 (WHO, 2009).

### **2.1.5. Trajetórias de sobrepeso e obesidade na transição da adolescência para a idade adulta**

Outro aspecto investigado com relação ao sobrepeso e à obesidade em adolescentes diz respeito à manutenção destas condições na vida adulta. Pesquisas desenvolvidas para investigar a estabilidade do sobrepeso e da obesidade na transição da adolescência para a idade adulta, bem como os seus preditores, têm demonstrado que adolescentes com sobrepeso ou obesidade tendem a permanecer no mesmo estado nutricional ao longo da vida (Eissa et al., 2009; Gordon-Larsen et al., 2004; Kvaavik et al., 2003; Viner and Cole, 2006).

Dados do *National Longitudinal Study of Adolescent Health (Add Health)*<sup>4</sup> sobre a tendência de obesidade na transição da adolescência para a idade adulta, dos 13 aos 26 anos, demonstraram que tanto a incidência quanto a permanência na condição de obesos na idade adulta foi elevada (Gordon-Larsen et al., 2004). Descrevendo estes dados, dos 4.797 homens, 11,3% eram obesos: 9,2% permaneceram obesos e 12,0% tornaram-se obesos cinco anos após. Das 4.998 mulheres, 10,6% eram obesas: 9,6% permaneceram nesta condição e 13,6% passaram a ser obesas (Gordon-Larsen et al., 2004).

---

<sup>4</sup> O Estudo Nacional Longitudinal de Saúde do Adolescente (*Add Health*) é um estudo com delineamento longitudinal de uma amostra representativa nacionalmente, composta por adolescentes estudantes nos Estados Unidos. Foram recrutados durante o ano letivo de 1994-95. Esta coorte foi seguida até a idade adulta jovem, sendo o acompanhamento mais recente ocorrido em 2008, quando a amostra estava com 24-32 anos. Informações adicionais podem ser obtidas em: [www.cpc.unc.edu/projects/addhealth](http://www.cpc.unc.edu/projects/addhealth).



Pesquisadores analisaram as mudanças no escore-z de IMC e seus preditores em 4.461 indivíduos, dos 16 aos 30 anos, de uma coorte de nascimento britânica de 1970 (Viner and Cole, 2006). Constataram que a prevalência de obesidade aumentou da adolescência para a idade adulta, passando de 8,2% para 16,4%. E 60,7% daqueles que eram obesos aos 16 anos permaneceram obesos quando atingiram os 30 anos de idade (Viner and Cole, 2006).

As trajetórias de IMC, Índice de Massa Gorda (IMG) – gordura em kg/altura<sup>2</sup>, Índice de Massa Livre de Gordura (IMLG) – MLG em kg/altura<sup>2</sup> e a CC foram avaliadas por Eissa e colaboradores (2009) em 678 crianças e adolescentes. A avaliação destas trajetórias apontou que houve um aumento no IMC e do IMLG. Neste mesmo estudo, o IMG de meninos e meninas apresentaram comportamentos diferentes, isto é, aumentou em meninas e reduziu nos meninos entre os oito e 18 anos. Com trajetória semelhante ao IMC e ao IMLG, a CC também aumentou em ambos os sexos (Eissa et al., 2009).

Com base nos resultados dos estudos sobre o tema, constata-se que condições de sobrepeso e obesidade, quando estabelecidas durante a adolescência, tendem a manter-se ao longo da vida. Desta maneira, estimativas de adultos com sobrepeso e obesidade para os próximos anos são preocupantes, visto os já conhecidos riscos que estas condições podem trazer à saúde.

## **2.2. ATIVIDADE FÍSICA NA ADOLESCÊNCIA**

### **2.2.1. Avaliação da Atividade Física no estudo de coorte de nascimento em Pelotas-1993**

As fortes evidências em relação aos riscos associados aos baixos níveis de AF e os potenciais benefícios à saúde, quando praticada regularmente, fez crescer o interesse em avaliar os níveis de AF em diferentes populações. Desde então, muitos estudos de monitoramento e sobre tendências temporais dos níveis de AF em crianças e adolescentes foram desenvolvidos em todo mundo (IBGE, 2009; USDHHS, 2012; WHO, 2011).

As medidas de AF são classificadas em primárias e secundárias, de acordo com sua natureza. As medidas primárias são consideradas como critério padrão para avaliação da AF, incluindo a observação direta, água duplamente marcada e calorimetria indireta. As secundárias estão subdivididas em diretas e indiretas. São exemplos de medidas diretas a

frequência cardíaca, os pedômetros e os acelerômetros. Os questionários, auto relatos, entrevistas, relatos de parentes e diários das atividades são consideradas medidas secundárias indiretas (Sirard and Pate, 2001).

Diante da classificação exposta, há diversos métodos e técnicas disponíveis para a mensuração da AF e utilizadas em estudos com distintos delineamentos. A população alvo, objetivos e disponibilidade de recursos financeiros e humanos para a coleta de dados determinarão a melhor metodologia para o estudo. Em consonância com os objetivos deste projeto, o presente tópico abordará duas medidas mais usadas para avaliar AF em adolescentes: questionários e acelerômetros.

Em estudos epidemiológicos com crianças e adolescentes a medida de AF é obtida, com maior frequência, através da utilização de medidas secundárias indiretas. Entre os diversos questionários existentes para avaliar AF em crianças e adolescentes podemos citar como exemplos *Physical Activity Questionnaire (PAQ-A)*, *Modifiable Activity Questionnaire (MAQ)*, *The Adolescent Physical Activity and Recall Questionnaire (APARQ)*, *Baecke Questionnaire of Habitual Physical Activity (BQHPA)*, o *International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)*, além de questionários adaptados e/ou criados por pesquisadores.

Há uma ampla predominância na utilização de questionários em estudos epidemiológicos com adolescentes (Bastos et al., 2008; Farias and Lopes, 2004; Hankinson et al., 2010; Magalhães and Mendonça, 2003; Neutzling et al., 2003; Oehlschlaeger et al., 2004; USDHHS, 2012; Vilela et al., 2004; WHO, 2011). Baixo custo, rapidez na coleta e fácil aplicação, além da confiabilidade e possibilidade de comparação entre estudos, são as principais vantagens destes instrumentos. A necessidade de padronização dos entrevistadores para a aplicação é uma das principais desvantagens mencionadas na utilização destes. Entre outras estão: viés de memória, superestimativa ou subestimativa da AF total e a dificuldade para avaliar a frequência, duração e intensidade das atividades, (Sirard and Pate, 2001).

Todavia, medidas mais acuradas de AF podem ser obtidas por meio de acelerômetros. Os acelerômetros são dispositivos eletrônicos que medem a aceleração produzida pelos movimentos do corpo. Estas podem ser disponibilizadas em medida da aceleração da gravidade durante as atividades (“g”) ou pela conversão da aceleração da gravidade registrada, para uma quantificação de sinais, referida como (*counts*), a mais frequentemente utilizada (Sirard and Pate, 2001). Eles podem ser utilizados em diferentes locais do corpo (pulso, cintura e tornozelo) (Sirard and Pate, 2001) e captam movimentos de acordo com o

número de eixos dos movimentos, classificados em: um eixo (uniaxial) ou três eixos (triaxial) (Trost, 2001). O número de eixos considerados dependerá do modelo comercial utilizado.

Suas principais vantagens em relação aos questionários são estimar a AF global dos indivíduos e avaliar a frequência, intensidade e duração das atividades realizadas com maior acurácia (Sirard and Pate, 2001). No entanto, em virtude de seu alto custo e das adequações logísticas necessárias para implantação em estudos com grandes populações, ainda são poucas as pesquisas epidemiológicas desta natureza que fazem a utilização deste instrumento.

Entretanto, nos últimos 10 anos, a acelerometria tem emergido como uma alternativa importante e factível em estudos epidemiológicos. Embora ainda pouco comum em estudos com grandes amostras, estudos transversais – desenvolvidos na Europa, Estados Unidos e Canadá – utilizaram acelerômetros para mensurar AF em grandes amostras de adolescentes (Colley et al., 2011; Riddoch et al., 2004; Troiano et al., 2008; Tudor-Locke et al., 2010). Estudos longitudinais avaliando as associações entre AF e desfechos de saúde, como % de gordura corporal, também têm utilizado acelerômetros com bastante sucesso (Riddoch et al., 2009; Stevens et al., 2007).

Até o presente, para adolescentes, o grande arcabouço da literatura referente aos níveis populacionais de AF e de estudos de associação entre AF e desfechos de saúde foram desenvolvidos com a utilização de questionários, os quais tem permitido estimar prevalências, incidências e tendência temporais. Também possibilitam o estabelecimento de relações entre a prática de AF e o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs), como diabetes, hipertensão, doenças do aparelho circulatório, obesidade, entre outras.

### **2.2.2. Prevalências de AF na adolescência**

A AF tem sido associada com a redução no risco de desenvolver doenças como diabetes tipo II, hipertensão, doenças coronarianas, câncer de colón e mama, artrite, osteoporose, transtornos psiquiátricos e obesidade (Bauman, 2004; Lee et al., 2012; Thompson et al., 2003; USDHHS, 1996; WHO, 2002; WHO, 2003). Para que os benefícios da AF à saúde sejam obtidos, a Organização Mundial da Saúde (OMS) e o Centro de Controle de Doenças dos Estados Unidos (CDC) recomendam que crianças e adolescentes (entre cinco e 17 anos) pratiquem AF moderada a vigorosa por, pelo menos, 60 minutos por dia

(USDHHS, 2008; WHO, 2010). Acredita-se que este tempo promova a melhoria da aptidão cardiorrespiratória, força muscular e saúde dos ossos, além de manter níveis adequados de marcadores metabólicos e cardiovasculares e de controle do peso corporal (USDHHS, 2008; WHO, 2010).

Pesquisas desenvolvidas em diferentes partes do mundo têm apontado elevadas prevalências de inatividade física, conforme demonstrado por Dumith e colaboradores (2011). Através de análises agrupadas dos dados de prevalências de inatividade física de 76 países, incluindo adolescentes e adultos ( $\geq 15$  anos), os autores apontaram que há uma proporção global de 21,4% de indivíduos que não atingiram os critérios para serem considerados fisicamente ativos (prática de AF de intensidade vigorosa durante pelo menos 20 minutos, três dias por semana; prática de AF de intensidade moderada durante 30 minutos, cinco dias por semana; ou alcançar 600 MET minutos por semana - 1 MET é a quantidade de energia gasta em repouso) (Dumith et al., 2011).

Hallal e colaboradores analisaram em 2012 o nível global de AF em pessoas com 15 anos ou mais, de 122 países, e em adolescentes (13 a 15 anos) de 105 países. Encontraram uma proporção global de 31,1% de pessoas (15 anos ou mais) inativas – conforme o critério acima; e entre os adolescentes (13 a 15 anos), 80,3% não atingiam as recomendações de 60 minutos diários de AF de moderada a vigorosa (Hallal et al., 2012).

Mediante uma meta-análise baseada em informações de 26 estudos internacionais, que avaliaram a mudança de AF durante a infância e adolescência, incluindo idades entre nove e 19 anos, Dumith e colegas (2011) evidenciaram um declínio da AF de 7,0% ao ano durante a adolescência. A redução foi maior em meninas com idade inicial entre nove e 12 anos e entre meninos de 13 a 16 anos no início do acompanhamento (Dumith et al., 2011).

No Brasil, uma meta-análise conduzida por Barufaldi e colaboradores (2012) revelou prevalências elevadas de inatividade física entre adolescentes (10-19 anos). Nas análises estratificadas por sexo, os resultados apontaram proporções de inatividade física de 36,0% no Sul, 48,0% no Sudeste e 50,4% no Norte/Nordeste para o sexo masculino. Para o sexo feminino foram encontradas prevalências de 49,7% no Sul, 70,0% no Sudeste e 73,7% nas regiões Norte/Nordeste (Barufaldi et al., 2012).

A baixa proporção de adolescentes que praticam AF em quantidades suficientes para obter benefícios à saúde também foi observada na PeNSE, em 2009. Cerca de 57,0% dos

adolescentes (13-15 anos) não atingem as recomendações de prática de AF de 300 minutos/semana (47,8% dos meninos e 68,7% das meninas) (IBGE, 2010). Estes percentuais estão em concordância com os outros dados nacionais e dois estudos realizados no município de Pelotas (RS).

Bastos e colaboradores (2008), realizando um estudo de base populacional, com uma amostra representativa composta por 873 adolescentes (10-19 anos), apontaram que 73,0% destes eram insuficientemente ativos (<300 min/sem) (Bastos, 2008). Em 2010, Dumith e colaboradores, ao avaliarem a prevalência de AF em adolescentes (14-15 anos), pertencentes ao estudo de coorte de nascimentos de Pelotas em 1993, encontraram que 51,8% dos 4.325 entrevistados não praticavam AF em quantidades suficientes (Dumith et al., 2010).

Dada as elevadas proporções de adolescentes insuficientemente ativos em diferentes estudos com adolescentes, supõe-se que esta fase da vida compreende um período crítico para adoção deste comportamento. Incentivar a prática de AF em fases precoces é uma importante alternativa em saúde pública para diminuir as altas proporções de adultos inativos.

### **2.2.3. Tracking de AF da adolescência para a vida adulta**

A adolescência tem sido descrita como um período crítico no qual o engajamento em AF pode contribuir para um estilo de vida fisicamente ativo na vida adulta. Diversos estudos longitudinais, ao investigarem a AF durante o período de transição da adolescência para a idade adulta, focam na avaliação do *tracking* de AF (Anderssen et al., 2005; Baggett et al., 2008; Kristensen et al., 2008; McMurray et al., 2003; Telama et al., 2005). O termo *tracking* refere-se à manutenção da posição relativa de um sujeito em um determinado grupo quando avaliado ao longo do tempo (Malina, 1996). Para AF, esta medida tem sido frequentemente avaliada por meio de correlações entre as medidas de AF realizadas ao longo dos acompanhamentos de um mesmo grupo. Para interpretar os níveis de *tracking*, Malina (2001) sugere os seguintes valores de correlação: bom (acima de 0,60); moderado (entre 0,30 e 0,60) e baixo (abaixo de 0,30) (Malina, 2001).

Diversos estudos de *tracking* que avaliaram a AF ao longo da infância até a idade adulta verificaram valores de correlações de baixa a moderada (Anderssen et al., 2005; Baggett et al., 2008; McMurray et al., 2003; Telama et al., 2005; Trudeau et al., 2004).

Telama e colegas (2005) investigaram a estabilidade da AF em uma coorte de 1.563 finlandeses, com base em um acompanhamento de 21 anos (dos 18 aos 39 anos) e verificaram um baixo *tracking* de AF para o sexo feminino, com coeficiente de correlação variando entre 0,14 a 0,26, e um *tracking* de baixo a moderado para o sexo masculino, com variação de 0,33 a 0,44 (Telama et al., 2005).

Também mediante análises de correlações, Andersen e colaboradores (2005) verificaram uma baixa estabilidade de AF na população estudada. Estes autores investigaram o *tracking* de AF em uma coorte de 557 meninos e meninas noruegueses, avaliados aos 13-16 anos, 18-19 anos e aos 21 anos de idade. Neste estudo, a análise longitudinal baseada em uma série de medidas decorrentes do autorrelato indicaram um baixo *tracking* de AF ao longo do período de oito anos de acompanhamento (coeficiente de correlação de 0,22 para meninos e 0,18 para meninas) (Anderssen et al., 2005).

Cabe ressaltar que a avaliação do *tracking* por meio de correlações possui limitações (Kjonnixsen et al., 2008; Lopes, 2005). Uma das situações que pode resultar em baixo *tracking* decorre da flutuação temporal da AF, que mesmo quando pequena, pode resultar em baixo nível de *tracking*, especialmente quando o período entre as medidas é longo e a confiabilidade dos indicadores de AF é imprecisa (Kjonnixsen et al., 2008; Telama et al., 2005).

Outras formas de medir *tracking* – como as análises com modelos de curvas de crescimento ou com modelos multinível ou de probabilidades ou risco –, podem apresentar resultados diferentes dos encontrados através de análises de correlações. Como exemplo de estudos que investigaram o *tracking* através da análise de risco, encontra-se o de Nelson e colaboradores (2005), que ao avaliarem a manutenção da AF durante a adolescência e início da idade adulta, dos 10 aos 26 anos de idade, verificaram um declínio da AF durante o período. Entretanto, salientaram que os adolescentes de ambos os sexos que praticavam esportes, que utilizavam centros esportivos do bairro e que eram fisicamente ativos na escola tinham uma maior probabilidade de atingir as recomendações de AF aos 26 anos do que outros que não tinham este mesmo comportamento (Nelson et al., 2005).

Com objetivos semelhantes, Kjonnixsen e colaboradores (2008) também verificaram um declínio na prática de AF na transição da adolescência (13 anos) para a idade adulta (23 anos). Destacaram que meninos que praticavam futebol e meninas que praticavam esportes

com bola aos 13 anos foram mais prováveis de manter suas atividades esportivas aos 23 anos do que outros que não praticavam estes esportes (Kjonnixsen et al., 2008).

Estudos locais, inseridos nas coortes de nascimentos de Pelotas dos anos de 1982 e 1993, encontraram achados análogos aos já mencionados. Um deles apontou que ser ativo aos 11 anos aumenta as chances de ser ativo aos 15 anos (Dumith et al., 2012); e o outro mostrou que ser ativo aos 15 e 19 anos prediz uma maior probabilidade de ser ativo aos 23 anos (Azevedo et al., 2011). Embora ambos os estudos tenham verificado uma redução na proporção de indivíduos ativos, exceto para o sexo masculino no primeiro estudo, observou-se que ser ativo no futuro está relacionado a este mesmo comportamento em idades mais precoces (Azevedo et al., 2011; Dumith et al., 2012).

Com base nos achados acima, verifica-se que há um consenso quanto a redução na prática de AF ao longo da adolescência e de elevadas prevalências de inatividade física em adultos. No entanto, a forma de avaliar a continuidade da prática de AF por meio de correlações ou análises de risco tem fornecido resultados conflitantes em relação ao *tracking*, uma vez que os estudos que investigam a continuidade da prática de AF com o coeficiente de correlação, frequentemente, encontram um *tracking* de AF baixo. Já aqueles que verificam a continuidade da prática de AF através de análises de risco apontam que a AF em fases precoces aumenta a chance de apresentar este comportamento em fases posteriores da vida.

## **2.3. RELAÇÃO ENTRE ADIPOSIDADE E ATIVIDADE FÍSICA**

### **2.3.1. Associação entre AF e gordura corporal em adolescentes**

Os benefícios à saúde obtidos através da prática de AF estão bem estabelecidos (Hallal et al., 2006; Strong et al., 2005; Warburton et al., 2006). Entre os mais importantes, estão o controle do peso e a manutenção dos níveis de gordura corporal adequados à saúde (USDHHS, 2008). Estudos longitudinais que verificaram a associação da AF com a gordura corporal ao longo da vida, especialmente durante a adolescência, têm demonstrado que a prática de AF promove um importante efeito protetor sobre o acúmulo de gordura corporal (Hankinson et al., 2010; Kemper et al., 1999; Kimm et al., 2005; Riddoch et al., 2009; Tammelin et al., 2004). No entanto, esta relação ainda não está bem estabelecida e os resultados são controversos (Kvaavik et al., 2009; Riddoch et al., 2009).

Com o objetivo de revisar a literatura sobre a associação longitudinal entre AF e gordura corporal em adolescentes, sem restrição de ano de publicação, foi realizada uma busca sistemática na literatura. Esta busca fomentará um dos artigos da tese.

A busca de artigos foi conduzida na base de dados PubMed/Medline, utilizando os seguintes descritores: (obese OR obesity OR fatness OR adiposity OR body fat OR body composition OR body weight OR overweight OR body mass index OR fat mass OR free fat mass OR lean mass) AND (physical activity OR inactivity OR sports OR exercise OR motor activity) AND (adolescent OR adolescence OR young OR youth OR teenager OR teenage OR children OR childhood OR lifespan) AND (longitudinal OR cohort OR prospective OR panel OR follow-up OR long term OR trajectory).

Os critérios de inclusão estabelecidos para esta revisão foram: ser um estudo observacional de coorte; apresentar análises longitudinais desenvolvidas com adolescentes ou com avaliação da AF nesse período e com desfechos no início da idade adulta (20 a 30 anos); ter avaliado a composição corporal, contendo indicadores de adiposidade como %G, CC, somatório de dobras cutâneas (SDC).

O processo de revisão se constituiu em três etapas, a saber:

1ª) Com a utilização dos descritores supracitados foram selecionados 3.904 artigos pela base de dados. Após a leitura de todos os títulos, permaneceram 81 artigos para leitura dos resumos.

2ª) Realizada a leitura dos resumos para verificação de atendimento aos critérios estabelecidos para revisão, foram excluídos 34 artigos pelos seguintes motivos: avaliar a composição corporal apenas pelo IMC (n=29) e verificar a mudança de peso (n=5). Dessa forma, resultaram 47 artigos para leitura integral do manuscrito.

3ª) Leitura integral dos artigos selecionados. Nesta etapa foram excluídos 27 artigos pelos seguintes motivos: nove por não terem estudado a faixa etária estabelecida; em outros cinco deles os dados pertenciam a uma mesma população com estudo já incluído; três eram estudos de revisão; dois eram estudos experimentais; dois não verificaram a associação de AF com gordura corporal e dois estimaram o gasto energético sem medir AF. Os restantes se dividiam



em um(a): meta-análise; editorial; avaliação somente da relação de AF com a MM; verificação da associação da adiposidade com a aptidão física.

Ao final das etapas, 20 artigos foram incluídos na revisão sistemática e encontram-se resumidos no Quadro 1, dispostos em ordem temporal de publicação dos trabalhos. Até o momento da escrita do projeto, não foi realizada a verificação das referências dos artigos utilizados para detecção de outros estudos que possam ser incluídos. Por questões de prazo, esta etapa será realizada após as sugestões da banca examinadora da qualificação do projeto.

A revisão sobre o tema “associação entre AF AND adiposidade em adolescentes” apontou para uma diversidade de métodos de avaliação e de parâmetros utilizados na determinação da adiposidade. Por conseguinte, como já elucidado anteriormente, os estudos indicam que a relação entre estas variáveis não está bem estabelecida. Entre as potenciais causas para os achados inconsistentes e divergentes, podemos salientar algumas características que foram observadas:

- Tamanhos distintos das amostras. Alguns estudos possuem amostras muito pequenas, por exemplo, 42 adolescentes. Tais amostras podem ter falta de poder estatístico nas análises;
- Períodos de acompanhamentos diversificados, com variação de oito meses a 27 anos;
- Idades distintas avaliadas durante a adolescência, por exemplo, 8-17 anos, 12-15 anos, 13-27 anos;
- Método utilizado para avaliação da adiposidade corporal, incluindo desde uma medida simples de CC realizada com uma fita antropométrica até a quantidade de MG obtida por meio do DXA.

Na sequência serão apresentados alguns estudos que apresentam as características acima citadas.

Entre os estudos que utilizaram diferentes métodos de mensuração e parâmetros para avaliação da adiposidade foram encontrados aqueles que utilizaram medidas como o SDC, a CC e o %G (obtido por meio de equações que utilizam as dobras cutâneas). Destes, alguns verificaram uma relação inversa entre AF e SDC, CC e %G (Kemper et al.,1999; Must et al.,

2007; Stevens et al., 2007). Porém, outros não observaram esta relação para nenhum destes indicadores.

Podem-se citar dois estudos com resultados negativos, sendo o primeiro conduzido por Kvaavik e colegas (2009) e o segundo realizado por Rosenberg e colaboradores (2006). O primeiro refere-se a um acompanhamento de 27 anos (dos 13 aos 40 anos) com 1.016 meninos noruegueses e não verificaram nenhuma associação ao longo da vida entre AF de lazer, CC e dobra tricípital (Kvaavik et al., 2009). O segundo verificou, ao longo de dois anos, a associação da AF de deslocamento para ir à escola em meninos e meninas com as dobras cutâneas do tríceps e da panturrilha, e também não encontraram associação significativa (Rosenberg et al., 2006).

Contrariamente a estes, foram encontrados outros estudos que observaram uma associação entre a AF e a adiposidade corporal utilizando os mesmos parâmetros dos anteriormente citados. Kettaneh e colegas (2005), ao investigarem esta relação, usaram como indicadores de adiposidade o %G – obtido através de bioimpedância elétrica – o SDC e a CC, ao avaliarem durante dois anos cerca de 400 adolescentes (dos 13 aos 15 anos). As análises mostraram que as meninas que diminuíram o nível de AF moderada aos 15 anos de idade tiveram os seus indicadores de adiposidade (%G, SDC e CC) aumentados, mesmo após ajuste para os valores do *baseline* (Kettaneh et al., 2005). O mesmo também foi verificado por Bélanger e colaboradores (2011) ao observarem uma relação inversa entre AF vigorosa com CC e dobra cutânea subescapular e tricípital em 387 meninas canadenses, acompanhadas durante cinco anos (dos 12 a 17 anos) (Belanger et al., 2011).

Há, contudo, poucos estudos que verificaram a relação entre adiposidade e AF utilizando medidas mais acuradas para avaliação da gordura corporal com equipamentos como o DXA. Porém, todos encontraram associação inversa entre a medida de exposição e o desfecho observado (Ara et al., 2006; Riddoch et al., 2009; Volgyi et al., 2011). Um destes é o de Riddoch e colegas (2009). Eles verificaram o efeito da AF sobre o %G, determinado por meio do DXA, ao longo do período de dois anos de acompanhamento de 1.964 meninos e 2.186 meninas, dos 12 aos 14 anos, pertencentes a uma coorte do Reno Unido. Os resultados apontaram que a AF de intensidade moderada a vigorosa estava fortemente associado com a redução no %G em ambos os sexos, mesmo após ajustes. Neste estudo, o aumento de 15 minutos de AF moderada a vigorosa durante os 12 aos 14 anos de idade esteve associado com a redução de 2,4% no %G de meninas e 2,3% no de meninos (Riddoch et al., 2009).

Em outro estudo conduzido somente com meninas, os pesquisadores examinaram se a AF de lazer no início da adolescência (10 e 13 anos) influenciaria a quantidade de MG aos 18 anos, obtida com o uso do DXA. Os resultados destacaram que maiores quantidades de AF de lazer estavam associadas com menor %G aos 18 anos. Esta influência pode ser observada tanto nas meninas que mantiveram elevada AF no lazer, quanto para aquelas que passaram de baixa para alta AF no lazer (Volgyi et al., 2011).

Além dos aspectos metodológicos e operacionais mencionados como possíveis explicações para as inconsistências, outra situação observada é o fato de as associações desaparecem após ajustes para potenciais fatores de confusão. Isto foi independente de como foi determinada a gordura corporal e de qual foi o parâmetro utilizado (Belanger et al., 2011; Hallal et al., 2012; Yang et al., 2006). Hallal et al. (2012), ao analisarem a associação entre AF e a massa gorda (através da subtração do peso da MLG extraída por meio de deutério), entre os 11 e os 15 anos de idade, encontraram, na análise bruta, que o aumento de 10 minutos de prática de AF aos 11 anos estava associado a uma redução de 2,6g na MG de meninos nos seus 13 anos. Após ajustes para potenciais fatores de confusão (nível socioeconômico, IMC materno antes da gestação, fumo materno durante a gestação, escolaridade da mãe, ordem de nascimento e estágio puberal), as associações não se mantiveram significativas (Hallal et al., 2012).

De maneira semelhante ao observado para meninos no estudo supra citado, Yang e colaboradores (2006) verificaram o nível de AF ao longo da infância e adolescência e o risco de desenvolver obesidade abdominal na idade adulta. Suas análises demonstraram que a redução da AF ao longo da vida esteve associada com elevada obesidade abdominal ( $CC \geq 102\text{cm}$ ;  $OR=1,27$ ). Entretanto, após ajuste para variáveis de confusão (educação, tipo de ocupação, local de residência, status marital, número de filhos e hábito de fumar), esta associação também não se manteve (Yang et al., 2006).

De acordo com os resultados dos estudos analisados na revisão, verifica-se que a escolha do método de mensuração e do parâmetro utilizado para avaliação da gordura corporal parece influenciar na associação entre a AF e a adiposidade corporal, possivelmente sendo determinantes para a verificação da associação e magnitude do efeito.

**Quadro 1.** Estudos longitudinais sobre a associação entre AF e gordura corporal em adolescentes, com desfecho durante a adolescência e/ou na idade adulta (8 a 39 anos).

<b>Autor/Ano/País</b>	<b>Título</b>	<b>Tipo estudo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Amostra</b>	<b>Idades</b>	<b>Definição operacional do desfecho</b>	<b>Definição operacional da AF</b>	<b>Resultados</b>
(Kemper et al.,1999) - Holanda	Lifestyle and obesity in adolescence and adulthood: result from the Amsterdam Growth And Health Longitudinal Study (AGAHLS)	Longitudinal 20 anos (13- 32 anos)	Investigar a associação longitudinal entre AF e dieta e MG em homens e mulheres.	181 83 homens e 98 mulheres	13 a 27 anos	IMC e %G obtido através do somatório das dobras do (bíceps, tríceps, subescapular e supra ilíaca) e peso corporal, conforme Durnin e Rahaman, 1967.	Questionário por meio de entrevista; Somente atividades com no mínimo 5 minutos de duração e intensidade de 4x a taxa metabólica basal foram consideradas; AF classificada em três níveis de acordo com as intensidades (5,5; 8,5 e 11,5 MET's).	Associação entre AF e %G foi significativa entre os 13 e 27 anos;  Não foi observada associação entre AF e IMC dos 13 as 27 anos.
(Boreham et al.,2002) – Irlanda do Norte	Associations Between Physical Fitness and Activity Patterns During Adolescence and Cardiovascular Risk Factors in Young Adulthood: The Northern Ireland Young Hearts Project	Longitudinal (10 anos)	Examinar a relação entre níveis de AF e aptidão física (aeróbica) aos 12 e 15 anos e o risco de doença cardiovascular no início da idade adulta.	459 total (229 meninos e 230 meninas)	12 e 15 anos no baseline e 22 e 25 anos no follow-up	Dobras cutâneas do bíceps, tríceps, subescapular e suprailíaca, operacionalizada como SDC.	Escore de AF diária (1 a 100); escore de participação em esportes extracurriculares e outras AF (10 máximo e 0 mínimo).	Não houve nenhuma associação entre AF total e participação em esportes com SDC.

<b>Autor/Ano/País</b>	<b>Título</b>	<b>Tipo estudo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Amostra</b>	<b>Idades</b>	<b>Definição operacional do desfecho</b>	<b>Definição operacional da AF</b>	<b>Resultados</b>
(Tammelin et al.,2004) - Finlândia	Change in the level of physical activity from adolescence into adulthood and obesity at the age of 31 years	Longitudinal (17 anos)	Avaliar a associação entre o nível de AF de lazer durante a transição da adolescência para a idade adulta e a obesidade total e abdominal aos 31 anos.	5.706 indivíduos (2.834 homens) e (2.872 mulheres)	14 anos (baseline) 31 anos (follow-up)	Sobrepeso definido como IMC (25,0-29,9kg/m <sup>2</sup> ) e obesidade como IMC ( $\geq 30$ kg/m <sup>2</sup> ); Obesidade abdominal média (CC de 94,0-101,9 cm para homens e de 80,0 a 87,9 cm para mulheres) e obesidade abdominal severa (CC $\geq 102$ cm para homens e $\geq 88$ cm para mulheres).	Aos 14 anos foi utilizado questionário baseado na frequência de participação em esportes fora do horário da escola e foram classificados em dois grupos: menos de uma vez por semana (inativo fisicamente); uma vez por semana ou mais, frequentemente (moderadamente ativos); Aos 31 anos eles foram perguntados sobre a participação em AF leves ou intensas e foram classificados em quatro grupos: muito ativos, ativos, moderadamente ativos e inativos, de acordo com a frequência, intensidade e duração da atividade que eram engajados.	Meninos: Tornar-se inativo na transição da adolescência para a idade adulta foi associado com o risco de sobrepeso (OR=1,49) e obesidade total (OR=1,53);  Ser persistentemente inativo foi associado com um maior risco de obesidade abdominal média (OR=1,83), mesmo após análises ajustadas.  Meninas: A mudança na AF foi associada com o sobrepeso, mas não com a obesidade.
(Kettaneh et al.,2005) - França	Changes in physical activity explain paradoxical	Longitudinal (2 anos)	Investigar a relação da AF e tempo gasto assistindo TV ou jogando videogame,	436 total (222 meninos e 214 meninas)	8 a 17 anos	IMC, %G por meio de bioimpedância, SDC e CC.	Adaptação do (MAQ) para adultos e adolescentes (Kriska, 1990 e 1995);	Meninas que diminuíram o nível de AF moderada tiveram IMC,%G,

Autor/Ano/País	Título	Tipo estudo	Objetivo	Amostra	Idades	Definição operacional do desfecho	Definição operacional da AF	Resultados
	relationship between baseline physical activity and adiposity changes in adolescent girls: the FLVS II study		com vários indicadores de adiposidade durante um período de dois anos em uma coorte de meninos e meninas não obesos, na pré-puberdade e puberdade.				Avaliar o tempo gasto em horas por semana (h/s), em AF de lazer durante o ano passado. Também foi perguntado o número de dias nas duas semanas passadas que realizou mais de 20 minutos de AF vigorosa ou moderada.	SDC e CC maiores, ajustado para os valores baseline;  Em meninos esta modificação não foi significativa.
(Yang et al.,2006) - Finlândia	Risk of Obesity in relation to Physical Activity Tracking from Youth to Adulthood	Longitudinal (21 anos)	Verificar se índices de obesidade em adultos jovens são relacionados aos níveis de AF durante a infância, adolescência e início da idade adulta	1.319 indivíduos (626 meninos) e (693 meninas)	9, 12, 15 e 18 anos no início e 30, 33, 36 e 39 anos no follow-up final	IMC, CC e SDC.	Índice de AF construído a partir de informações de frequência e intensidade de AF de lazer, participação em treinamentos em clubes esportivos e competições esportivas, modo usual de lazer e forma de deslocamento para escola, obtidos por meio de questionário auto-aplicado.	Mulheres: A redução da AF em mulheres foi associada ao risco de sobrepeso (OR=2,35), obesidade, (OR=2,72) e obesidade abdominal média (OR=2,21) e severa (OR=2,19), mesmo após ajuste para potenciais fatores de confusão.  Homens: Diminuir a AF ao longo da vida foi associado com obesidade abdominal média

<b>Autor/Ano/País</b>	<b>Título</b>	<b>Tipo estudo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Amostra</b>	<b>Idades</b>	<b>Definição operacional do desfecho</b>	<b>Definição operacional da AF</b>	<b>Resultados</b>
								(OR=1,78) e severa (OR=2,47), após ajuste para variáveis de confusão a associação não se manteve.
(Ara et al.,2006) - Espanha	Influence of extracurricular sport activities on body composition and physical fitness in boys: a 3-year longitudinal study	Longitudinal (3 anos)	Examinar se a prática de AF extracurricular sem restrição nutricional influencia no acúmulo de gordura durante o crescimento em uma coorte de pré-púberes.	42 meninos	9 anos no início e 12 anos no final do acompanhamento	Massa gorda medida com DXA e medidas antropométricas (circunferências corporais e dobras cutâneas).	AF classificada em dois grupos (ativos e inativos). Foram considerados ativos os sujeitos que praticavam atividades esportivas durante uma hora, três vezes por semana, durante os três anos de acompanhamento.	No follow-up final a gordura corporal total foi 15% menor nos indivíduos ativos;  A MG do tronco e membros inferiores ao final do estudo foi maior nos inativos;  Nenhuma mudança significativa foi observada no %G, %G acumulada no tronco e MG total, entre os ativos e inativos ao final do estudo;
(Rosenberg et al.,2006) - USA	Active Transportation to School Over 2 Years in	Longitudinal (2 anos)	Examinar os potenciais benefícios à saúde do transporte ativo para a escola.	815 total (450 meninos e 365 meninas)	4ª série no baseline e 5ª série no follow-up	IMC e dobras cutâneas do tríceps e panturrilha.	Questionário sobre o modo de transporte para a escola e acelerômetro.	Não houve associação estatisticamente significativa entre

<b>Autor/Ano/País</b>	<b>Título</b>	<b>Tipo estudo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Amostra</b>	<b>Idades</b>	<b>Definição operacional do desfecho</b>	<b>Definição operacional da AF</b>	<b>Resultados</b>
	Relation to Weight Status and Physical Activity							deslocamento ativo para a escola com IMC ou dobras cutâneas em meninos e meninas ativos ou não ativos ao longo de dois anos escolares.
(Karnehed et al.,2006) - Suécia	Physical activity, diet and gene–environment interactions in relation to body mass index and waist circumference: The Swedish Young Male Twins Study	Longitudinal (4 anos)	Examinar o impacto da AF, dieta de fibras, ingestão de açúcar e gordura, suscetibilidade genética e interação gene X ambiente na mudança do IMC e CC em uma coorte de gêmeos da Suécia.	476 gêmeos meninos	18-19 no baseline e 22-27 no follow-up	IMC e CC.	Questionário para avaliar a AF de lazer e ocupacional nos últimos 12 meses; Três possibilidades de resposta: “sedentário/exercício leve” (não faz suar); “exercício médio” (faz suar); e “exercício pesado” (faz suar e aumenta os batimentos cardíacos). Indivíduos com maior nível de AF no follow-up foram estratificados por praticar musculação ou não.	Na análise multivariada a CC foi diferente (2,5cm) entre os que eram sedentários no baseline e no follow-up, comparados aos que foram ativos em ambos os períodos e não praticantes de musculação.
(Stevens et al.,2007) - USA	Objectively Assessed Associations between Physical	Longitudinal e transversal (2 anos)	Determinar se os níveis de AF estão associados transversal e longitudinalmente	984 meninas	12 a 15 anos	Dobra cutâneas do tríceps, IMC e %G.	AF medida com o uso de acelerômetros.	As análises longitudinais mostraram que o %G foi 0,28 pontos percentuais



<b>Autor/Ano/País</b>	<b>Título</b>	<b>Tipo estudo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Amostra</b>	<b>Idades</b>	<b>Definição operacional do desfecho</b>	<b>Definição operacional da AF</b>	<b>Resultados</b>
	Activity and Body Composition in Middle-School Girls The Trial of Activity for Adolescent Girls		com mudanças na composição corporal em meninas utilizando uma medida objetiva de AF.					menor em meninas que aumentaram em média 6 minutos de AF moderada a vigorosa, comparada com as que diminuíram em média 5 minutos.  Associações entre AF moderada a vigorosa e incidência de sobrepeso no sexto e oitavo anos não foram encontradas.
(Must et al.,2007) – USA	Activity, Inactivity, and Screen Time in relation to Weight and Fatness Over Adolescence in Girls	Longitudinal (4 anos)	Examinar a relação da AF, inatividade física e tempos de TV com o ganho de peso e gordura corporal em meninas.	173 meninas	8 a12 anos	IMC, obtido pelo método padrão (peso/altura <sup>2</sup> ) e %G obtido por meio de equação utilizando peso e deutério.	Questionário aplicado anualmente, com perguntas sobre sua participação típica em cinco tipos de atividades (dormindo ou deitado, sentado, parado, caminhando ou fazendo AF vigorosa) durante blocos de tempo, dentro de 24 horas.	O IMC não foi associado com AF; O índice de AF foi inversamente associado ao %G (-0,041);  Análises ajustadas para idade da menarca e sobrepeso de parentes.
(Li et al.,2007) - China	Moderate – vigorous physical activity	Longitudinal (8 meses)	Examinar a relação entre AF moderada a vigorosa com a	210 total (97 meninos e 113 meninas)	9 e 11 anos no baseline	%G, MG e MLG por meio de bioimpedância,	AF avaliada por meio de questionário aplicado (APARQ).	Não houve diferença estatisticamente

<b>Autor/Ano/País</b>	<b>Título</b>	<b>Tipo estudo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Amostra</b>	<b>Idades</b>	<b>Definição operacional do desfecho</b>	<b>Definição operacional da AF</b>	<b>Resultados</b>
	and body fatness in Chinese urban school children		gordura corporal.			IMC, CQ e CC e RCQ.		significativa nos indicadores de adiposidade após oito meses de acompanhamento em ambos os sexos;  Nas meninas, aos 10-11 anos, foram observados menores índices em todos os indicadores de adiposidade nas mais ativas, comparadas com suas contrapares.
(Pietilainen et al.,2008) - Finlândia	Physical Inactivity and Obesity: A Vicious circle	Longitudinal (9 anos)	Avaliar o papel da AF persistente vs. Inatividade na adolescência (16-18 anos) no desenvolvimento da obesidade abdominal aos 25 anos em uma amostra de gêmeos.	4.240 indivíduos 1.870 pares de gêmeos	16-18 anos (baseline) 25 anos (follow-up)	Obesidade avaliada pelo IMC, obtido através do método padrão (peso/altura <sup>2</sup> ) e obesidade abdominal definida como CC de (88cm) para mulheres e (102cm) para homens.	Questionário para avaliar AF de lazer com perguntas estruturadas com as seguintes opções de respostas: Nunca, menos que uma vez por mês, 1-2 vezes por mês, uma vez por semana, 2-3 vezes por semana, 4-5 vezes por semana e diariamente.	O risco de tornar-se adulto obeso (IMC) foi 3,9 vezes maior em adolescentes inativos, comparado com aqueles fisicamente ativos;  O risco de ter obesidade abdominal (CC) quando adulto,

<b>Autor/Ano/País</b>	<b>Título</b>	<b>Tipo estudo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Amostra</b>	<b>Idades</b>	<b>Definição operacional do desfecho</b>	<b>Definição operacional da AF</b>	<b>Resultados</b>
								ajustado para o IMC de adulto foi quase 5 vezes maior (4,8).
(Fulton et al.,2009)-USA	Physical Activity, Energy Intake, Sedentary Behavior and Adiposity in Youth	Longitudinal (8 anos)	Descrever a relação entre AF, ingestão energética e comportamento sedentário com IMC, índice de MLG e IMLG em crianças e adolescentes de 10 a 18 anos.	678 meninos e meninas	10 a 18 anos	IMC pelo método padrão, % de gordura obtida por bioimpedância elétrica, medidas antropométricas (peso, altura e circunferência do braço) e medidas de dobras cutâneas (panturrilha, tríceps e subescapular) para meninas e (médio axilar, tríceps e subescapular) para meninos; IMLG ( $IMC * [1 - \%GC]/100$ ) e IMG ( $IMC * [\%GC/100]$ ).	AF utilizando questionário.	Aumentar 100 minutos por dia de AF de moderada a vigorosa diminui ( $0,23 \text{ kg/m}^2$ ) o IMC em adolescentes de 10 a 18 anos na análise bruta (Modelo1) e ajustada para maturação sexual e interação entre sexo e maturação sexual a associação foi significativa (Modelo 4);  AF de moderada a vigorosa foi associada ao IMG para meninos e meninas em todos os modelos.
(Riddoch et al.,2009) – Reino Unido	Prospective associations between	Longitudinal (2 anos)	Investigar a associação da AF avaliada aos 12 anos	4.150 (1.964 meninos)	12 anos no baseline e 14 anos no	Gordura corporal avaliada pelo DXA.	AF avaliada através de acelerômetro.	100 counts por minutos a mais de AF total aos 12

Autor/Ano/País	Título	Tipo estudo	Objetivo	Amostra	Idades	Definição operacional do desfecho	Definição operacional da AF	Resultados
	objective measures of physical activity and fat mass in 12-14 year old children: the Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC)		com a gordura corporal aos 14 anos.	e (2.186 meninas)	follow-up			<p>anos foram associados com uma redução de 4,0% no %G de meninas e 6,4% nos meninos aos 14 anos;</p> <p>15 minutos a mais de AF de intensidade moderada a vigorosa aos 12 anos foi associado com uma redução no %G aos 14 anos de 9,8% nas meninas e 11,9% nos meninos;</p> <p>Aumentar a AF total em 100 counts/minuto entre os 12 e 14 anos foi associado com uma redução de 1,3% no %G de meninos e meninas; Aumentar 15 minutos por dia de AF de moderada a</p>

<b>Autor/Ano/País</b>	<b>Título</b>	<b>Tipo estudo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Amostra</b>	<b>Idades</b>	<b>Definição operacional do desfecho</b>	<b>Definição operacional da AF</b>	<b>Resultados</b>
								vigorosa entre os 12 e 14 anos foi associado a redução de 2,4% no %G dos meninos e 2,3% nas meninas aos 14 anos;  Ao ajustar para os valores do baseline houve um aumento nos intervalos de confiança.
(Kvaavik et al.,2009) - Noruega	Physical Fitness and Physical Activity at Age 13 Years as Predictors of Cardiovascular Disease Risk Factors at Ages 15, 25, 33, and 40 Years	Longitudinal (27 anos)	Analisar a influência da AF de lazer com índices de risco cardiovascular (IMC, dobras cutâneas e circunferência da cintura) ao longo da vida.	1.016 meninos	11 anos no baseline e 15, 25, 33 e 40 no follow-up	IMC, dobra cutânea do tríceps e CC.	AF de lazer foi avaliada por meio de questionário auto-aplicado.	AF a de lazer não foi associada com IMC, dobra tricipital e CC ao longo da vida.
(Volgyi et al.,2011) - Finlândia	Effect of long-term leisure time physical activity on lean mass and fat mass in girls during adolescence	Longitudinal (7 anos)	Avaliar: Se alta AF de lazer durante a puberdade até a idade adulta obtém benefícios em termos de aumento de massa magra e gorda no início da	201 meninas	10-13 anos (baseline) 17-20 anos (follow-up)	A composição corporal, MG e MLG foram avaliadas por meio de DXA.	AF de lazer avaliada por meio de questionário auto-aplicado.  Inatividade física foi obtida através de questionário e calculada com o somatório de horas	Alto %G e de MCT foram associados com menor nível de AF de lazer; Não foram observadas diferenças para a

<b>Autor/Ano/País</b>	<b>Título</b>	<b>Tipo estudo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Amostra</b>	<b>Idades</b>	<b>Definição operacional do desfecho</b>	<b>Definição operacional da AF</b>	<b>Resultados</b>
			idade adulta; Se aumentar a AF de lazer de baixa para alta da puberdade para a adolescência tem efeitos benéficos na distribuição da massa gorda e magra no início da idade adulta				por dia sentado ou deitado.  As adolescentes foram classificadas em quatro grupos: AF consistentemente baixa ( $G_{LL}$ ) ou alta ( $G_{HH}$ ) e mudança na AF de baixa para alta ( $G_{LH}$ ) e de alta para baixa ( $G_{HL}$ ).	quantidade de gordura absoluta (MG); Participar em 5h de AF de lazer tem um efeito significativo no %G, mas não na quantidade absoluta de gordura corporal.
(Belanger et al.,2011) - Canadá	Physical activity fluctuations and body fat during adolescence	Longitudinal (5 anos)	Testar se as flutuações na AF levam a maiores ganhos de gordura corporal durante a adolescência.	756 total (369 meninos e 387 meninas)	12 anos no baseline e 17 anos no follow-up	IMC, dobras cutânea subescapular e do tríceps e CC.	Número de sessões de AF moderada a vigorosa por semana.	Meninos: maiores flutuações na AF foram associadas a maiores IMC e DC do tríceps, mesmo após ajuste.  Meninas: maiores flutuações na AF foram associadas a menores IMC, CC e DC subescapular e do tríceps, mesmo após ajuste.
(Hallal et al.,2012) - Brasil	Bidirectional cross-sectional and prospective associations	Longitudinal e transversal (4 anos)	Investigar a associação transversal e longitudinal entre AF	4.103 e subamostra de 511 meninos e	11 a 15 anos	IMC e dobras cutâneas do tríceps e subescapular foram coletadas	Questionário aplicado por meio de entrevista aos 11, 13 e 15 anos e acelerômetro aos 13 anos.	Na análise bruta, cada 10 minutos extras de AF aos 11 anos foram

<b>Autor/Ano/País</b>	<b>Título</b>	<b>Tipo estudo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Amostra</b>	<b>Idades</b>	<b>Definição operacional do desfecho</b>	<b>Definição operacional da AF</b>	<b>Resultados</b>
	between physical activity and body composition in adolescence: Birth cohort study		e composição corporal.	meninas		em todos os acompanhamentos (11, 13 e 15 anos); Aos 13 anos a composição corporal foi obtida por meio de diluição de deutério.		associados a uma redução de (0,026 kg) de massa gorda aos 13 anos somente em meninos; Após ajuste a associação não permaneceu significativa.
(Freitas et al.,2012) - Portugal	Tracking of fatness during childhood, adolescence and young adulthood: a 7-year follow-up study in Madeira Island, Portugal	Longitudinal (7 anos)	Estudar o <i>tracking</i> do IMC, CC e SDC da infância para a adolescência, e da adolescência para a vida adulta; Documentar as prevalências de sobrepeso e obesidade e verificar os correlatos de gordura corporal na adolescência.	670 total (226 meninos e 434 meninas)	8, 12 e 16 no baseline e 15, 19 e 23 no follow-up	IMC, CC e SDC.	Questionário Baecke com três categorias: “Sport score” – participação em esporte regular; “Leisure time index” - atividades de lazer; e “Sport index”- combinação do “Sport score” mais “Leisure time index”.	Meninas: O “Sport score” aos 8 anos foi preditor de 3% do IMC e 4% da CC; O “Sport index” aos 8 e 12 anos foi preditor de 3% da CC e 3% do SDC aos 15 e 19 anos. Meninos: O “Sport index” e o “Sport score” explicaram 2% do SDC dos 8 aos 15 anos.

## 2. JUSTIFICATIVA

O sobrepeso e a obesidade são importantes preditores de condições de saúde desfavoráveis, entre outros: aumento da pressão sanguínea, diabetes tipo 2, alterações no perfil lipídico e doença coronariana (Bouchard, 2007; USDHHS, 1996; WHO, 2003). De forma consistente ao que ocorre com a prática de AF, o sobrepeso e a obesidade são condições que, quando estabelecidas na infância e na adolescência, tendem a se manter ao longo da vida (Kvaavik et al., 2003; Viner and Cole, 2006). Portanto, como já demonstrado, adolescentes com sobrepeso e obesidade são mais prováveis de se tornarem adultos obesos e, como consequência, detectam-se maiores incidências e prevalências de adultos com tal condição (Gigante et al., 2011; Ogden, 2006).

Apesar dos reconhecidos efeitos da AF sobre o controle de peso e a redução da gordura corporal (Bouchard, 2007), a associação entre esta e a prática de AF durante a adolescência não apresenta resultados consistentes na literatura, principalmente quando a AF é medida neste mesmo período e a adiposidade total na transição para a idade adulta.

Resultados de estudos transversais apontaram uma relação inversa entre AF e a adiposidade corporal (Ness et al., 2007; Tudor-Locke et al., 2010). Este tipo de delineamento, entretanto, não permite o estabelecimento de temporalidade, tampouco o estabelecimento de uma associação causal. Os estudos prospectivos igualmente apontam para uma relação inversa entre prática de AF e adiposidade corporal (Fulton et al., 2009; Kettaneh et al., 2005; Kimm et al., 2005). O tipo de medida de AF e o parâmetro utilizado pela maioria para definir a obesidade – o IMC (Cleland et al., 2008; Haerens et al., 2010; Menschik et al., 2008) –, assim como as idades em que os participantes foram avaliados, o intervalo entre as medidas e o tempo de acompanhamento não permitem que haja uma consistência entre os achados.

Não foram encontrados estudos de coorte, publicados em revistas científicas indexadas, que tenham avaliado a prática de AF durante o período que compreende a adolescência e a composição corporal por meio de um equipamento de referência para avaliação da gordura corporal. Desta forma, reitera-se a necessidade de novas investigações (i) com estudos longitudinais, (ii) com grandes populações, (iii) com períodos de acompanhamento que compreendam toda a adolescência, (iv) que utilizem equipamentos que possibilitem medidas mais acuradas de adiposidade e (v) que efetuem controle para múltiplos fatores de confusão – os quais poderão contribuir para o esclarecimento da associação entre a



AF e o %G corporal. Assim, o estudo proposto possui algumas vantagens não encontradas na literatura sobre o tema, quais sejam:

- Tratar-se de um estudo longitudinal desenvolvido em uma coorte de nascimentos com mais de 4.000 indivíduos;
- Possuir informações referentes à exposição (prática de AF) dos pertencentes à coorte nas idades de 11, 15 e 18 anos;
- Ter avaliado o %G aos 18 anos, com o DXA – equipamento referência para a tomada desta medida (Fields, 2000; Sopher et al., 2004; Wells et al., 1999).

Com este tipo de estudo, será possível obter informações importantes referentes à condição nutricional dos adolescentes com uma medida de maior precisão na classificação dos indivíduos na condição nutricional e, ainda, de como as diferentes trajetórias de AF ao longo da adolescência podem afetar o desenvolvimento de gordura corporal aos 18 anos e a significância deste efeito. Os resultados deste estudo poderão contribuir para o planejamento de intervenções que visem à redução e prevenção da obesidade.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1. Objetivo geral**

Investigar a associação entre a trajetória de AF durante a adolescência, dos 11 aos 18 anos, com a gordura corporal aos 18 anos.

### **4.2. Objetivos específicos**

1. Determinar a prevalência de obesidade (%G > 29,8% para homens e %G > 41,8% para mulheres) e de inatividade física (<300 minutos de AF/semana) aos 18 anos;
2. Analisar e comparar o tracking de AF dos 13 aos 18 anos com a utilização de questionários e acelerômetros.

## **5. HIPÓTESES**

- Indivíduos que se mantiveram ativos no período entre os 11 e 18 anos de idade terão menores níveis de gordura corporal aos 18 anos;
- A prevalência de prática de AF de lazer e deslocamento aos 18 anos será menor que 50%;
- A redução dos níveis de AF serão mais acentuadas no período entre os 15 e 18 anos de idade, comparadas as reduções ocorridas entre os 11 e 15 anos;
- Indivíduos ativos aos 13 anos terão maior probabilidade de serem ativos aos 18 anos.
- Haverá uma alta concordância na probabilidade de ser ativo entre os 13 e 18 anos entre as medidas realizadas por questionários e acelerometria.

## **6. METODOLOGIA**

### **6.1. Delineamento**

Trata-se de um estudo de coorte de nascimentos, longitudinal, futurístico e ambispectivo, no qual informações sobre a exposição principal (AF) e outras exposições já foram coletadas em acompanhamentos anteriores. No último acompanhamento, realizado em 2011/12, foram coletadas informações do desfecho de interesse, gordura corporal e o último ponto da exposição (AF).

#### **6.1.1. Breve histórico do estudo de coorte de nascimentos de 1993, Pelotas (RS)**

Dada a importância do monitoramento epidemiológico em relação a desfechos de saúde realizados pela primeira coorte de nascimentos de Pelotas, em 1982 (Victora and Barros, 2006), 11 anos após nasceu a coorte de 1993 (Barros et al., 2008). Durante o ano de 1993, as maternidades de todos os hospitais foram visitadas diariamente e 5.265 nascimentos de mulheres que viviam na cidade foram registrados. Destas, 5.249 aceitaram fazer parte do

estudo longitudinal, que compreendeu mães de crianças moradoras da zona urbana do município (Victora et al.,2008). Do período compreendido entre os anos de 1993 a 2008, vários acompanhamentos foram realizados: perinatal, 1, 3, e 6 meses, 1, 4, 11, 15 e 18 anos. Todos os indivíduos nascidos em 1993 foram procurados somente nos acompanhamentos do perinatal, 11, 15 e 18 anos.

Os principais acompanhamentos, do nascimento até os 18 anos, incluindo informações sobre o número de indivíduos procurados, número de avaliados em cada acompanhamento e o percentual de indivíduos encontrados estão resumidos na Tabela 1. Outras informações metodológicas sobre esta coorte de nascimentos podem ser encontradas nos artigos (Victora et al., 2006; Victora et al., 2008), e informações obtidas no relatório de campo do acompanhamento de 2011/12 estão disponíveis no site [www.epidemiologia.ufpel.org.br](http://www.epidemiologia.ufpel.org.br).

**Tabela 1.** Principais acompanhamentos do estudo de coorte de nascimentos de 1993, Pelotas (RS).

Ano	Idade	Estratégia amostral	Procurados	§Encontrados	*% de acompanhamento
1993	Nascimento	Todos os nascidos em 1993 em cinco maternidades de Pelotas	5.265	5.249	-
1993-4	1 mês	Amostra sistemática de 13% de todos os membros da coorte	655	649	99,1%
1993-4	3 meses	Amostra sistemática de 13% de todos os membros da coorte	655	644	98,3%
1993-4	6 meses	Todas as crianças com baixo peso ao nascer (<2,500g) e 20% dos membros restantes da coorte	1.460	1.414	96,8%
1994-5	12 meses	Todas as crianças com baixo peso ao nascer (<2,500g) e 20% dos membros restantes da coorte	1.460	1.363	93,4%
1997-8	4 anos	Todas as crianças com baixo peso ao nascer (<2,500g) e 20% dos membros restantes da coorte	1.460	1.273	87,2%
2004-5	11 anos	Todos os membros da coorte	5.249	4.452	87,5%
2008-9	15 anos	Todos os membros da coorte	5.249	4.325	85,7%
2011-12	18 anos	Todos os membros da coorte	5.249	4.106	81,4%

§ Indivíduos encontrados que participaram dos acompanhamentos; \*% de acompanhados mais os que tinham o seu falecimento conhecido.

Além dos acompanhamentos principais, também foi realizada uma série de subestudos com os membros da coorte de nascimentos de 1993, conforme resumo apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2.** Resumo dos subestudos desenvolvidos com os membros da coorte de nascimentos de 1993, Pelotas (RS) até 2006.

Ano	Idade	Estudo	Estratégia amostral	Amostra
1993	< 1 ano	Admissão hospitalar	Estudo de caso-controle aninhado a coorte de admissões hospitalares durante a infância	152 casos e 2.391 controles
1994	1 ano	Etnográfico	Amostra estratificada por escolaridade materna e renda familiar	80
1997	4 anos	Asma	Todos os 1.363 indivíduos incluídos na principal visita do 1 ano	1.273
1997	4 anos	Saúde mental	Metade dos 1.273 indivíduos incluídos na principal visita dos 4 anos	634
1997	4 anos	Lesões físicas	Metade dos 1.273 indivíduos incluídos na principal visita dos 4 anos	620
1999	6 anos	Asma e função pulmonar	Um quarto dos 1.273 indivíduos incluídos na principal visita dos 4 anos	532
1999	6 anos	Saúde bucal	Metade dos 1.273 indivíduos incluídos na principal visita dos 4 anos	359
2002	9 anos	Composição corporal	Amostra estratificada por peso ao nascer (<2.500g; >2.500g) e ganho de peso de 1-4 anos	172
2004	11 anos	Etnográfico	Amostra estratificada por escolaridade materna e renda familiar	80
2004	11 anos	Saúde bucal	Metade dos 1.273 indivíduos incluídos na principal visita dos 4 anos	359
2004	11 anos	Saúde mental	Metade dos 1.273 indivíduos incluídos na principal visita dos 4 anos	634
2006	13 anos	Etnográfico	Amostra estratificada por escolaridade materna e renda familiar	80
2006	13 anos	Dieta, atividade física, composição corporal	Amostra de 568 indivíduos que haviam participado de todos os acompanhamentos anteriores	498
2006	13 anos	Gasto energético	Subamostra de 568 indivíduos que haviam participado de todos os acompanhamentos anteriores. Subamostra de jovens usando água duplamente marcada.	30
2009-2010	16-17 anos	Etnográfico	Sub-amostra de jovens de ambos os sexos eutróficos e obesos aos 11 e 15 anos e conforme renda familiar	80

Alguns dados relativos ao último acompanhamento (2011/12) estão contidos nos itens que se seguem.

## **6.2. População de estudo**

A população de elegíveis para o estudo foi composta por todos os 5.249 nascidos vivos no ano de 1993 e residentes na zona urbana do município de Pelotas. Desta forma, 4.106 indivíduos participaram do acompanhamento de 2011/12.

Para a localização destes adolescentes, foram utilizadas diferentes estratégias de busca. Resumidamente, as principais foram: 1) atualização do banco de endereços através de telefonemas com dados do banco de dados do acompanhamento dos 15 anos; 2) informações obtidas durante o alistamento militar, realizado em 2011; 3) dados coletados durante a apresentação para exame médico no quartel; 4) entrega de *folders* informativos sobre o estudo e a importância de participação de todos nos endereços domiciliares dos participantes.

## **6.3. Critérios de Inclusão**

Para os estudo de trajetória de AF e gordura corporal serão adotados os seguintes critérios de inclusão:

- a) Ser morador da zona urbana de Pelotas;
- b) Ter nascido em um dos hospitais da zona urbana do município, no período entre 1º de janeiro e 31 de dezembro de 1993;
- c) Ter dados de AF nos acompanhamentos do 11, 15 e 18 anos;
- d) Ter dados de composição corporal (peso, altura, %G) aos 18 anos.

Para o estudo do tracking de AF dos 13 aos 18 anos mensuradas por meio de questionário e acelerômetros, além dos critérios “a” e “b” acima listados os informantes também terão que ter dados de acelerometria coletados aos 13 e 18 anos.

#### 6.4. Amostra

Por tratar-se de um estudo de coorte, não foi necessário realizar o cálculo de tamanho de amostra. Para o acompanhamento de 2011/12, tinha-se como meta localizar 85,0% dos membros da coorte, o que representaria uma amostra de 4.293 indivíduos  $\{[(5249*85/100) - 169 \text{ (mortos)}]\}$ . Ao final do acompanhamento, 81,4% dos nascidos em 1993 foram localizados e participaram efetivamente desta etapa do estudo, totalizando uma amostra de 4.106 adolescentes  $\{[(5249*81,4/100) - 169 \text{ (mortos)}]\}$ . Este tamanho de amostra permitiu estimar, com um erro alfa de 0,05 e um poder de 80%, uma diferença mínima de três pontos percentuais na prevalência de inatividade física (<300 minutos por semana). Para o %G, considerando uma amostra de 2.000 meninos e 2.000 meninas, será possível detectar uma diferença mínima de quatro pontos percentuais no referido percentual de meninos e meninas. Os cálculos para estimar as prevalências foram baseados nos dados encontrados por Dumith e colaboradores (2010) para inatividade física nesta mesma coorte e por Kettaneh e colaboradores (2005) para o %G em outro estudo.

Para as análises de associações entre inatividade física e %G, foram realizadas simulações para o Risco Relativo (RR) mínimo que pode ser encontrado entre expostos e não-expostos, levando em consideração uma amostra de aproximadamente 2.000 meninos e 2.000 meninas, um poder de 80,0% e um nível de confiança de 95,0% (Quadro 2).

**Quadro 2.** Simulações para Risco Relativo conforme variação do desfecho e proporção de expostos e não-expostos.

Proporção (%)		RR mínimo a ser detectado conforme prevalência do desfecho				
Não exposto	Exposto	5%	8%	10%	12%	15%
10	90	2,3	1,8	1,6	1,5	1,5
20	80	2,2	1,7	1,6	1,5	1,4
30	70	2,2	1,7	1,6	1,5	1,4
40	60	2,1	1,7	1,6	1,5	1,4
50	50	2,0	1,7	1,6	1,5	1,4
60	40	2,0	1,6	1,5	1,5	1,4
70	30	1,9	1,6	1,5	1,4	1,4
80	20	1,8	1,6	1,5	1,4	1,4
90	10	1,8	1,6	1,5	1,4	1,4

## 6.5. Instrumentos

### 6.5.1. Medidas de AF

A prática de AF aos 11 e 15 anos foi avaliada por meio de um questionário aplicado por entrevistadoras treinadas. Aos 11 anos, os adolescentes foram questionados sobre a forma como se deslocavam para escola e sobre suas práticas físico-esportivas, avaliando 13 itens ou mais (ANEXO 1). Aos 15 anos, um questionário muito semelhante aos dos 11 anos foi aplicado. Para adequá-lo à faixa etária houve pequenas alterações nos itens das práticas físico-esportivas, quando foram substituídas as atividades de handebol, caçador e jogo de taco pelas de caminhada, musculação e academia (ANEXO 2). Aos 18 anos, a prática de AF foi avaliada com dois diferentes instrumentos: o questionário *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ-versão longa) nas seções de lazer e de deslocamento (ANEXO 3) e o



acelerômetro (*GENEActiv*) (ANEXO 4 – foto). Este último foi utilizado no pulso da mão não dominante por um período que variava de quatro a oito dias, conforme o dia em que o adolescente realizava sua visita à clínica.

Além das coletas de dados de AF aos 11, 15 e 18 anos, um subestudo foi realizado quando os adolescentes estavam com 13 anos. Neste, a AF foi coletada por meio de questionário, o mesmo instrumento utilizado aos 11 anos (ANEXO 1) e também por meio da utilização de acelerômetros, do modelo *Actigraph GT1M*, empregados na cintura entre a quarta-feira (dia da colocação) e a segunda-feira (dia da coleta do aparelho).

As principais informações referentes às coletas de AF dos informantes da coorte de 1993 estão resumidas no Quadro 3.

**Quadro 3.** Resumos das coletas de AF realizadas com os informantes da coorte de nascimento de Pelotas de 1993.

Ano de coleta	Acompanhamento (Idade)	Instrumentos	Amostra
2004-5	11 anos	Questionário aplicado por entrevistadoras	4.452
2006	13 anos	Questionário aplicado por entrevistadoras e uso de acelerômetros ( <i>Actigraph GT1M</i> )	498
2008-9	15 anos	Questionário aplicado por entrevistadoras	4.325
2011-12	18 anos	Questionário aplicado por entrevistadoras e uso de acelerômetros ( <i>GENEActiv</i> )	4.106

## **6.5.2. Medidas de composição corporal**

Aos 18 anos, o volume de gordura corporal absoluto e relativo foi avaliado pelo equipamento DXA (Lunar Prodigy da GE Healthcare) que, através da densitometria por absorção de raios-x de dupla energia, faz a mensuração da gordura corporal total e por seguimento corporal (membros superiores, tronco e membros inferiores) (ANEXO 4 - foto). Além disso, o mesmo equipamento fornece valores para a MM e a DMO.

O DXA é considerado um método referência para avaliação da composição corporal em estudos com grandes populações (Gallagher et al.,2000). Baseia-se na emissão de fótons de dois níveis de energia, que são atenuados de forma diferente entre os tecidos ósseo, muscular e de gordura (Goran,1998;Goran et al.,1996;Lobstein et al.,2004). Seu resultado está baseado na razão entre os dois níveis de atenuação de energia através dos tecidos do corpo (Ellis,2000). Entre suas principais vantagens estão: a possibilidade de determinar a massa óssea e muscular, a gordura total e por segmentos corporais; ser um método seguro, pois emite baixa radiação. Ele é adequado para uso com crianças e adolescentes (Goran,1998;Lobstein et al.,2004). Suas principais desvantagens são: alto custo do equipamento; tempo do procedimento (aproximadamente 20 minutos); necessidade de cooperação dos indivíduos, de local apropriado e de técnico especializado para realização do exame e uso do equipamento (Goran,1998;Lobstein et al.,2004).

## **6.6. Variáveis**

### **6.6.1. Dependente**

A variável dependente será o %G obtido pelo DXA. O %G será operacionalizado de forma contínua e categórica. Para a avaliação de forma categórica, serão utilizados os pontos de corte propostos para adultos, a partir dos 18 anos, por (Heo et al.,2012). Estes sugerem os seguintes pontos de corte:

**HOMENS**

14,5% normal

24,9% para sobrepeso

29,8% para obesidade

**MULHERES**

26,9% normal

37,0% para sobrepeso

41,8% para obesidade

A escolha dos pontos de corte propostos por Heo e colaboradores (2012) justifica-se por ter sido construído com dados de uma amostra populacional representativa (NHANES, 1999-2004) e pela avaliação da gordura corporal dos indivíduos ter sido realizada por meio do DXA (Heo et al.,2012).

**6.6.2. Independente**

A variável independente será a prática de AF, definida como tempo de prática de AF/semana de forma contínua (em minutos/semana) e categórica. Esta última estará baseada no tempo semanal igual ou superior a 300 minutos/semana gastos com a prática de AF esportivas de lazer ou de deslocamento em três idades: 11, 15 e 18 anos. A definição de AF está de acordo com as recomendações atuais para adolescentes emitidas pelo CDC e pela OMS (USDHHS,2008;WHO,2010).

Para classificação da prática de AF conforme as trajetórias dos indivíduos (*tracking* de AF), serão utilizadas as seguintes categorias: sempre ativo, aumentou AF, diminuiu AF e sempre inativo.

Além das variáveis dependente e independentes, uma série de outras variáveis serão utilizadas para ajuste de possível efeito de confundimento, conforme está demonstrado na Tabela 3.

**Tabela 3.** Variáveis que serão utilizadas para controle de confundimento na análise multivariável.

VARIÁVEL	IDADE DOS ENTREVISTADOS (anos)	OPERACIONALIZAÇÃO	TIPO
Sexo	18	Masculino/feminino	Dicotômica
Cor da pele	18	Branco/Negro/ Outros	Categórica nominal
Televisão ou computador	11, 15 e 18	Horas/dia	Numérica contínua
Nível socioeconômico	18	Quintis	Categórica ordinal
Nível educacional do adolescente	18	Anos de estudo	Numérica discreta
Nível educacional da mãe	15	Anos de estudo	Numérica discreta
Obesidade da mãe	11 e 15	Sim/Não	Dicotômica
AF da mãe	11 e 15	Ativa/Inativa	Dicotômica
AF do pai	15	Ativo/Inativo	Dicotômica
Altura	18	cm	Numérica contínua
Fumo	15 e 18	Sim/Não	Dicotômica
Consumo de álcool	15 e 18	Sim/Não	Dicotômica
Uso de medicamento para emagrecer	15 e 18	Sim/Não	Dicotômica
Dieta para emagrecer	15 e 18	Sim/Não	Dicotômica
Dieta rica em gordura	15 e 18	Sim/Não	Dicotômica
Consumo diário de refrigerantes	15 e 18	Sim/Não	Dicotômica
Sobrepeso e obesidade	11, 15 e 18	Sim/Não	Dicotômica
Idade da menarca (15 anos)	15	Anos	Discreta
Nível maturacional (estágios de Tanner)	11	I a V	Categórica ordinal

## 6.7. Análise dos dados

Para verificação da associação entre AF durante a adolescência (nos três acompanhamentos) e gordura corporal aos 18 anos será realizada análise de trajetória. Os dados serão analisados inicialmente para descrever a amostra conforme variáveis demográficas, biológicas e comportamentais, com a apresentação das respectivas médias e desvios-padrão ou proporções e seus intervalos de confiança. Após, será realizada a análise bivariada entre a exposição (AF) e o desfecho (%G). A próxima etapa consistirá na realização de uma análise multivariada das trajetórias de AF e gordura corporal. Para tal, um dos seguintes modelos será utilizado conforme a natureza dos dados e da convergência dos modelos: modelos multinível, *path analysis*, *mixed-effect modeling*, *random-effects linear spline models*. Nas análises ajustadas, serão incluídas no modelo as variáveis com potencial

para confundimento. O nível de significância de 5,0% será adotado para todos os testes bicaudais.

Para verificação do *tracking* de AF dos 13 aos 18 anos serão realizadas análises descritiva, bivariada e multivariada. O *tracking* será avaliado por meio de correlação de Pearson e análise de risco proporcional. Também será realizado ajuste para possíveis confundidores e o nível de significância de 5,0% será adotado para todos os testes bicaudais.

Todas as análises serão realizadas estratificadas por sexo, visto que homens e mulheres diferem quanto ao armazenamento de gordura corporal, especialmente durante a adolescência e, que a prática de AF também não apresenta comportamento semelhante entre meninos e meninas, sendo estas, frequentemente menos ativas.

Com base na hipótese que postula que o excesso de gordura corporal ou a obesidade podem ser fator de risco para os baixos níveis de AF nos realizaremos testes para verificação da bidirecionalidade entre a trajetória de obesidade durante a adolescência (11 a 18 anos) e o nível de AF aos 18 anos.

## **6.8. Logística do acompanhamento**

### **6.8.1. Recrutamento e seleção de pessoal**

Durante os meses de julho a agosto de 2011, ocorreu o processo de seleção e recrutamento de pessoal para trabalhar no acompanhamento de 18 anos. Foram selecionados 35 candidatos para participar do treinamento do questionário geral e dos equipamentos. Para algumas funções bastante específicas, o recrutamento foi feito separadamente. Os critérios principais para a seleção foram: experiência em coleta de sangue, disponibilidade de horários, pretensão salarial compatível ao ofertado, capacidade de aprender e experiência no ramo. Ao fim, a equipe foi composta por 32 pessoas, sendo elas distribuídas em diferentes funções.

### **6.8.2. Estudo piloto**

Após o recrutamento e treinamento do pessoal e testagem dos instrumentos e equipamentos, no dia 3 de setembro de 2011, foi realizado o estudo piloto do acompanhamento 2011/12. Coordenadores, pesquisadores, supervisora de campo e doutorandos observaram toda a logística para o funcionamento da clínica da coorte de 1993.

Os candidatos aprovados e selecionados para trabalhar no acompanhamento foram divididos em dois grupos para que em um momento fossem os “adolescentes” para as entrevistas e os exames corporais e, posteriormente, fossem os responsáveis pela coleta de dados, invertendo as funções. Essa estratégia permitiu estabelecer o fluxo a ser adotado (desde a chegada do jovem à clínica) e possibilitou estimar o tempo gasto para realização de todas as medidas e instrumentos de entrevista.

### **6.8.3. Início do trabalho de campo**

O trabalho de campo teve início no dia 5 de setembro de 2011. O atendimento aos adolescentes foi realizado de segunda à sexta, em dois turnos de trabalho, os quais ocorreram das 08h00min às 14h00min (turno da manhã) e das 14h00min às 20h00min (turno da tarde). Aos sábados, o atendimento era realizado no período das 09h00min às 17h00min. Os participantes tiveram suas visitas agendadas por uma assistente de pesquisa responsável somente pelos agendamentos. A ordem de ligação obedeceu a data de nascimento, para que todos fossem avaliados aos 18 anos ou após. Na primeira semana, foram agendados 16 adolescentes/dia, para aprimoramento da logística de funcionamento da clínica. A partir da segunda semana, o agendamento diário passou para 25 adolescentes/dia, chegando a 40 adolescentes/dia ao longo da pesquisa.

Após agendamento prévio, os adolescentes eram recepcionados na clínica em data e horário combinados. Na recepção, era solicitado um documento de identificação e, em seguida, recebiam um crachá, que além de identificar o adolescente servia para monitorar todas as etapas da visita à clínica. Após este procedimento, eles eram encaminhados à entrevistadora para leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Posteriormente ao consentimento, dava-se início ou às entrevistas, com questionário

geral e testes psicológicos, ou aos exames físicos (antropometria – peso, altura, dobras cutâneas subescapular e triceptal, CC e circunferência do bíceps, BodPod, DXA, 3-Dimensional Photonic-Scanner, ultrassom de carótidas, espirometria, pressão sanguínea, coleta de sangue venoso e saliva).

Para realização dos exames físicos, foi necessário que os adolescentes utilizassem uma roupa confeccionada em *lycra* para o estudo, para evitar que volumes excedentes impedissem medidas corporais mais precisas. A ordem de realização das etapas era variável, isto é, respeitava a disponibilidade dos equipamentos e a organização do fluxo diário de atendimento. Na etapa final, era realizada a colocação do acelerômetro (monitor de AF). Neste momento, também era solicitado ao adolescente a confirmação do endereço para busca do acelerômetro e um telefone para contato. Além disso, haviam duas sub-amostras, nas quais em uma era realizado exame de saúde bucal (N=359) e em outra a medida do músculo adutor do polegar (N=457) e do deutério (N=457). O tempo médio de permanência dos adolescentes na clínica para realização da visita completa era de 2h40min.

Em relação às medidas da AF e da gordura corporal avaliadas aos 18 anos, os procedimentos foram realizados da seguinte maneira: o questionário de AF fazia parte do questionário geral, que estava inserido em um computador portátil (PDA), com suas questões separadas em um bloco específico (BLOCO “F”). Este instrumento foi aplicado por entrevistadoras treinadas para registros das informações coletadas. A gordura corporal absoluta e relativa foi avaliada pelo DXA, como descrito anteriormente, e o procedimento foi realizado por um responsável técnico treinado para operar este equipamento. Os adolescentes realizavam este exame em três fases: 1) scanner do corpo inteiro; 2) somente coluna; 3) somente quadril. Foi solicitado a todos que retirassem qualquer objeto metálico que estivessem fazendo uso, visto que os mesmos ocasionariam erros nas medidas efetuadas pelo equipamento. A temperatura da sala estava regulada para que o ambiente fosse agradável. O tempo para realização deste exame completo era de aproximadamente 20 minutos.

## **6.9. Processamento dos dados**

Diariamente, os PDA's, com as informações coletadas nas entrevistas, eram descarregados por uma pessoa responsável para esta tarefa. As informações extraídas eram

armazenadas em arquivo Excel. Semanalmente, estas informações eram reunidas em um arquivo único e transportado para o banco no *software Stata 11.0*. Também semanalmente, foi realizada a transferência das informações dos equipamentos e, assim, foi sendo construído o banco de dados de cada aparelho.

Ao final do trabalho de campo, em 15 de março de 2012, as informações referentes à prática de AF e à gordura corporal estavam disponíveis no banco de dados geral da coorte de 1993.

#### **6.10. Controle de qualidade**

Durante o acompanhamento dos 18 anos, foi realizado o controle de qualidade das entrevistas e das medidas obtidas pelos equipamentos. Para controle de qualidade das entrevistas, uma amostra de 10% dos participantes foi sorteada. Os sorteados recebiam uma ligação telefônica e eram arguidos com seis questões-chave do estudo. Com relação aos dados gerados pelos equipamentos, semanalmente eram conferidos por um integrante da equipe de informática e pelo doutorando responsável pelo equipamento, a fim de detectar possíveis inconsistências.

#### **6.11. Financiamento**

Este estudo faz parte do *Estudo Longitudinal das Crianças Nascidas em 1993 na Cidade de Pelotas, RS*, o qual obteve grande parte de seu financiamento através da *Wellcome Trust Foundation* (Inglaterra). Os gastos com a coleta de dados para a execução deste projeto foram subsidiados também através de financiamentos de agências de fomento nacionais, como CNPq e FAPERGS. Para as análises deste projeto e escrita de artigos, não serão necessários financiamentos.



## **6.12. Aspectos éticos**

Para execução do acompanhamento dos 18 anos, o estudo obteve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas (Ofício N° 05/11). Os anos anteriores de acompanhamento (11 e 15 anos) também receberam a aprovação do referido comitê. Ressalta-se, portanto, que os princípios éticos foram assegurados a todos os participantes da pesquisa.

## 7. CRONOGRAMA

Todas as atividades relativas à execução deste projeto e à finalização da tese encontram-se enunciadas no cronograma abaixo.

ATIVIDADES	2011												2012											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Preparação do trabalho de campo	■	■	■	■	■	■	■																	
Seleção dos entrevistadores					■	■																		
Treinamento entrevistadores							■	■																
Estudo piloto							■																	
Trabalho de campo								■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Revisão de literatura													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Definição do tema de pesquisa															■									
Elaboração do projeto de pesquisa															■	■	■	■	■	■				
Defesa do projeto																					■			
Ajuste do projeto																						■	■	
Análise dos dados																								■

ATIVIDADES	2013												2014											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Análise dos dados	■	■	■	■	■																			
Redação do artigo de revisão	■	■																						
Redação dos artigos originais						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Elaboração do relatório final da tese																	■	■	■	■				
Entrega do volume																					■			
Defesa da tese																						■		
Entrega do volume final da tese																								■
Divulgação dos resultados																								■

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACSM. (2001). "Appropriate Intervention Strategies for Weight Loss and Prevention of Weight Regain for Adults." Medicine & Science in Sports & Exercise **33**(12): 2145-2156.
- Andersen, R.E., Crespo, C.J., Bartlett, S.J. et al. (1998). "Relationship of physical activity and television watching with body weight and level of fatness among children: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey." JAMA **279**(12): 938-942.
- Anderssen, N., Wold, B. and Torsheim, T. (2005). "Tracking of physical activity in adolescence." Res Q Exerc Sport **76**(2): 119-129.
- Ara, I., Vicente-Rodriguez, G., Perez-Gomez, J. et al. (2006). "Influence of extracurricular sport activities on body composition and physical fitness in boys: a 3-year longitudinal study." Int J Obes (Lond) **30**(7): 1062-1071.
- Araújo, C., Toral, N., Silva, A.C.F., Velásquez-Melendez, A. (2010). "Nutritional status of adolescents and its relation with socio-demographics variables: National Adolescent School-based Health Survey (PeNSE), 2009." Ciência & Saúde Coletiva **15**((Supl. 2)): 3077-3084.
- Azevedo, M.R., Horta, B.L., Gigante, D.P., Sibbritt, D (2011). "Tracking of physical activity in the 1982 birth cohort in Pelotas." Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde **16**(2): 156-161.
- Baggett, C.D., Stevens, J., McMurray, R.G. et al. (2008). "Tracking of physical activity and inactivity in middle school girls." Med Sci Sports Exerc **40**(11): 1916-1922.
- Baker, J.L., Olsen, L.W. and Sorensen, T.I. (2007). "Childhood body-mass index and the risk of coronary heart disease in adulthood." N Engl J Med **357**(23): 2329-2337.
- Barros, A.J., Santos, I.S., Matijasevich, A. et al. (2008). "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." Cad Saude Publica **24 Suppl 3**: S371-380.

- Barufaldi, L.A., Abreu Gde, A., Coutinho, E.S. et al. (2012). "Meta-analysis of the prevalence of physical inactivity among Brazilian adolescents." Cad Saude Publica **28**(6): 1019-1032.
- Bastos, J.P., Araujo, C.L. and Hallal, P.C. (2008). "Prevalence of insufficient physical activity and associated factors in Brazilian adolescents." J Phys Act Health **5**(6): 777-794.
- Bastos, J.P., Araújo, C.L.P., Hallal, P.C. (2008). "Prevalence of Insufficient Physical Activity and Associated Factors in Brazilian Adolescents." J Phys Act Health **5**: 777-794.
- Bauman, A.E. (2004). "Updating the evidence that physical activity is good for health: an epidemiological review 2000-2003." J Sci Med Sport **7**(1 Suppl): 6-19.
- Belanger, M., O'Loughlin, J., Karp, I. et al. (2011). "Physical activity fluctuations and body fat during adolescence." Pediatr Obes **7**(1): 73-81.
- Berkey, C.S., Rockett, H.R., Field, A.E. et al. (2000). "Activity, dietary intake, and weight changes in a longitudinal study of preadolescent and adolescent boys and girls." Pediatrics **105**(4): E56.
- Bibbins-Domingo, K., Coxson, P., Pletcher, M.J. et al. (2007). "Adolescent overweight and future adult coronary heart disease." N Engl J Med **357**(23): 2371-2379.
- Biddle, S.J.S., Whitehead, S.H., O'Donovan, T.M., Nevill, M.E. (2005). "Correlates of participation in physical activity for adolescent girls: a systematic review of recent literature." J Phys Act Health **2**: 423-434.
- Bjorge, T., Engeland, A., Tverdal, A. et al. (2008). "Body mass index in adolescence in relation to cause-specific mortality: a follow-up of 230,000 Norwegian adolescents." Am J Epidemiol **168**(1): 30-37.
- Boreham, C., Twisk, J., Neville, C. et al. (2002). "Associations between physical fitness and activity patterns during adolescence and cardiovascular risk factors in young adulthood: the Northern Ireland Young Hearts Project." Int J Sports Med **23** **Suppl 1**: S22-26.
- Bouchard, C., Blair, S.N., Haskell, W.L. (2007). Physical Activity and Health.
- Camerom, N. (2002). Human growth and development, Academic Pr.

- Caspersen, C.J., Powell, K.E. and Christenson, G.M. (1985). "Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research." Public Health Rep **100**(2): 126-131.
- Cleland, V.J., Dwyer, T. and Venn, A.J. (2008). "Physical activity and healthy weight maintenance from childhood to adulthood." Obesity (Silver Spring) **16**(6): 1427-1433.
- Colley, R.C., Garrigueta, D., Janssen, I. et al. (2011). "Physical activity of Canadian children and youth: accelerometer results from the 2007 to 2009 Canadian Health Measures Survey." Health Rep **22**(1): 15-23.
- Conde W.L., M.C.A. (2010). Secular changes of overweight among Brazilian adolescents from 1974/5 to 2002/3. . Oxford, Oxford University Press, 2010.
- Copetti, J., Neutzling, M.B., Silva, M.C. (2010). "Barriers to physical activity practice in adolescents of southern Brazilian city." Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde **15**(2): 88-94.
- Drake, A.J. and Liu, L. (2010). "Intergenerational transmission of programmed effects: public health consequences." Trends Endocrinol Metab **21**(4): 206-213.
- Dumith, S.C., Gigante, D.P., Domingues, M.R. et al. (2011). "Physical activity change during adolescence: a systematic review and a pooled analysis." Int J Epidemiol **40**(3): 685-698.
- Dumith, S.C., Hallal, P.C., Reis, R.S. et al. (2011). "Worldwide prevalence of physical inactivity and its association with human development index in 76 countries." Prev Med **53**(1-2): 24-28.
- Dumith, S.C., Domingues, M.R., Gigante, D.P. et al. (2010). "Prevalence and correlates of physical activity among adolescents from Southern Brazil." Rev Saude Publica **44**(3): 457-467.
- Dumith, S.C., Gigante, D.P., Domingues, M.R. et al. (2012). "A longitudinal evaluation of physical activity in Brazilian adolescents: tracking, change and predictors." Pediatr Exerc Sci **24**(1): 58-71.
- Ebbeling, C.B., Pawlak, D.B. and Ludwig, D.S. (2002). "Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure." Lancet **360**(9331): 473-482.

Eissa, M.A., Dai, S., Mihalopoulos, N.L.et al. (2009). "Trajectories of fat mass index, fat free-mass index, and waist circumference in children: Project HeartBeat!" Am J Prev Med **37**(1 Suppl): S34-39.

Ellis, K.J. (2000). "Human body composition: in vivo methods." Physiol Rev **80**(2): 649-680.

Epstein, L.H., Paluch, R.A., Consalvi, A.et al. (2002). "Effects of manipulating sedentary behavior on physical activity and food intake." J Pediatr **140**(3): 334-339.

Farias, J.andLopes, A. (2004). "Comportamento de risco relacionado à saúde em adolescentes." Rev Bras Ciên Mov **12**: 7-12.

Fields, D.A.a.G., M.I. (2000). "Body composition techniques and the four-compartment model in children." J Appl Physiol **89**(613-620).

Fomon, S.J., Haschke, F., Ziegler, E.E.et al. (1982). "Body composition of reference children from birth to age 10 years." Am J Clin Nutr **35**(5 Suppl): 1169-1175.

Freedman, D.S. (2004). "Childhood Obesity and Coronary Heart Disease." Pediatr Adolesc Med **9**: 160-169.

Freedman, D.S.andSherry, B. (2009). "The validity of BMI as an indicator of body fatness and risk among children." Pediatrics **124 Suppl 1**: S23-34.

Freitas, D., Beunen, G., Maia, J.et al. (2012). "Tracking of fatness during childhood, adolescence and young adulthood: a 7-year follow-up study in Madeira Island, Portugal." Ann Hum Biol **39**(1): 59-67.

Fulton, J.E., Dai, S., Steffen, L.M.et al. (2009). "Physical activity, energy intake, sedentary behavior, and adiposity in youth." Am J Prev Med **37**(1 Suppl): S40-49.

Gallagher, D.andSong, M.Y. (2003). "Evaluation of body composition: practical guidelines." Prim Care **30**(2): 249-265.

Gallagher, D., Heymsfield, S.B., Heo, M.et al. (2000). "Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index." Am J Clin Nutr **72**(3): 694-701.

Gigante, D.P., de Franca, G.V., Sardinha, L.M.et al. (2011). "Temporal variation in the prevalence of weight and obesity excess in adults: Brazil, 2006 to 2009." Rev Bras Epidemiol **14 Suppl 1**: 157-165.

Godfrey, K.M. (2002). "The role of the placenta in fetal programming-a review." Placenta **23 Suppl A**: S20-27.

Goran, M.I. (1998). "Measurement issues related to studies of childhood obesity: assessment of body composition, body fat distribution, physical activity, and food intake." Pediatrics **101**(3 Pt 2): 505-518.

Goran, M.I., Driscoll, P., Johnson, R.et al. (1996). "Cross-calibration of body-composition techniques against dual-energy X-ray absorptiometry in young children." Am J Clin Nutr **63**(3): 299-305.

Gordon-Larsen, P., Adair, L.S., Nelson, M.C.et al. (2004). "Five-year obesity incidence in the transition period between adolescence and adulthood: the National Longitudinal Study of Adolescent Health." Am J Clin Nutr **80**(3): 569-575.

Gutin, B., Barbeau, P., Owens, S.et al. (2002). "Effects of exercise intensity on cardiovascular fitness, total body composition, and visceral adiposity of obese adolescents." Am J Clin Nutr **75**(5): 818-826.

Haerens, L., Vereecken, C., Maes, L.et al. (2010). "Relationship of physical activity and dietary habits with body mass index in the transition from childhood to adolescence: a 4-year longitudinal study." Public Health Nutr **13**(10A): 1722-1728.

Hallal, P.C., Victora, C.G., Azevedo, M.R.et al. (2006). "Adolescent physical activity and health: a systematic review." Sports Med **36**(12): 1019-1030.

Hallal, P.C., Andersen, L.B., Bull, F.C.et al. (2012). "Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects." Lancet **380**(9838): 247-257.

Hallal, P.C., Reichert, F.F., Ekelund, U.et al. (2012). "Bidirectional cross-sectional and prospective associations between physical activity and body composition in adolescence: birth cohort study." J Sports Sci **30**(2): 183-190.

Hankinson, A.L., Daviglius, M.L., Bouchard, C.et al. (2010). "Maintaining a high physical activity level over 20 years and weight gain." JAMA **304**(23): 2603-2610.



Heo, M., Faith, M.S., Pietrobelli, A. et al. (2012). "Percentage of body fat cutoffs by sex, age, and race-ethnicity in the US adult population from NHANES 1999-2004." Am J Clin Nutr **95**(3): 594-602.

Heymsfield, S.B., Wang, Z., Baumgartner, R.N. et al. (1997). "Human body composition: advances in models and methods." Annu Rev Nutr **17**: 527-558.

Heyward, V. (2001). "ASEP Methods Recommendation: Body Composition Assessment. ." JEP **4**(4): 1-12.

Hull, H.R., Dinger, M.K., Knehans, A.W., Tompson, D.M., Fields, D.A. (2008). "Impact of maternal body mass index on neonate birthweight and body composition." Am J Obstet Gynecol **198**(416): e1-416.e416.

IBGE, (2009). Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar - PeNSE. Rio de Janeiro.

IBGE, (2010). Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009 : antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil Rio de Janeiro.

James, P.T., Leach, R., Kalamara, E. et al. (2001). "The worldwide obesity epidemic." Obes Res **9 Suppl 4**: 228S-233S.

Jansson, T. and Powell, T.L. (2007). "Role of the placenta in fetal programming: underlying mechanisms and potential interventional approaches." Clin Sci (Lond) **113**(1): 1-13.

Karnehed, N., Tynelius, P., Heitmann, B.L. et al. (2006). "Physical activity, diet and gene-environment interactions in relation to body mass index and waist circumference: the Swedish young male twins study." Public Health Nutr **9**(7): 851-858.

Kemper, H.C., Post, G.B., Twisk, J.W. et al. (1999). "Lifestyle and obesity in adolescence and young adulthood: results from the Amsterdam Growth And Health Longitudinal Study (AGAHLs)." Int J Obes Relat Metab Disord **23 Suppl 3**: S34-40.

Kettaneh, A., Oppert, J.M., Heude, B. et al. (2005). "Changes in physical activity explain paradoxical relationship between baseline physical activity and adiposity changes in adolescent girls: the FLVS II study." Int J Obes (Lond) **29**(6): 586-593.

- Kimm, S.Y., Glynn, N.W., Obarzanek, E. et al. (2005). "Relation between the changes in physical activity and body-mass index during adolescence: a multicentre longitudinal study." Lancet **366**(9482): 301-307.
- Kjonniksen, L., Torsheim, T. and Wold, B. (2008). "Tracking of leisure-time physical activity during adolescence and young adulthood: a 10-year longitudinal study." Int J Behav Nutr Phys Act **5**: 69.
- Kristensen, P.L., Moller, N.C., Korsholm, L. et al. (2008). "Tracking of objectively measured physical activity from childhood to adolescence: the European youth heart study." Scand J Med Sci Sports **18**(2): 171-178.
- Kvaavik, E., Tell, G.S. and Klepp, K.I. (2003). "Predictors and tracking of body mass index from adolescence into adulthood: follow-up of 18 to 20 years in the Oslo Youth Study." Arch Pediatr Adolesc Med **157**(12): 1212-1218.
- Kvaavik, E., Klepp, K.I., Tell, G.S. et al. (2009). "Physical fitness and physical activity at age 13 years as predictors of cardiovascular disease risk factors at ages 15, 25, 33, and 40 years: extended follow-up of the Oslo Youth Study." Pediatrics **123**(1): e80-86.
- Laurson, K.R., Eisenmann, J.C. and Welk, G.J. (2011). "Body fat percentile curves for U.S. children and adolescents." Am J Prev Med **41**(4 Suppl 2): S87-92.
- Lee, I.M., Shiroma, E.J., Lobelo, F. et al. (2012). "Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy." Lancet **380**(9838): 219-229.
- Li, L., Li, K. and Ushijima, H. (2007). "Moderate-vigorous physical activity and body fatness in Chinese urban school children." Pediatr Int **49**(2): 280-285.
- Li, L., Law, C., Lo Conte, R. et al. (2009). "Intergenerational influences on childhood body mass index: the effect of parental body mass index trajectories." Am J Clin Nutr **89**(2): 551-557.
- Lobstein, T., Baur, L. and Uauy, R. (2004). "Obesity in children and young people: a crisis in public health." Obes Rev **5 Suppl 1**: 4-104.
- Lohman, T.G. (1986). "Applicability of body composition techniques and constants for children and youths." Exerc Sport Sci Rev **14**: 325-357.

- Lohman, T.G., Ring, K., Schmitz, K.H. et al. (2006). "Associations of body size and composition with physical activity in adolescent girls." Med Sci Sports Exerc **38**(6): 1175-1181.
- Lopes, V.P., Maia, J.A.R., Silva, R.G., Seabra, A., Vasques, C.M.S. (2005). "Stability and change in physical activity levels. a literature review based in the concept and values of tracking." Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum. **7**(2): 69-79.
- Ludwig, D.S. (2007). "Childhood obesity--the shape of things to come." N Engl J Med **357**(23): 2325-2327.
- Magalhães, V. and Mendonça, S. (2003). "Prevalência e fatores associados a sobrepeso e obesidade em adolescentes de 15 a 19 anos das regiões Nordeste e Sudeste do Brasil, 1996 a 1997." Cad Saude Publica **19**: S129-139.
- Malina, R.M. (1996). "Tracking of physical activity and physical fitness across the lifespan." Res Q Exerc Sport **67**(3 Suppl): S48-57.
- Malina, R.M. (2001). "Adherence to physical activity from childhood to adulthood: a perspective from tracking studies." Quest **53**: 346-355.
- McMurray, R.G., Harrell, J.S., Bangdiwala, S.I. et al. (2003). "Tracking of physical activity and aerobic power from childhood through adolescence." Med Sci Sports Exerc **35**(11): 1914-1922.
- Menschik, D., Ahmed, S., Alexander, M.H. et al. (2008). "Adolescent physical activities as predictors of young adult weight." Arch Pediatr Adolesc Med **162**(1): 29-33.
- Must, A., Jacques, P.F., Dallal, G.E. et al. (1992). "Long-term morbidity and mortality of overweight adolescents. A follow-up of the Harvard Growth Study of 1922 to 1935." N Engl J Med **327**(19): 1350-1355.
- Must, A., Bandini, L.G., Tybor, D.J. et al. (2007). "Activity, inactivity, and screen time in relation to weight and fatness over adolescence in girls." Obesity (Silver Spring) **15**(7): 1774-1781.
- Nelson, M.C., Gordon-Larsen, P., Adair, L.S. et al. (2005). "Adolescent physical activity and sedentary behavior: patterning and long-term maintenance." Am J Prev Med **28**(3): 259-266.

Ness, A.R., Leary, S.D., Mattocks, C. et al. (2007). "Objectively measured physical activity and fat mass in a large cohort of children." PLoS Med **4**(3): e97.

Neutzling, M.B., Taddei, J.A. and Gigante, D.P. (2003). "Risk factors of obesity among Brazilian adolescents: a case-control study." Public Health Nutr **6**(8): 743-749.

Oehlschlaeger, M., Pinheiro, R., Horta, B. et al. (2004). "Prevalence of sedentarism and its associated factors among urban adolescents." Rev Saude Publica **38**: 157-163.

Ogden, C.L., Carroll, M.D., Curtin, L.R. et al. (2010). "Prevalence of high body mass index in US children and adolescents, 2007-2008." JAMA **303**(3): 242-249.

Ogden, C.L., Carroll, M.D., Curtin, L.R., McDowell, M.A., Tabak, C.J., Flegal, K.M. (2006). "Prevalence of Overweight and Obesity in the United States, 1999-2004." JAMA **295**: 1549-1555.

Pietilainen, K.H., Kaprio, J., Borg, P. et al. (2008). "Physical inactivity and obesity: a vicious circle." Obesity (Silver Spring) **16**(2): 409-414.

Riddoch, C.J., Bo Andersen, L., Wedderkopp, N. et al. (2004). "Physical activity levels and patterns of 9- and 15-yr-old European children." Med Sci Sports Exerc **36**(1): 86-92.

Riddoch, C.J., Leary, S.D., Ness, A.R. et al. (2009). "Prospective associations between objective measures of physical activity and fat mass in 12-14 year old children: the Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC)." BMJ **339**: b4544.

Robinson, T. (1998). "Does television cause childhood obesity?" JAMA **279**: 959-960.

Rodriguez, G., Moreno, L.A., Blay, M.G. et al. (2004). "Body composition in adolescents: measurements and metabolic aspects." Int J Obes Relat Metab Disord **28 Suppl 3**: S54-58.

Rosenberg, D.E., Sallis, J.F., Conway, T.L. et al. (2006). "Active transportation to school over 2 years in relation to weight status and physical activity." Obesity (Silver Spring) **14**(10): 1771-1776.

Sawyer, S.M., Afifi, R.A., Bearinger, L.H. et al. (2012). "Adolescence: a foundation for future health." Lancet **379**(9826): 1630-1640.

Schmidt, M.I., Duncan, B.B., Azevedo e Silva, G. et al. (2011). "Chronic non-communicable diseases in Brazil: burden and current challenges." Lancet **377**(9781): 1949-1961.

- Sewell, M.F., Huston-Presley, L., Super, D.M. et al. (2006). "Increased neonatal fat mass, not lean body mass, is associated with maternal obesity." Am J Obstet Gynecol **195**(4): 1100-1103.
- Sirard, J.R. and Pate, R.R. (2001). "Physical activity assessment in children and adolescents." Sports Med **31**(6): 439-454.
- Sopher, A.B., Thornton, J.C., Wang, J. et al. (2004). "Measurement of percentage of body fat in 411 children and adolescents: a comparison of dual-energy X-ray absorptiometry with a four-compartment model." Pediatrics **113**(5): 1285-1290.
- Srinivasan, S.R., Bao, W., Wattigney, W.A., Berenson, G. (1996). "Adolescent Overweight Is Associated With Adult Overweight and Related Multiple Cardiovascular Risk Factors: The Bogalusa Heart Study." Metabolism **45**(2): 235-240.
- Stevens, J., Murray, D.M., Baggett, C.D. et al. (2007). "Objectively assessed associations between physical activity and body composition in middle-school girls: the Trial of Activity for Adolescent Girls." Am J Epidemiol **166**(11): 1298-1305.
- Strong, W.B., Malina, R.M., Blimkie, C.J. et al. (2005). "Evidence based physical activity for school-age youth." J Pediatr **146**(6): 732-737.
- Sweeting, H.N. (2007). "Measurement and definitions of obesity in childhood and adolescence: a field guide for the uninitiated." Nutr J **6**: 32.
- Tammelin, T., Laitinen, J. and Nayha, S. (2004). "Change in the level of physical activity from adolescence into adulthood and obesity at the age of 31 years." Int J Obes Relat Metab Disord **28**(6): 775-782.
- Tanner, J.M. (1990). Fetus into Man: Physical Growth from Conception to Maturity, Harvard University Press.
- Telama, R., Yang, X., Viikari, J. et al. (2005). "Physical activity from childhood to adulthood: a 21-year tracking study." Am J Prev Med **28**(3): 267-273.
- Terres, N.G., Pinheiro, R.T., Horta, B.L., Pinheiro, K.A.T., Horta, L.L. (2006). "Prevalence and factors associated to overweight and obesity in adolescents." Revista de Saúde Pública **40**(4): 627-633.

Thompson, P.D., Buchner, D., Pina, I.L. et al. (2003). "Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity)." Circulation **107**(24): 3109-3116.

Troiano, R.P., Berrigan, D., Dodd, K.W. et al. (2008). "Physical activity in the United States measured by accelerometer." Med Sci Sports Exerc **40**(1): 181-188.

Trost, S.G. (2001). "Objective measurement of physical activity in youth: current issues, future directions." Exerc Sport Sci Rev **29**(1): 32-36.

Trudeau, F., Laurencelle, L. and Shephard, R.J. (2004). "Tracking of physical activity from childhood to adulthood." Med Sci Sports Exerc **36**(11): 1937-1943.

Tudor-Locke, C., Brashear, M.M., Johnson, W.D. et al. (2010). "Accelerometer profiles of physical activity and inactivity in normal weight, overweight, and obese U.S. men and women." Int J Behav Nutr Phys Act **7**: 60.

USDHHS, (1996). *Physical Activity and Health: A Report Surgeon General*. Atlanta.

USDHHS, (2001). *The Surgeon General's call to action to prevent and decrease overweight and obesity / Office of Disease Prevention and Health Promotion*. Washington, D.C.

USDHHS, (2008). *Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008*. Washington, D.C.

USDHHS, (2012). *Youth Risk Behavior Surveillance - United States, 2011*. CDC. Atlanta.

USDHHS, (2012, 04/07/2012). "What is adolescence?". Retrieved 04/07/2012, 2012, from: [http://www.hhs.gov/opa/familylife/tech\\_assistance/etraining/adolescent\\_bain/overview/what\\_is\\_adolescence/](http://www.hhs.gov/opa/familylife/tech_assistance/etraining/adolescent_bain/overview/what_is_adolescence/).

Van Der Horst, K., Paw, M.J., Twisk, J.W.R., Van Mechelen, W. (2007). "A brief review on correlates of physical activity and sedentariness in youth." Med Sci Sports Exerc **39**: 1241.

Victora, C.G. and Barros, F.C. (2006). "Cohort profile: the 1982 Pelotas (Brazil) birth cohort study." Int J Epidemiol **35**(2): 237-242.

- Victora, C.G., Hallal, P.C., Araujo, C.L. et al. (2008). "Cohort profile: the 1993 Pelotas (Brazil) birth cohort study." Int J Epidemiol **37**(4): 704-709.
- Victora, C.G., Araujo, C.L., Menezes, A.M. et al. (2006). "Methodological aspects of the 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study." Rev Saude Publica **40**(1): 39-46.
- Vilela, J., Lamounier, J., Filho, M. et al. (2004). "Eating disorders in school children." J Pediatr **80**: 49-54.
- Viner, R.M. and Cole, T.J. (2006). "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." Int J Obes (Lond) **30**(9): 1368-1374.
- Volgyi, E., Alen, M., Xu, L. et al. (2011). "Effect of long-term leisure time physical activity on lean mass and fat mass in girls during adolescence." J Appl Physiol **110**(5): 1211-1218.
- Wang, Z.M., Pierson, R.N., Jr. and Heymsfield, S.B. (1992). "The five-level model: a new approach to organizing body-composition research." Am J Clin Nutr **56**(1): 19-28.
- Warburton, D.E., Nicol, C.W. and Bredin, S.S. (2006). "Health benefits of physical activity: the evidence." CMAJ **174**(6): 801-809.
- Wells, J.C. (2001). "A critique of the expression of paediatric body composition data." Arch Dis Child **85**(1): 67-72.
- Wells, J.C. (2007). "Sexual dimorphism of body composition." Best Pract Res Clin Endocrinol Metab **21**(3): 415-430.
- Wells, J.C. and Cole, T.J. (2002). "Adjustment of fat-free mass and fat mass for height in children aged 8 y." Int J Obes Relat Metab Disord **26**(7): 947-952.
- Wells, J.C., Coward, W.A., Cole, T.J. et al. (2002). "The contribution of fat and fat-free tissue to body mass index in contemporary children and the reference child." Int J Obes Relat Metab Disord **26**(10): 1323-1328.
- Wells, J.C., Fuller, N.J., Dewit, O. et al. (1999). "Four-component model of body composition in children: density and hydration of fat-free mass and comparison with simpler models." Am J Clin Nutr **69**(5): 904-912.

WHO, (2000). Obesity: Preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation. Geneva.

WHO,(2002). World Health Report: Reducing Risks, Promoting Healthy Life. Geneva.

WHO, (2002). Adolescent Friendly Health services - An Agenda for Change. D. o. C. a. A. H. a. Development. Geneva.

WHO, (2003). Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases: Joint WHO/FAO Expert Consultation. Geneva.

WHO, (2009). Global Health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva.

WHO, (2010). Global Recommendations on Physical Activity for Health. Geneva.

WHO, (2011). Health Behaviours in School-Age Children (HBSC) Study: International Report from the 2009-2010 Survey.

WHO, W.H.o.-. (2011). "Adolescent nutrition: a neglected dimension.". Retrieved 04/07/2012, 2012, from: <http://apps.who.int/nut/ado.htm>.

Wiecha, J.L., Sobol, A.M., Peterson, K.E.et al. (2001). "Household television access: associations with screen time, reading, and homework among youth." Ambul Pediatr **1**(5): 244-251.

Yang, X., Telama, R., Viikari, J.et al. (2006). "Risk of obesity in relation to physical activity tracking from youth to adulthood." Med Sci Sports Exerc **38**(5): 919-925.

Zafon, C. (2007). "Oscillations in total body fat content through life: an evolutionary perspective." Obes Rev **8**(6): 525-530.

Zemel, B.S., Riley, E.M.andStallings, V.A. (1997). "Evaluation of methodology for nutritional assessment in children: anthropometry, body composition, and energy expenditure." Annu Rev Nutr **17**: 211-235.

Zoumas-Morse, C., Rock, C.L., Sobo, E.J.et al. (2001). "Children's patterns of macronutrient intake and associations with restaurant and home eating." J Am Diet Assoc **101**(8): 923-925.



## **9. ANEXOS**

## ANEXO I

### AF de deslocamento 11 anos

<b>10) Como tu vais para o colégio: a pé, de ônibus, de carro, bicicleta?</b>	
(01) carro ou moto    (02) ônibus    (03) a pé    (04) bicicleta    ( ) outro _____	c: ___
<b>11) Quanto tempo tu demoras até chegar no colégio?</b>	___ minutos
<b>12) SE VAI DE BICICLETA: Tu vais pedalando ou de carona?</b>	(1) pedalando    (2) de carona
<b>13) SE VAI DE ÔNIBUS: Quanto tempo tu caminhas até chegar na parada?</b>	___ minutos
<b>14) SE VAI DE ÔNIBUS: Quanto tempo tu caminhas da parada até o colégio?</b>	___ minutos
<b>15) Como tu voltas do colégio?</b>	
(01) carro ou moto    (02) ônibus    (03) a pé    (04) bicicleta    ( ) outro _____	c: ___
<b>16) Quanto tempo tu demoras do colégio até em casa?</b>	___ minutos
<b>17) SE VOLTA DE BICICLETA: Tu voltas pedalando ou de carona?</b>	(1) pedalando    (2) de carona
<b>18) SE VOLTA DE ÔNIBUS: Quanto tempo tu caminhas até chegar na parada?</b>	___ minutos
<b>19) SE VOLTA DE ÔNIBUS: Quanto tempo tu caminhas da parada até a tua casa ou até o lugar para onde vais depois da aula?</b>	___ minutos

### AF e esportivas 11 anos

<b>42) Desde &lt;DIA&gt; da semana passada, tu praticaste alguma das atividades que vou dizer SEM CONTAR AS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA..</b>		
	<b>QUANTOS DIAS NA SEMANA?</b>	<b>QUANTO TEMPO CADA DIA?</b>
<b>a) futebol de sete, rua ou campo?</b>	___	___ horas ___ minutos
<b>b) futebol de salão (futsal)?</b>	___	___ horas ___ minutos
<b>c) atletismo?</b>	___	___ horas ___ minutos
<b>d) basquete?</b>	___	___ horas ___ minutos
<b>e) jazz, ballet, outras danças?</b>	___	___ horas ___ minutos
<b>f) ginástica olímpica, rítmica ou GRD?</b>	___	___ horas ___ minutos
<b>g) judô, karatê, capoeira, outras lutas?</b>	___	___ horas ___ minutos
<b>h) natação?</b>	___	___ horas ___ minutos
<b>i) vôlei?</b>	___	___ horas ___ minutos
<b>j) tênis, pádel?</b>	___	___ horas ___ minutos
<b>l) handebol?</b>	___	___ horas ___ minutos
<b>m) caçador?</b>	___	___ horas ___ minutos
<b>n) jogo de taco?</b>	___	___ horas ___ minutos
<b>o) outro esporte? _____</b>	___	___ horas ___ minutos

## ANEXO II

### AF de deslocamento 15 anos

<p><b>10. Como tu costumavas ir e voltar do colégio: a pé, de ônibus, de carro, bicicleta?</b></p> <p>(01) carro ou moto (02) ônibus (03) a pé (04) bicicleta ( )          outro _____ cód.: _ _</p>
<p><b>11. Quanto tempo tu demoras entre a ida e a volta para o colégio? _ _ _ _ minutos</b></p>

### AF e esportivas 11 anos

<b>AGORA FALAREMOS UM POUCO SOBRE AS ATIVIDADES FÍSICAS QUE TU PODES TER PRATICADO NA ÚLTIMA SEMANA, SEM CONTAR AS AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA NO COLÉGIO.</b>			
<i>Atividades físicas</i>	<b>A. Desde &lt;dia&gt; da semana passada, tu praticaste...</b>	<b>B. Quantos dias na semana?</b>	<b>C. Quanto tempo cada dia?</b>
45. Futebol de sete, rua ou campo?	(0) Não (1) Sim	_ _	_ _ h _ _ min
46. Futsal?	(0) Não (1) Sim	_ _	_ _ h _ _ min
47. Atletismo?	(0) Não (1) Sim	_ _	_ _ h _ _ min
48. Basquete?	(0) Não (1) Sim	_ _	_ _ h _ _ min
49. Jazz, ballet, outras danças?	(0) Não (1) Sim	_ _	_ _ h _ _ min
50. Ginástica olímpica, rítmica ou GRD?	(0) Não (1) Sim	_ _	_ _ h _ _ min
51. Judô, karatê, capoeira, outras lutas?	(0) Não (1) Sim	_ _	_ _ h _ _ min
52. Natação?	(0) Não (1) Sim	_ _	_ _ h _ _ min
53. Vôlei?	(0) Não (1) Sim	_ _	_ _ h _ _ min
54. Tênis, pádel?	(0) Não (1) Sim	_ _	_ _ h _ _ min
55. Caminhada?	(0) Não (1) Sim	_ _	_ _ h _ _ min
56. Musculação?	(0) Não (1) Sim	_ _	_ _ h _ _ min
57. Academia?	(0) Não (1) Sim	_ _	_ _ h _ _ min
58. Outro1? _____	(0) Não (1) Sim	_ _	_ _ h _ _ min
59. Outro2? _____	(0) Não (1) Sim	_ _	_ _ h _ _ min
60. Outro3? _____	(0) Não (1) Sim	_ _	_ _ h _ _ min

### ANEXO III

#### AF 18 anos

**AGORA VAMOS CONVERSAR SOBRE ATIVIDADES FÍSICAS. PARA RESPONDER ESSAS PERGUNTAS TU DEVES SABER QUE:**

**ATIVIDADES FÍSICAS FORTES SÃO AS QUE EXIGEM GRANDE ESFORÇO FÍSICO E QUE FAZEM RESPIRAR MUITO MAIS RÁPIDO QUE O NORMAL.**

**ATIVIDADES FÍSICAS MÉDIAS SÃO AS QUE EXIGEM ESFORÇO FÍSICO MÉDIO E QUE FAZEM RESPIRAR UM POUCO MAIS RÁPIDO QUE O NORMAL.**

**→ EM TODAS AS PERGUNTAS SOBRE ATIVIDADE FÍSICA, RESPONDA SOMENTE SOBRE AQUELAS QUE DURAM PELO MENOS 10 MINUTOS SEGUIDOS.**

**AGORA EU GOSTARIA QUE TU PENSASSES APENAS NAS ATIVIDADES QUE FAZES NO TEU TEMPO LIVRE (LAZER).**

312. Quantos dias por semana tu fazes caminhadas no teu tempo livre? \_\_\_ dias p/ semana

*SE CAMINHA:*

313. Nos dias em que tu fazes essas caminhadas, quanto tempo no total elas duram por dia? \_\_\_ minutos

314. Quantos dias por semana tu fazes atividades físicas FORTES no teu tempo livre? Por ex.: correr, fazer ginástica de academia, pedalar em ritmo rápido, praticar esportes competitivos, etc. \_\_\_ dias p/ semana

*SE FAZ ATIVIDADES FÍSICAS FORTES:*

315. Nos dias em que tu fazes essas atividades, quanto tempo no total elas duram por dia? \_\_\_ minutos

316. Quantos dias por semana tu fazes atividades físicas MÉDIAS foras as caminhadas no teu tempo livre? Por ex.: nadar ou pedalar em ritmo médio, praticar esportes por diversão, etc. \_\_\_ dias p/ semana

*SE FAZ ATIVIDADES FÍSICAS MÉDIAS:*

317. Nos dias em que tu fazes essas atividades, quanto tempo no total elas duram por dia? \_\_\_ minutos

**AGORA EU GOSTARIA QUE TU PENSASSES COMO TU TE DESLOCAS DE UM LUGAR AO OUTRO QUANDO ESTE DESLOCAMENTO DURA PELO MENOS 10 MINUTOS SEGUIDOS. PODE SER A IDA E VINDA DO TRABALHO OU QUANDO VAIS FAZER COMPRAS, VISITAR A AMIGOS OU IR A ESCOLA.**

318. Quantos dias por semana tu usas a bicicleta para ires de um lugar a outro? \_\_\_ dias p/semana

*SE USA BICICLETA:*

319. Nesses dias, quanto tempo no total tu pedalas por dia? \_\_\_ minutos

320. **Quantos dias por semana tu caminhas para ires de um lugar a outro?**

\_\_ dias p/ semana

*SE CAMINHA:*

321. **Nesses dias, quanto tempo no total tu caminhas por dia?** \_\_ \_\_ \_\_ minutos

## ANEXO IV

### Equipamento para medida de composição corporal

#### DXA – Modelo Lunar Prodigy (GE Healthcare)



### Equipamento para medida da AF

#### Acelerômetro GENEActiv



## **Mudanças em relação ao projeto original**

Em virtude do avanço na revisão de literatura e no melhor entendimento das variáveis em estudo, foi necessária a adequação de alguns itens em relação ao projeto original, que implicaram em mudanças nos artigos propostos originalmente.

A primeira mudança diz respeito a forma como a atividade física e a gordura corporal seriam operacionalizadas no artigo original 1. Após uma ampla revisão sobre as medidas de gordura corporal e suas relações com a prática de atividades físicas e desfechos de saúde em adolescentes, a proposta original de utilizar como desfecho, aos 18 anos, o percentual de gordura, foi modificado para o índice de massa gorda (IMG), que de acordo com especialistas em estudos com composição corporal em crianças e adolescentes, é a forma mais adequada de operacionalizar a massa gorda, pois normaliza a quantidade desta para a altura dos indivíduos, evitando que o crescimento linear afete as medidas e consequentemente as análises. Também, foi acrescentada a massa magra, operacionalizada como índice (IMM). Além disso, o processo de busca bibliográfica e escrita da revisão sistemática apontou para a necessidade de avaliar a prática de atividades físicas conforme suas diferentes intensidades, moderada e vigorosa. Neste sentido, as atividades físicas praticadas aos 11, 15 e 18 anos foram classificadas conforme intensidades e, suas respectivas trajetórias foram criadas. Desta forma, a atividade física foi operacionalizada em três desfechos (total, moderada e vigorosa). Assim, em virtude destas modificações houve também a alteração do título do artigo original 1, que passou a ser intitulado “Efeitos da atividade física ao longo da adolescência sobre a composição corporal aos 18 anos: Coorte de nascimentos de Pelotas, 1993”.

A segunda alteração diz respeito ao tema proposto para o artigo original 2. A proposta original era de verificar o tracking de atividade física, dos 13 aos 18 anos, medidas por questionários e acelerômetros. Todavia, os diferentes questionários e acelerômetros utilizados aos 13 e 18 anos, lista de atividades e Actigraph aos 13 anos e IPAQ e GENEActiv aos 18 anos, dificultaram a comparação dos dados. Além disso, após revisão da literatura sobre o tema e da exploração preliminar dos dados entendemos que a manutenção desta proposta teria baixo impacto científico. Desta forma, o artigo original 2 foi totalmente modificado e seu tema passou a ser a relação prospectiva e transversal, bem como a mudança na prática de atividades físicas aos 13 e 18 anos sobre a massa gorda, aos 18 anos, operacionalizada como IMG. O mesmo passou a ser intitulado de “Efeitos da atividade física moderada a vigorosa durante a adolescência sobre a gordura corporal aos 18 anos”.



# **Relatório de trabalho de campo**



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



**COORTE DE NASCIMENTOS DE 1993 DE PELOTAS-RS:  
ACOMPANHAMENTO DOS 18 ANOS.**

## **Relatório do Trabalho de Campo**

**Pelotas - RS - Brasil**

**2011-2012**

## SUMÁRIO

1.	HISTÓRIA BREVE DA COORTE DE NASCIMENTOS DE 1993.....	94
2.	ACOMPANHAMENTO DOS 18 ANOS (2011-12) .....	97
3.	ATIVIDADES ANTERIORES AO INÍCIO DO TRABALHO DE CAMPO .....	97
4.	ESTUDO PILOTO .....	107
5.	INÍCIO DO TRABALHO DE CAMPO DA COORTE DE 93 (C93) EM 2011-12 .....	107
6.	SUBESTUDOS.....	113
7.	INSTRUMENTOS DE PESQUISA.....	115
8.	MANUAIS DE INSTRUÇÕES.....	116
9.	ESTRATÉGIAS DE BUSCA DE ADOLESCENTES DURANTE O TRABALHO DE CAMPO .....	117
10.	CONTROLE DAS ENTREVISTAS/EXAMES.....	119
11.	RECURSOS MATERIAIS E INFRAESTRUTURA.....	120
12.	DESCARTE DE MATERIAL BIOLÓGICO .....	122
13.	CONTROLE DE QUALIDADE DO TRABALHO .....	123
14.	BANCO DE DADOS.....	124
15.	REVERSÃO DE RECUSAS .....	126
16.	OUTRAS CIDADES .....	127
17.	EQUIPE .....	127
18.	ASPECTOS FINANCEIROS .....	129
19.	QUESTÕES ÉTICAS.....	129
20.	ALGUNS RESULTADOS DO TRABALHO DE CAMPO .....	131
21.	PERCENTUAIS DE LOCALIZAÇÃO, PERDAS E RECUSAS .....	134
22.	SUGESTÕES PARA O PRÓXIMO ACOMPANHAMENTO .....	135

## **1. HISTÓRIA BREVE DA COORTE DE NASCIMENTOS DE 1993**

No ano de 1993 todos os nascidos vivos na zona urbana do município de Pelotas e cujas famílias residiam no local foram elegíveis para participarem de um estudo longitudinal, que objetivou avaliar alguns aspectos da saúde dos participantes. Foram realizadas visitas diárias às cinco maternidades da cidade de primeiro de janeiro a 31 de dezembro daquele ano. As mães responderam a um questionário contendo informações demográficas, socioeconômicas, reprodutivas, comportamentais, assistência médica e morbidade da família. Foram coletados dados maternos e do recém-nascido. Ocorreram 5.304 nascimentos, 55 óbitos fetais e houve 16 recusas em participar do estudo, sendo obtidas informações em 1993 para 5.249 nascidos vivos, caracterizando o estudo perinatal e o tamanho de amostra dessa coorte. Subamostras de crianças desta coorte foram visitadas com um mês, três e seis meses e com um, quatro, seis e nove anos de idade. Nos anos de 2004 (11 anos), 2008 (15 anos) e 2011 (18 anos) todos os membros da coorte foram procurados para um novo acompanhamento.

### **1.1. Amostragem dos acompanhamentos de um e três meses**

Através da amostragem sistemática de 13% da coorte inicial, foram selecionados 655 membros para os acompanhamentos de um e três meses. Nesses acompanhamentos, questionários padronizados foram preenchidos pelas mães, buscando-se obter informações sobre morbidades, padrões de aleitamento materno, serviços de saúde e utilização de medicamentos. Medidas antropométricas das crianças foram novamente aferidas.

### **1.2. Amostragem dos acompanhamentos dos seis meses, um ano (1994) e quatro anos (1997)**

Nestes três períodos, uma nova estratégia amostral foi realizada. Todos os 510 recém-nascidos com baixo peso ( $< 2.500$  g) foram acrescidos a uma amostra composta por 20% das crianças da coorte inicial, totalizando 1.460 indivíduos. Os 13% selecionados aos um e três meses faziam parte da amostra desse acompanhamento. Essa estratégia, que sobre representou os participantes com baixo peso, exige que análises ponderadas sejam realizadas quando se

utilizam os dados desses acompanhamentos. Os fatores de ponderação a serem empregados são 0,33 e 1,28.

### **1.3. Amostragem dos acompanhamentos dos 6 (1999) e 9 anos (2002)**

Em 1999, quando os pertencentes da coorte de 1993 estavam com seis anos de idade uma amostra aleatória para avaliação da saúde pulmonar e saúde bucal foi selecionada. Um total de 532 crianças foram submetidas a espirometria e testes cutâneos de puntura e 359 realizaram exame de saúde bucal. Na ocasião também aplicou-se um questionário aos pais das crianças ou seus responsáveis. Em 2002, aos nove anos de idade 172 crianças da coorte original foram visitadas para a realização de exames de composição corporal.

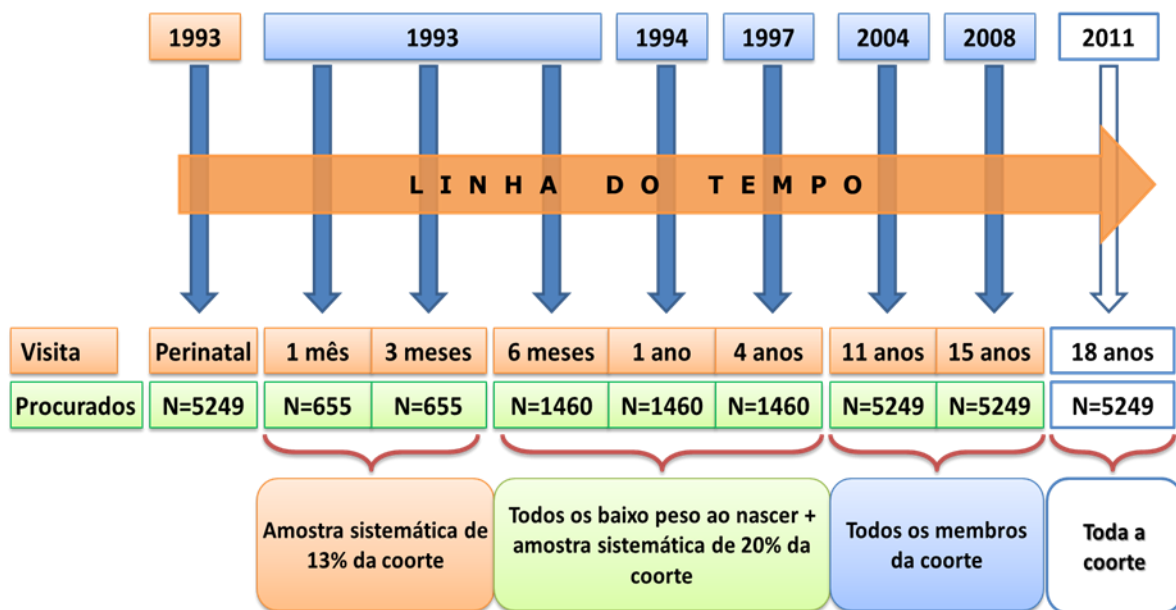
### **1.4. Acompanhamento dos 11 anos (2004)**

Em 2004 quando os adolescentes da coorte tinham 11 anos, realizou-se uma nova visita com objetivo de encontrar os 5.249 nascidos vivos participantes da coorte inicial, tendo sido encontrados e entrevistados 87,5% da amostra inicial.

### **1.5. Acompanhamento dos 15 anos (2008)**

No ano de 2008 foi realizado o oitavo acompanhamento da coorte de 1993. Todos os indivíduos pertencentes a esta coorte – com 15 anos – foram contatados para nova etapa. Ampliando os objetivos e qualificando os métodos de pesquisa, esse acompanhamento acrescentou aos acompanhamentos anteriores informações sobre comportamento sexual e reprodutivo, coleta de material biológico para análises genéticas (sangue e saliva) e função pulmonar. Com o intuito de facilitar a logística e melhorar a qualidade das medidas foi instituída uma “Central de Medidas” situada no Centro de Pesquisas Epidemiológicas Dr. Amílcar Gigante (CPE).

As Figuras 1 e 2 apresentam um breve resumo dos acompanhamentos e amostragens realizadas nessa coorte de nascimentos até o ano de 2011.



**Figura 1.** Principais acompanhamentos da coorte de nascimentos de 1993.



**Figura 2.** Subestudos da coorte de nascimentos de 1993.

## **2. ACOMPANHAMENTO DOS 18 ANOS (2011-12)**

Em 2011, quando os indivíduos da coorte original completavam 18 anos, iniciou-se um novo acompanhamento, cujo projeto intitulou-se “Influências precoces e contemporâneas sobre a composição corporal, capital humano, saúde mental e precursores de doenças crônicas complexas na Coorte de Nascimentos de 1993, em Pelotas, RS”.

Na preparação deste acompanhamento algumas estratégias foram utilizadas com objetivo de localizar os membros da coorte. Estas estratégias serão descritas no próximo item.

## **3. ATIVIDADES ANTERIORES AO INÍCIO DO TRABALHO DE CAMPO**

### **3.1. Localização dos participantes da coorte**

Diversas estratégias de busca foram adotadas para localizar os participantes do estudo, na maioria das vezes simultaneamente, visando reduzir as perdas de acompanhamento. Quando localizados, tanto adolescentes e/ou pais ou responsáveis eram informados verbalmente sobre a realização de uma futura visita. Cada um dos métodos utilizados será descrito na sequência.

#### **3.1.1. Atualização do banco de endereços dos 15 anos (2008)**

No mês de agosto de 2009, ou seja, um ano após o término do acompanhamento dos 15 anos, reiniciou-se o contato com os membros da coorte de nascimentos de 1993. A partir dos dados coletados anteriormente, foram geradas e impressas listas contendo dados de identificação, como: número e nome do adolescente, nome da mãe e do pai, endereço e telefone (quando disponíveis). Foram realizadas ligações telefônicas para atualização dos endereços e telefones obtidos no passado. Quatro bolsistas foram disponibilizados e treinados para realizar as atualizações de endereços, contatos telefônicos e de outras informações (ponto de referência da residência, nome e/ou endereço da escola e/ou trabalho e contato de algum parente ou conhecido próximo). Foram realizadas ligações do Centro de Pesquisas Epidemiológicas (CPE) para todos os contatos existentes no banco de dados do último acompanhamento. Quando um adolescente não era encontrado através destes contatos, os bolsistas ligavam para o próximo membro da lista.

### 3.1.2. Alistamento Militar

Em dezembro de 2010 foram realizadas reuniões com o chefe do Alistamento Militar e responsáveis pela Junta do Serviço Militar de Pelotas com o objetivo de solicitar a permanência de uma pessoa treinada para identificar os membros da coorte de 1993 que fossem efetuar o alistamento. Entre os meses de janeiro e abril de 2011, os jovens nascidos em 1993 compareceram à Junta, para a obtenção do Certificado de Alistamento Militar (CAM). Nesta ocasião todos os dados que facilitassem contatos posteriores foram anotados e atualizados no banco de dados da coorte.

Duas assistentes de pesquisa foram contratadas e treinadas para receber os jovens no alistamento e identificar os nascidos em 1993, na zona urbana de Pelotas. As assistentes utilizavam um banco de dados em Excel, no qual constavam informações como a data do nascimento, nome do adolescente e nome da mãe, extraídos do banco de dados do estudo perinatal e dos acompanhamentos de 2004 e 2008.

Os Quadros 1, 2 e 3 apresentam as informações referentes aos dados dos encontrados através do AM.

**Quadro 1.** Busca pelos adolescentes da coorte de 1993 no Alistamento Militar. (N= 2.606)

<b>TOTAIS</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Total encontrado no AM de Pelotas	1801	69%
Total encontrado no BNA (*)	234	9%
<b>Total encontrado</b>	<b>2035</b>	<b>78%</b>
Total não encontrado	571	22%

(\*) Banco Nacional de Alistamento



**Quadro 2.** Busca por jovens alistados fora da cidade de Pelotas através do Banco Nacional de Alistamento. (N= 234 adolescentes)

<b>ESTADO</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Rio Grande do Sul	198	85%
Santa Catarina	21	9%
Paraná	06	3%
São Paulo	05	2%
Rio de Janeiro	03	1%
Paraíba	01	0%

**Quadro 3.** Busca por alistados nas outras cidades do Rio Grande do Sul. (N = 198)

<b>CIDADE</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Capão do Leão	62	31%
Porto Alegre	17	9%
Caxias do Sul	10	5%
Cristal	05	3%
Outras cidades	104	52%

### **3.1.3 Quartel**

A terceira estratégia de busca, em 2010, foi realizada por ocasião do exame médico obrigatório no quartel, durante o período de 11 de julho a 19 de agosto de 2010. Foram designados doutorandos que se revezavam para acompanhar uma assistente de pesquisa na entrega de folders informativos sobre o estudo e importância da participação de todos, confeccionados especialmente para fazer o chamamento dos adolescentes homens, para o

acompanhamento que teria início logo. Diariamente, no turno da manhã (início às 6:30 horas), o doutorando e a assistente chegavam ao quartel para entregarem os folders para os jovens da coorte previamente agendados no AM para aquele dia. Esta entrega era feita pela assistente de pesquisa após a realização de uma chamada de todos os nascidos em hospitais de Pelotas no ano de 1993. A lista foi extraída do banco de dados do estudo e atualizada na Junta de Alistamento Militar. A assistente conferia todos os nomes da lista fornecida pela referida Junta com os agendamentos do dia para identificar quem eram os membros pertencentes à coorte de 1993.

No quartel, os jovens eram reunidos em um só local e convidados a sentarem e ouvirem a assistente discorrer sobre o estudo e realizar a leitura do folder. Nesta ocasião, os jovens eram avisados que seriam chamados para um novo acompanhamento (setembro de 2011) através de um telefonema agendando o dia de seu comparecimento à clínica localizada junto ao CPE.

#### **3.1.4. Entrega de folders para as meninas**

Quatro rastreadores (Clésia, Zenilda, Roberto (Beto) e Michele) foram contratados para se deslocarem até os endereços das meninas que constavam do banco de dados e entregarem o folder com a divulgação do acompanhamento de 2011-12. Esse mesmo processo também foi realizado para os meninos não encontrados no AM ou no quartel.

### **3.2. Reuniões e organização do acompanhamento dos 18 anos da coorte de 1993**

A equipe da coorte iniciou o trabalho de organização e preparação do trabalho de campo, elaboração e testagem dos questionários em outubro de 2009. Semanalmente ou quinzenalmente, a equipe de pesquisadores e doutorandos envolvidos com a coorte de 1993 se reunia para a discussão dos temas a serem estudados no acompanhamento, variáveis a serem investigadas e discussão sobre a logística da coleta dos dados.

### **3.3. Testagem (estudo pré-piloto) dos instrumentos**

Os questionários tiveram sua primeira versão impressa e foram testados pelos doutorandos e membros colaboradores da coorte em vários jovens com idade semelhante aos adolescentes nascidos em 1993. O teste serviu para avaliar o tempo gasto na aplicação e a compreensão por parte dos entrevistados. Foram testados: questionário geral, questionário confidencial e questões específicas sobre roubo e violência. Essas últimas foram anteriormente aplicadas a jovens da Fundação de Atendimento Sócio – Educativo (FASE) pela psicóloga Luciana Anselmi e pelo criminologista inglês Joseph Murray em uma Unidade Básica de Saúde.

- **Questões sobre roubo e violência**

Questões sobre roubo e violência integraram o questionário confidencial do acompanhamento dos 18 anos da coorte 1993. Para que elas fossem adequadas ao contexto local, foi realizado um estudo pré-piloto nos dias 22 a 24 de abril de 2011 em dois locais: o CASE (Centro de Atendimento Sócio-Educativo Regional de Pelotas) e uma Unidade Básica de Saúde com PSF (Programa de Saúde da Família) - no município de Rio Grande. Dessa forma o teste iria incluir jovens que sabidamente haviam cometido delitos, além de jovens da comunidade. Foi escolhido o PSF da cidade de Rio Grande para evitar a seleção de jovens ou seus familiares pertencentes à coorte de 1993. Como não existe instituição para menores infratores em Rio Grande, o CASE de Pelotas foi visitado. Porém, houve o cuidado de não incluir jovens pertencentes à coorte de 1993.

- **Testagem do questionário geral, confidencial, de frequência alimentar e testes psicológicos**

O questionário geral foi elaborado na versão papel e, posteriormente, inserido no formato digital para ser aplicado através do uso de *Personal Digital Assistant* (PDAs), utilizando o software *Pendragon*. Um doutorando (Alexandre Emídio), juntamente com o grupo da informática do CPE, foi responsável por esta tarefa.

No dia 17 de junho de 2011 foi realizado um pré-piloto com o objetivo de testar as questões do questionário geral na versão PDA. Os doutorandos despenderam dois turnos no auditório e laboratório de informática do CPE para a aplicação do questionário geral, do questionário confidencial (impresso) e para o registro eletrônico do questionário de frequência

alimentar (QFA). Compareceram ao CPE 27 jovens voluntários com idades entre 17 e 20 anos e que não faziam parte da coorte de nascidos em 1993, provenientes do Instituto Federal Sul-Riograndense (IFSul), Colégio Municipal Pelotense e Conjunto Agrotécnico Visconde da Graça (CAVG). Todos preencheram o questionário confidencial e o QFA (desenvolvido em versão eletrônica - online), e 16 o questionário geral, além de fazerem o teste de Quociente de Inteligência (QI). Também foram testadas as questões referentes à saúde bucal e realizado exame da cavidade oral nos participantes, sob a responsabilidade de um doutorando. Visto que a testagem dos instrumentos permitia detectar situações até então não previstas, respostas não contempladas nos instrumentos ou ainda, situações não presentes no manual de instruções, ficou determinado que esse processo se repetiria mais duas vezes: dias 13/07 e 01/08 com 13 e 10 jovens, respectivamente, com idade igual a anteriormente entrevistada.

A duração média de respostas e preenchimento de questionários foi de 1:10 horas. O questionário geral despendeu aproximadamente 45 minutos, o confidencial 10 minutos e o QFA 15 minutos.

### **3.3. Confeção das roupas para os exames de composição corporal**

Foi necessária a confecção de roupas justas especiais para a realização dos exames de composição corporal. O equipamento Bod Pod exigia o uso de roupas e toucas justas e o Photonic (scanner corporal) não permitia o uso de roupas de cor preta. Por isso, foram adquiridos conjuntos que consistiam em uma touca de borracha (de natação), um par de protetores de pés (propé em TNT) e um roupão descartável (roupão em TNT). As roupas confeccionadas especialmente para uso nos equipamentos foram: bermuda e blusa regata de elastano, em cor verde clara, com tamanhos P, M, G e XG.

### **3.4. Recrutamento e seleção de pessoal**

#### **3.4.1. Recrutamento**

Nos meses de julho e agosto de 2012 (15 a 30/07 – inscrições; 01 a 05/08 – entrevistas) ocorreu a seleção e recrutamento de pessoal para trabalhar no acompanhamento. A supervisora de campo da coorte, Fernanda Mendonça, juntamente com a pesquisadora Maria Cecília Formoso Assunção analisaram 87 currículos de candidatos de ambos os sexos, maiores de 18 anos de idade, com ensino médio completo e disponibilidade. Após análise dos currículos, entrevista, disponibilidade de tempo e experiência com pesquisa foram

selecionadas 52 pessoas. Destas foram selecionadas, 35 candidatos para participarem do treinamento do questionário geral, incluindo doze que também fizeram parte do treinamento da antropometria. As outras 17 pessoas pré-selecionadas foram chamadas apenas para o treinamento dos equipamentos de composição corporal. Para a antropometria e o questionário geral foram treinadas apenas mulheres, enquanto que para o treinamento dos equipamentos, alguns homens também foram incluídos.

Para o cargo de coletador de sangue, o recrutamento foi feito separadamente pela pesquisadora bioquímica Isabel Oliveira (responsável técnica) e pela bióloga Helena Thurow. Foram entrevistadas 12 candidatas em 27 de julho de 2011. Os critérios para seleção foram: experiência em coleta de sangue, disponibilidade de horários, planos de futuros (cursos ou viagens), horários e dias de trabalho, salário e experiência no ramo.

### **3.3.2. Treinamentos**

Seguindo uma ordem cronológica, os treinamentos que serviram para capacitar pessoal e compor a equipe da coorte de 1993 estão abaixo descritos. O período de treinamento foi de 08/08 a 26/08 de 2011.

- **Antropometria e pressão arterial**

No período de 08 a 12 de agosto um grupo de doze mulheres foram submetidas a treinamento de coleta de medida antropométricas e aferição da pressão arterial. Duas doutorandas (Bruna Schneider e Ludmila Muniz) foram as responsáveis pela padronização das medidas antropométricas e treinamento da aferição da pressão arterial, bem como para a seleção das candidatas.

- **Questionário geral**

Foi realizado, sob responsabilidade da pesquisadora Helen Gonçalves, entre os dias 15 e 19 de agosto de 2011 abrangendo um treinamento teórico-prático de aproximadamente 40 horas para a aplicação do questionário. O treinamento incluiu: (a) leitura de cada bloco do questionário geral e do manual de instruções; (b) aplicações simuladas entre as próprias

candidatas; (c) entrevistas com adolescentes e mães não pertencentes à coorte de 1993 e (d) treinamento de uso do PDA.

Durante o treinamento foi ressaltada a necessidade de manipular perfeitamente o questionário no PDA e acessar o manual de instruções em casos de dúvidas. O manual de instruções foi lido juntamente com as entrevistadoras com o objetivo de explicar o sentido das perguntas. Ao final de cada dia, dramatizações eram realizadas com a intenção de desenvolver a capacidade das candidatas no manejo com o PDA, nas diversas situações, e como uma forma do grupo de pesquisadores, supervisora e doutorandos avaliar o desempenho de cada uma. Ao final do treinamento, foi cedido um turno para as entrevistadoras estudarem o manual de instruções para a realização da prova de seleção.

- **Testes psicológicos**

Após o término do treinamento do questionário geral, foram selecionadas nove candidatas com formação acadêmica em psicologia para comporem um treinamento específico de saúde mental. Essas profissionais seriam as responsáveis pela aplicação dos testes psicológicos *Wechsler Adult Intelligence Scale* (WAIS - que avalia Quociente de Inteligência) e *Mini International Neuropsychiatric Interview* (M.I.N.I.) do acompanhamento da coorte de 1993. Esse treinamento foi realizado durante os dias 22 a 26 de agosto de 2011, todos os turnos da manhã e da tarde e era de responsabilidade da psicóloga Luciana Anselmi, colaboradora da pesquisa.

- **Questionário de frequência alimentar (QFA)**

A capacitação de pessoas para orientar os jovens sobre o preenchimento do QFA eletrônico, autoaplicado, foi realizada com duas candidatas já selecionadas para trabalhar no estudo. Ambas foram orientadas sobre como proceder com questionário em papel e no computador. Somente em exceções (problemas com o programa ou computadores) os QFAs deveriam ser aplicados em papel.

- **Equipamentos (equipamentos) de composição corporal e espirometria**

No período de 22 a 26 de agosto de 2011 foram treinados os 17 candidatos designados para o treinamento dos equipamentos. O treinamento previa a capacitação de pessoal para manipular os seguintes equipamentos: photonic scanner, bod pod, DXA, ultrassom e espirômetro. Em resumo:

- Bod Pod, DXA e Photonic

Período: 22 e 23/08 - manhã e tarde

Responsáveis: Silvana (BodPod), Jeovany (DXA), Inácio (Photonic)

Número de participantes: 13

- Espirometria

Período: 24 e 25/08 - manhã e tarde

Responsável pelo treinamento: Fernando

Número de participantes: 11

- Ultrassom de carótida

Período: 24 a 26/08

24 e 25/08 - manhã e tarde

26/08 - manhã

Responsáveis pelo treinamento: técnico contratado (Fabiano Justo)

Número de participantes: 5

- **Coleta de sangue**

Sete candidatos (enfermeiros e técnicos de enfermagem) foram selecionados para o treinamento. O treinamento para coleta, processamento, registro e armazenamento das

amostras de sangue foi realizado nos dias 15 e 16 de agosto de 2011 em dois turnos (manhã e tarde) a fim de atender a disponibilidade de horários dos candidatos que trabalhavam em outros locais (hospitais e laboratórios de análises clínicas). No turno da manhã, dois candidatos receberam o treinamento, enquanto que no turno da tarde, cinco candidatos assistiram ao treinamento. A responsabilidade foi da pesquisadora Isabel Oliveira e da bolsista de pós doutorado Helena Thurow.

- **Acelerometria**

Para monitorar a atividade física dos jovens foi treinado um rapaz para preparar diariamente os acelerômetros a serem entregues aos jovens. A acelerometria estava sob a responsabilidade dos doutorandos Virgílio Ramires e Inácio Crochemore, responsável pelo treinamento.

### **3.3.3. Avaliação e Seleção da Equipe**

As candidatas treinadas para o questionário geral foram avaliadas através de uma prova teórico-prática . A seleção levou em consideração o desempenho objetivo em cada questão do teste e a subjetividade dos observadores (supervisora, coordenadores e doutorandos) sobre atitude, postura, comportamento e desempenho durante o treinamento.

A média foi calculada com base na nota da avaliação subjetiva e da prova. Foram consideradas aprovadas aquelas candidatas que obtiveram média igual ou superior a 6,0 e foram selecionadas para o trabalho seguindo a ordem de classificação até serem completas as vagas.

Um total de 27 candidatas foram aprovadas e selecionadas como entrevistadoras titulares. As demais candidatas aprovadas ficaram como suplentes.

Para os equipamentos, o critério de seleção foi baseado na compreensão e habilidade em manusear o aparelho. Foram selecionadas dez pessoas que atingiram os critérios.

Para a coleta de sangue os candidatos foram submetidos a uma prova prática, onde coletavam sangue no sistema de coleta a vácuo. Obedecendo à ordem de seleção obtida no treinamento e à disponibilidade de horário dos candidatos, foram selecionados dois profissionais.



Cabe ressaltar que ao final da etapa de treinamento, com um intervalo de uma semana, foram chamados os candidatos selecionados para nos dias um e dois de setembro de 2011 serem retreinados na sua respectiva função/aparelho.

#### **4. ESTUDO PILOTO**

No dia 3 de setembro de 2011 foi realizado o estudo piloto do acompanhamento 2011-12. Coordenadores, pesquisadores, supervisora de campo e doutorandos observaram toda a logística para o funcionamento da clínica da coorte de 93.

Os candidatos aprovados e selecionados para trabalharem no acompanhamento foram divididos em dois grupos para que em um momento servissem de “jovens” para as entrevistas e exames corporais e, posteriormente, fossem os responsáveis pela coleta de dados. Essa estratégia permitiu estabelecer o fluxo a ser adotado (desde a chegada do jovem à clínica), leitura do TCLE, realização dos exames nos equipamentos e dos questionários e, principalmente, ajudou a estimar o tempo gasto para realização de todas as medidas.

#### **5. INÍCIO DO TRABALHO DE CAMPO DA COORTE DE 93 (C93) EM 2011-12**

O trabalho de campo teve início no dia cinco de setembro de 2011, no turno da manhã (8:00 horas) nas dependências do prédio B do CPE, na clínica do CPE.

O atendimento aos adolescentes foi realizado de segunda a sexta, em dois turnos de trabalho de seis horas corridas, os quais aconteciam das 8:00 às 14:00 (turno da manhã) e das 14:00 às 20:00 (turno da tarde). Aos sábados o período de atendimento era das 9.00 às 17.00 h.

##### **5.1. Logística da C93 na Clínica do CPE**

Os adolescentes tinham sua visita agendada pelo telefone. A coorte contava com uma assistente em pesquisa responsável apenas pelos agendamentos (Juliana Orlandi). A ordem das ligações obedecia a data de nascimento dos jovens, na intenção de não contatar inicialmente aqueles adolescentes que ainda não haviam completado 18 anos, para que os mesmos pudessem assinar os TCLEs.

Inicialmente foram agendados 16 adolescentes por dia, oito em cada turno de trabalho. Esse número foi sendo testado e foi aumentando gradativamente até chegar a 25 agendamentos por turno de trabalho, com o objetivo de que pelo menos 40 adolescentes visitassem a clínica por dia.

O jovem agendado, ao chegar na clínica, era atendido na recepção, local destinado a receber o adolescente. Neste momento, era solicitado um documento para certificação de que se tratava de um adolescente da coorte de 93. O nome do adolescente era conferido com o que constava na planilha de agendamentos. Caso não estivesse com um documento, perguntava-se o nome completo da mãe e esse era conferido em um banco de dados disponível num dos computadores da recepção. Ainda na recepção, o adolescente recebia um crachá (previamente elaborado) para usar durante todo o tempo que estivesse naquele local. Este crachá além de identificar o jovem, mostrava todos os locais pelos quais o adolescente deveria passar, garantindo desta forma que o acompanhado respondesse a todos os questionários e realizasse todos os exames previstos. Os crachás eram diferentes. Havia quatro cores de crachá. O crachá branco era o único que apontava que o jovem não fazia parte de nenhum subestudo. Após a entrega do crachá, a recepcionista entrava em contato com a responsável pelo fluxo dos questionários, para a mesma disponibilizar uma entrevistadora. A recepcionista encaminhava o adolescente a essa entrevistadora juntamente com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) – existiam dois tipos de TCLE: do subestudo do deutério e do restante da amostra. Todos os TCLEs continham um código de barras que com o “ID” (número de identificação) do adolescente. Na recepção ficava o questionário confidencial do jovem, que era posteriormente solicitado pela entrevistadora à recepcionista no momento em que o jovem terminasse de responder o questionário geral.

Com o jovem, a entrevistadora fazia a leitura do TCLE. Ao final da leitura, no caso de ser menina, se ela mencionasse que estava grávida ou poderia estar não eram realizados os exames de composição corporal e deutério (se fizesse parte da subamostra). Ao final do TCLE constava uma lista com os procedimentos (questionários e exames) que seriam realizados na C93 e o jovem deveria marcar um “X” em todos aqueles itens que estivesse de acordo em fazer. Nos casos em que o adolescente tivesse dúvida sobre algum exame, a entrevistadora lia uma descrição padronizada sobre o que era realizado, que também estava afixada nas salas de exames. Se persistisse a dúvida ou o adolescente se recusasse ou relatasse possuir algum impedimento para a realização (critério de exclusão para determinado exame), o doutorando de plantão (cada turno um doutorando era escalado para dar suporte) era chamado para

assinalar tal ocorrido no crachá ou reverter a recusa. Os seguintes códigos eram utilizados pelos doutorandos:

R = recusa

G = grávida

PG = possível gravidez

CE = critério de exclusão

Após assinatura do TCLE, o adolescente era conduzido para as responsáveis pelo fluxo da clínica as quais o encaminhava para as entrevistas ou para os equipamentos.

A clínica ficou dividida em dois espaços, um para a aplicação dos questionários e outro para a realização de exames. Cada espaço era controlado por uma pessoa que portava uma planilha para controle do fluxo dos questionários e por outra que controlava a dos equipamentos. Portanto, quatro moças (duas por turno) estavam responsáveis por esse controle.

Na parte das entrevistas eram aplicados todos os instrumentos: questionário geral, questionário confidencial, QFA, M.I.N.I. e QI - WAIS. Na parte dos equipamentos eram realizados os seguintes exames: pletismografia (BodPod), densitometria (DXA), avaliação das dimensões corporais (Photonic Scanner), espirometria, ultrassom de carótidas, coleta de sangue, antropometria (pregas cutâneas subescapular e tricipital; circunferência da cintura; perímetro braquial; altura e altura sentado) e pressão arterial. A ordem com que os adolescentes realizavam os blocos (questionários ou equipamentos) era controlada pelas responsáveis pela distribuição (chamado de *fluxo*) dos jovens na clínica.

#### - "Fluxo" dos exames

O membro da coorte era conduzido pela responsável pelo entretenimento (recreacionista) até um vestiário para trocar sua roupa por aquela apropriada para os exames. Era necessária a retirada de qualquer objeto de metal para a realização dos exames de composição corporal. Com a troca de roupa, os/as jovens deixavam seus pertences em armários com cadeados e percorriam todos os exames de posse da sua chave. Durante o *fluxo* na parte dos equipamentos alguns pré-requisitos foram seguidos.

- *BodPod*: era o aparelho com maior prioridade, ou seja, sempre que possível era a primeira medida a ser realizada. Nessa estação era medida a altura e o peso do/a jovem e, ambos, anotados no crachá para que os esses dados fossem utilizados em outros equipamentos, como o DXA e a espirometria. O/A participante permanecia dentro do aparelho, uma câmara fechada por alguns segundos e era orientado a não se mexer. Era obrigatório o uso de uma touca de natação.

- *DXA*: na sala do DXA o/a adolescente deitava na cama anexa ao aparelho e era realizado um scanner do seu fêmur, coluna e corpo inteiro. O/A adolescente não poderia ter pinos/placas nos ossos ou estar usando qualquer objeto de metal.

- *Photonic Scanner*: na sala do Photonic o/a jovem entrava na câmara escura, era posicionado e permanecia por alguns instantes sem se mexer. Neste aparelho o uso de qualquer tecido no corpo que não fosse a roupa fornecida pela pesquisa, gesso ou tatuagens grandes e escuras, atrapalhava a formação da imagem 3D e das medidas de circunferência.

- *Ultrassom de carótida*: a varredura das carótidas era realizada com o/a participante deitado em uma maca com a cabeça posicionada para o lado, para ser possível o acesso às artérias. A medida era realizada do lado esquerdo e direito.

- *Antropometria*: nesta sala, era verificada a pressão arterial e a circunferência braquial e a altura com o/a jovem sentado/a, além da circunferência da cintura e pregas cutâneas tricótipal e subescapular. Todas as medidas eram coletadas duas vezes e quando apresentava diferença entre a medida um e dois acima do erro aceitável, a terceira medida deveria ser realizada. O erro aceitável para cada medida era: 0,7 cm para altura sentada; 2 mm para a prega cutânea tricótipal e subescapular e 1 cm para a circunferência da cintura. A medida da pressão arterial era evitada de ser aferida após a coleta de sangue.

- *Espirometria*: a espirometria era realizada em duas etapas, antes e após o uso do broncodilatador (salbutamol 400 mcg). Era necessário um intervalo de 15 minutos entre a primeira e a segunda sequência de sopros. O/A jovem fazia o exame sentado/a.

- *Coleta de sangue*: a coleta era feita através de sistema fechado (a vácuo) e com o adolescente deitado em uma maca. Eram coletados cinco tubos totalizando 20 mL de sangue. A ordem de coleta era: 1 – Tubo com gel e ativador de coágulo: 5 mL; 2 – Tubo com citrato de sódio: 2 mL; 3 – Tubo com EDTA: 4 mL; 4 – Tubo com gel e ativador de coágulo: 5 mL; e

– Tubo com EDTA: 4 mL. Posteriormente, o sangue coletado era levado para o laboratório de processamento situado no segundo andar da clínica do CPE.

Dentro de cada sala dos equipamentos havia uma ficha para anotações, denominada “Diário de campo”. Nesta ficha eram anotadas as intercorrências que seriam posteriormente de interesse dos responsáveis e do estudo. Exemplos: na sala do Photonic havia registros no diário de campo sobre discrepâncias na medida da circunferência da cintura além do que era considerado relevante. Na antropometria os registros eram feitos caso a coleta de medidas fosse realizada no braço contrário ao protocolo. No DXA a ocorrência mais comum era em relação a existência de *piercing* em alguma parte do corpo e não poder realizar a medida no corpo inteiro, ou então o/a adolescente ser obeso/a ou muito alto/a de forma que seu corpo ultrapassava os limites da cama do aparelho. Na sala de coleta de sangue havia uma em planilha Excel, para anotação dos coletadores, sobre os casos de desmaio, acesso venoso ruim, pouca amostra sanguínea etc. Na sala do ultrassom havia uma ficha técnica própria que a responsável pelo exame tinha que preencher para todos os realizados.

#### - “Fluxo” nas entrevistas

Na estação da clínica destinada aos questionários (geral, confidencial, saúde mental e QFA) não havia uma ordem preferencial para realização dos mesmos. Em cada uma das seis salas de entrevista do questionário geral e confidencial as questões eram registradas em PDAs. O QFA era aplicado em uma sala contendo quatro computadores e o seu preenchimento era supervisionado por uma monitora.

Todas as dúvidas que as entrevistadoras tinham sobre a resposta do/a jovem ou qualquer situação era anotada no diário de campo, a exemplo do que era feito nos exames. Em alguns casos elas consultavam o/a doutorando plantonista. Caso este não soubesse, consultava a pesquisadora responsável pelos questionários geral e confidencial (Helen Gonçalves).

Entre a realização dos exames e dos questionários era oferecido aos jovens um lanche (sanduíche + suco) e acesso a vídeo game, computadores com internet e televisão, na sala de recreação, a qual era supervisionada por uma monitora.

Ao término dos exames e questionários, o/a adolescente era encaminhado/a à recepção onde era colocado um acelerômetro no punho de seu braço não dominante. Uma das recepcionistas orientava o jovem sobre o uso do acelerômetro e entregava ao jovem um guia

de orientações sobre o uso deste equipamento. O acelerômetro era configurado de acordo com o nome e ID do/a jovem. Diariamente o responsável pela acelerometria configurava os acelerômetros a partir da planilha de agendamentos da recepção. A recepcionista perguntava o endereço onde um motoboy poderia buscar o aparelho após sete dias de uso. A planilha com essas informações era responsabilidade da equipe da acelerometria.

- “Rotina” da acelerometria:

A rotina diária da acelerometria funcionava da seguinte forma: diariamente a planilha de agendamentos referente a cada turno era enviada para o responsável pela acelerometria. Com o ID e iniciais do nome do/a adolescente o aparelho era configurado em um software e depois de ativado para uso, era levado para recepção a fim de ser colocado no pulso dos jovens. O aparelho era colocado lado do braço não dominante e com os pinos voltados para os dedos. A recepcionista orientava o/a jovem sobre a utilização durante as 24 horas do dia, inclusive no banho, para dormir e em qualquer outra atividade, juntamente com o aparelho, era entregue um manual de instruções básico e rápido onde constavam os telefones de contato em caso de dúvidas quanto à utilização do monitor. Após colocar o aparelho no/a jovem, explicar o uso e entregar as instruções, a recepcionista registrava em planilha específica a data, a hora, o número de identificação do acelerômetro, um telefone para contato e o local para coleta do monitor. Depois deste processo, o responsável pela acelerometria (Cristian Lourenço) preparava uma planilha de coleta que era entregue aos coletores (motoqueiros) para a busca dos aparelhos no local e horário marcado previamente. Esta planilha era entregue aos coletores um dia antes das coletas. Os acelerômetros colocados nas segundas, terças e quartas-feiras eram coletados na segunda-feira posterior a colocação do monitor. Acelerômetros colocados as quintas, sextas e sábados eram coletados na quarta-feira posterior a colocação do monitor. Era orientado que o acelerômetro fosse retirado do pulso pelo coletor sempre que possível. Após a coleta e chegada do acelerômetro na Clínica do CPE, eram iniciados os procedimentos de *download* dos arquivos com os registros contidos nos monitores. Posteriormente ao *download*, o acelerômetro era colocado para carregar sua bateria e ao atingir o mínimo de 85% de carga era disponibilizado para uso novamente.

Antes de deixar a clínica o jovem recebia uma ajuda de custo pela sua participação (R\$50,00) e assinava um recibo do valor. Em algumas situações o jovem solicitava um atestado para comprovar falta na escola, trabalho, cursinho, o qual era prontamente fornecido

etc. Esse documento ficava a disposição na recepção e era assinado pela supervisora de campo.

O tempo médio que os jovens permaneciam na clínica variou do início até a metade final do trabalho de campo. Inicialmente os jovens ficavam cerca de quatro horas na clínica. Com o passar do tempo isso foi reduzido em uma hora.

## **6. SUBESTUDOS**

No acompanhamento de 2011-12 ocorreram dois subestudos concomitantes ao trabalho de campo na clínica. Para os mesmos, foram acompanhadas duas subamostras, as quais eram identificadas pela cor do crachá do jovem – verde, azul e vermelho (para os jovens que pertenciam à amostra dos dois subestudos).

### **6.1. Deutério e Músculo Adutor do Polegar (MAP)**

Com o objetivo de avaliar a água corporal total, uma subamostra de 465 adolescentes participou do subestudo do Deutério (crachá azul). A rotina deste subestudo funcionava da seguinte forma: no momento do agendamento de um/a adolescente pertencente à subamostra do deutério era solicitado o seu peso para que este fosse utilizado na preparação da dose, a qual consistia em 2 ml de água por Kg de peso e 0,05 ml de deutério por kg de peso. Uma ficha era preenchida com informações de antropometria do adolescente, horário de administração do deutério e horário e endereço da segunda coleta.

Quando o/a adolescente chegava à sala do deutério, era realizada a primeira coleta de saliva e, logo em seguida, era administrado o deutério, também era solicitado o endereço e o telefone de contato. Posteriormente, de acordo com as medidas antropométricas feitas na clínica, era calculado o IMC do adolescente e se o índice fosse  $\geq 30$  Kg/m<sup>2</sup> a segunda coleta de saliva deveria ser realizada 5 horas após a primeira coleta. Se o IMC fosse menor que 30 Kg/m<sup>2</sup> a segunda coleta deveria ser realizada quatro horas após a primeira. Era solicitado que o adolescente não ingerisse nenhum tipo de líquido ou alimento durante 30 minutos antes das duas coletas.

Dependendo do tempo de permanência do adolescente na clínica era determinado o local da segunda coleta. Se o/a adolescente fosse liberado com muita antecedência em relação ao horário da segunda coleta, esta era realizada no domicílio do/a jovem, pelos motociclistas que trabalham na rua. Já se este fosse liberado próximo do horário da segunda coleta esta era realizada na sala de coleta na clínica.

Nos casos em que a segunda coleta não pode ser realizada por algum motivo ou que a quantidade de saliva coletada foi insuficiente, era feito contato com o/a adolescente e agendada outra data para serem realizadas as coletas em seu domicílio.

Outro subestudo, tema da tese de uma doutoranda (Silvana Orlandi), necessitava da medida da espessura do músculo adutor do polegar (MAP). Essa medida foi realizada em 421 adolescentes que faziam parte da subamostra do deutério. Os mesmos respondiam a algumas questões e tinham o seu MAP medido por pessoa treinada, através do uso de um paquímetro cedido pela doutoranda.

## **6.2. Saúde bucal**

O subestudo de saúde bucal (crachá verde) era tema da tese de um doutorando (Alexandre Emídio). O exame dentário dos adolescentes era realizado pelo doutorando que foi previamente calibrado. O exame de saúde bucal foi realizado em 1.019 participantes e contou com a ajuda da doutoranda Fabiana Ferreira (odontóloga) para registrar os dados no PDA. No início do trabalho de campo os pertencentes desse subestudo eram agendados somente as quintas-feiras. Com o passar do tempo foram atendidos em vários dias da semana e o doutorando ficava de sobreaviso, conforme o agendamento destes jovens. Durante o exame clínico eram utilizados os equipamentos de proteção individual (luva, máscara, gorro, avental), odontoscópio, pinça, sonda periodontal CPI (*ball point*), sendo estes instrumentos previamente autoclavados conforme os preceitos de biossegurança da Organização Mundial da Saúde (1999). A sequência de exames foi feita dos índices menos invasivos para os mais invasivos. Os diferentes espaços dentários eram abordados de um lado para o outro, sistematicamente, iniciando do terceiro molar permanente até o incisivo central do hemiarco superior direito (do dente 18 ao 11), passando em seguida ao incisivo central do hemiarco superior esquerdo e indo até o terceiro molar (do dente 21 ao 28), indo para o hemiarco



inferior esquerdo (do dente 38 ao 31) e, finalmente, concluindo com o hemiarco inferior direito (do dente 41 ao 48).

Para a cárie dentária foi realizada a avaliação das superfícies (superfícies cariadas, perdidas e obturadas, através do índice CPO-S). Para a informação sobre a situação dos aspectos relacionados às próteses, foi usado o indicador de uso de prótese da OMS (1999).

## **7. INSTRUMENTOS DE PESQUISA**

### **7.1. Questionário geral**

O questionário geral do acompanhamento dos 18 anos era constituído de 451 questões e dividido em nove blocos que abordavam diversos temas.

BLOCO AB – Família e Moradia

BLOCO C – Hábitos e trabalho

BLOCO D – Gravidez

BLOCO E – Doenças e remédios

BLOCO F – Atividade física e local

BLOCO G – Álcool

BLOCO H – Alimentação

BLOCO I – Qualidade de vida

BLOCO J – Saúde bucal e SRQ

### **7.2. Testes Psicológicos**

O questionário denominado M.I.N.I. (ANEXO 21) composto por 75 questões e o WAIS-III (que mede o QI) eram aplicados por psicólogas.

### **7.3. QFA**

O QFA composto por 88 itens alimentares (ANEXO 22) foi desenvolvido com base nos questionários alimentares de outros acompanhamentos sendo em versão eletrônica e

autoaplicado. O questionário, diferentemente dos outros acompanhamentos era semiquantitativo, ou seja, continha as porções de consumo padronizadas e a frequência de consumo fechada/categorizada. Foram inseridas fotos com as porções médias de cada alimento com o objetivo de tornar o layout do questionário mais atraente para os jovens.

#### **7.4. Questionários confidenciais**

Os questionários confidenciais eram preenchidos pelos adolescentes imediatamente após o término do questionário geral. A versão para os meninos era composta de 56 questões (ANEXO 23) e a versão para as meninas continha 57 (ANEXO 24), sendo esta última referente a ter ou não prótese de silicone.

#### **7.5. Questionário Saúde Bucal**

Um questionário (ANEXO 25) em PDA era utilizado para registrar os dados de saúde bucal.

### **8. MANUAIS DE INSTRUÇÕES**

Os manuais de instruções do estudo serviam como guia e apoio para os entrevistadores e responsáveis dos equipamentos. Eles eram sempre utilizados nos casos de dúvidas, tanto no registro de informações no PDA, quanto para esclarecer sobre os critérios de exclusão de exames, erros dos equipamentos, etc. Exemplares dos mesmos ficavam em cada sala de entrevista.

- Manual questionário geral e testes psicológicos
- Manuais dos equipamentos e aferições
  - Acelerometria
  - Antropometria
  - BodPod
  - DXA
  - Espirometria

- Photonic
- Pressão arterial
- Ultrassom de carótidas

### **8.1. Modificações nas instruções durante o campo**

Durante o trabalho de campo foram surgindo situações que não tinham sido previstas. Modificações e acréscimo de instruções no manual foram realizadas no mês de outubro de 2011.

## **9. ESTRATÉGIAS DE BUSCA DE ADOLESCENTES DURANTE O TRABALHO DE CAMPO**

Algumas estratégias de busca dos adolescentes foram utilizadas no decorrer do trabalho para àqueles que não haviam sido encontrados/contatados ou que não compareceram na clínica do CPE após contato telefônico (agendamento).

### **9.1. Rastreamento de endereços não encontrados**

Duas rastreadoras (Clésia e Zenilda) foram contratadas com objetivo de localizar o domicílio daqueles adolescentes que não tinham telefone/contato. Com base em um levantamento dos endereços dos acompanhamentos anteriores (2004 e 2008) e de uma atualização realizada em 2010, as rastreadoras iam até esses endereços, do mais antigo até o mais recente e preenchiam um formulário. Num segundo momento, nos casos de não encontrarem o/a adolescente, era fornecido o endereço de parentes que tinham nos questionários antigos na parte de “referências”, para conseguir contato. Neste momento as rastreadoras deixavam o folder para o/a jovem e em alguns casos agendavam a visita do mesmo na clínica do CPE.

### **9.2. Divulgação na imprensa local e em redes sociais**

Com o objetivo de divulgar o acompanhamento da coorte de 1993 e trazer mais participantes do estudo para a clínica foram publicadas e divulgadas matérias na TV e rádios

loais. Foram gravadas participações na Rede Nativa, RBS, TV Cidade – Canal 20 da TV fechada no Programa Vida saudável, Rádio Universidade Católica, jornal Diário Popular, jornal Zero Hora, Rádio Atlântida e Rádio Federal FM.

Com o mesmo objetivo foram disponibilizados perfis da Coorte de 1993 em redes sociais, como:

- Facebook: <http://www.facebook.com/pages/Coorte-1993-Pelotas/339911399360987>
- Orkut: <http://www.orkut.com.br/Main#Profile?uid=2225285241213633335>
- MSN: [coorte1993@hotmail.com](mailto:coorte1993@hotmail.com)
- Twitter: @EpidemioUFPel

### **9.3. Visitas domiciliares/Unidade Móvel (Van)**

Com o objetivo de encontrar jovens cujo contato eram difícil, inexistente ou sem sucesso (vinda à clínica), visitas domiciliares começaram a ser realizadas em 14 de fevereiro de 2012. Foi alugado um carro (van) para deslocar parte da equipe até a residência dos adolescentes. A equipe era formada por: um doutorando, uma entrevistadora treinada e padronizada também como antropometria, que aplicava QFAs (em papel), questionário geral e orientava o preenchimento do questionário confidencial, uma espirometria, uma coletadora de sangue (técnica) e uma psicóloga. A van percorria os vários bairros da cidade em busca de jovens que não compareceram na clínica após vários agendamentos telefônicos ou que o contato telefônico não tinha sido possível. Essa estratégia funcionava todas as tardes, de segunda a sábado. No mês de março a van também funcionou em um único domingo, sem sucesso (jovens não se encontravam na residência). Os participantes eram inicialmente convidados a vir à clínica. Se aceitassem, a van os trazia. Caso contrário eram entrevistados em domicílio.

### **9.4. Ajuda de custo para as entrevistas domiciliares**

As visitas domiciliares iniciaram sem qualquer ajuda de custo para os jovens. Porém, no decorrer do trabalho, como uma forma de incentivo à participação na pesquisa foi decidido oferecer uma ajuda de custo no valor de R\$ 25,00 pelas entrevistas realizadas no domicílio mais uma quantia de R\$ 50,00 caso o adolescente comparecesse na clínica para realizar os

exames de composição corporal. O valor pago no domicílio foi uma forma de ressarcir o tempo de lazer dos participantes utilizado pelo estudo.

### **9.5. Entrevista na Fundação de Atendimento Sócio-Educativo (FASE)**

No mês de março foi deslocada uma equipe de entrevistadoras acompanhadas de um doutorando (Inácio) para realizarem uma entrevista com jovem internado na FASE. Este fez o questionário geral, confidencial, QFA, testes psicológicos, coleta de sangue, espirometria, medida de pressão arterial e antropometria.

### **9.6. Conduta com as gestantes e “possíveis grávidas”**

As gestantes e “possíveis grávidas” quando visitavam a clínica não realizavam os exames de composição corporal. Em um segundo momento, após o parto, essas meninas foram contatadas e convidadas a retornarem ao local para realizarem os exames. Após a conclusão dos exames elas recebiam uma ajuda de custo de R\$50,00.

### **9.7. Informações espontâneas obtidas durante o campo**

A partir de dezembro os jovens que já haviam visitado a clínica foram contatados novamente para serem informados sobre o recebimento de R\$15,00 no caso de indicarem outro jovem que fizesse parte do acompanhamento para participar da pesquisa. Outras pessoas também indicaram seus conhecidos nascido em 1993 em hospitais de Pelotas e receberam igualmente o valor.

## **10. CONTROLE DAS ENTREVISTAS/EXAMES**

Um controle semanal para informar a evolução do trabalho de campo era realizado através de um relatório elaborado pela equipe de banco de dados. Esse relatório apresentava um resumo da produção em um período de seis dias de trabalho de campo. Neste arquivo era apresentado o N geral do acompanhamento e por atividade/exame/procedimento realizado e as frequências (%) de resposta de algumas variáveis do questionário geral, como: uso de álcool, trabalho, osso quebrado, cigarro e uso de remédio nos últimos quinze dias. Esse

conteúdo era enviado semanalmente pela equipe de dados para informar os pesquisadores, doutorandos e supervisora de campo sobre o andamento do trabalho de campo.

## **11. RECURSOS MATERIAIS E INFRAESTRUTURA**

### **11.1. Infraestrutura**

A clínica funcionou nas dependências do prédio anexo ao Centro de Pesquisas Epidemiológicas Amilcar Gigante.

### **11.2. Mobília**

#### **11.2.1. Sala (QG) da coorte de 1993**

Disponha de dois arquivos de metal, uma mesa redonda, três mesas de escritório, oito cadeiras, quatro computadores, uma impressora, dois armários de madeira com chave, um armário de metal com chave, duas lixeiras, dois quadros com ímã e nove estantes-prateleiras de metal.

#### **11.2.2. Clínica do CPE**

- Sala de espera: 15 assentos estufados, um rack com televisão, um DVD, revistas e jornais.
- Recepção: duas mesas escritório, três cadeiras, um balcão e dois telefones.
- Sala da equipe: seis cadeiras estufadas, três mesas de escritório, um lixo, um painel de metal e um telefone.
- Sala do TCLE: oito cadeiras de braço.
- Sala do deutério: uma geladeira, duas cadeiras estufadas, duas mesas de escritório e um biombo.
- Sala de entrevistas: uma mesa de escritório, duas cadeiras estufadas, um armário de madeira com chave (urna para o confidencial).
- Sala QFA: seis computadores, duas mesas para os computadores, sete cadeiras estufadas.

- Entretenimento: quatro computadores, um vídeo game, uma televisão 42' de com DVD, almofadas e pufs; três cadeiras estufadas, quatro cadeiras para os computadores, uma mesa para os computadores.
- Salas dos equipamentos: eram seis salas, cada uma com um armário de madeira com chave, uma mesa de escritório, uma cadeira estufada, um telefone.
- Sala coleta de sangue: uma maca, um biombo para separar da a coleta de sangue do exame de saúde bucal, um balcão madeira, uma mesa escritório, um telefone, uma cadeira estufada e um computador.

### 11.2.3. Laboratório

Disponha de duas mesas de escritório, dois computadores, três bancadas de granito, uma pia de granito, três estantes de ferro (uma na Sala dos Freezers), quatro armários de madeira, um balcão aéreo, três cadeiras estofadas com rodinhas, sete cadeiras estofadas sem rodinhas, dois telefones, três banhos Maria, um vórtex, um medidor de pH de bancada, um balança analítica, um agitador magnético, duas centrífugas para 12 tubos de 15 mL (um do laboratório e um do deutério), uma centrífuga refrigerada para 28 tubos de 15 mL, um centrífuga refrigerada para oito tubos de 15 mL, uma centrífuga refrigerada para 12 tubos de 15 mL e uma geladeira.

### 11.3. Equipamentos

- **Bod Pod**

O Bod Pod<sup>®</sup> Gold Standard – Body Composition Tracking System – é um pletismógrafo que calcula o volume corporal dos indivíduos através do deslocamento de ar.

- **Photonic Scanner**

O Photonic Scanner TC<sup>2®</sup> captura imagens 3D altamente precisas da superfície corporal em até 10 segundos.

- **DXA**

Densitômetro Ósseo com Raio-X baseado em enCORE (modelo Lunar Prodigy – marca GE Healthcare®) que avalia a composição corporal através da atenuação de raios X pelos diferentes tecidos do corpo.

- **Ultrassom**

O aparelho de ultrassom do modelo Xario é um sistema para diagnóstico digital, “Premium Compact”, fabricado pela Toshiba.

- **Espirômetros**

Espirômetro *nd Easyone*, espaçador 600 ml, broncodilatador spray (salbutamol 400 mcg spray) e bocal descartável para a avaliação da capacidade pulmonar.

- **Acelerômetros**

O monitor de atividade física utilizado foi o GENEActiv® (Gravity Estimator of Normal Everyday Activity) o qual coleta a aceleração na forma tri axial (eixos x, y e z), com posicionamento de uso no punho e à prova de água.

- **Antropometria**

Estadiômetro desmontável (alumínio e madeira) precisão 0,1 cm, banco de madeira com 75 cm de altura para a aferição da altura sentada, fita métrica inextensível com precisão de 0,1 cm e plicômetro CESCORF científico com precisão de 0,1 mm.

- **Pressão arterial**

Aparelho de pressão arterial automático, modelo HEM-705CPINT com manguitos de braço da marca Omron. Um manguito para pessoas de peso normal e outro para obesos.

## **12. DESCARTE DE MATERIAL BIOLÓGICO**

Os materiais biológicos e de consumo (ponteiras, tubos tipo falcon, luvas, agulhas, entre outros) provenientes da coleta e do processamento do sangue, bem como, da extração de



DNA eram autoclavados antes do descarte (calor úmido: 15 minutos, 120°C). A solução resultante da lise das hemácias realizada no protocolo de extração de DNA era armazenada em garrafas plásticas de 500 mL. Todo lixo contaminado era armazenado em sacos brancos leitosos (lixo hospitalar). O recolhimento desse lixo era realizado uma vez por semana, por uma empresa especializada, contratada pela Universidade, via Coordenadoria de Qualidade Ambiental, a qual era responsável pelo descarte por incineração.

## **13. CONTROLE DE QUALIDADE DO TRABALHO**

### **13.1. Entrevistas**

No mês de janeiro iniciaram-se as ligações para o controle de qualidade da visita dos 18 anos. Foram sorteados 10% da amostra estudada, totalizando 413 adolescentes. O adolescente sorteado era contatado por telefone e eram feitas seis perguntas, quatro em relação ao questionário geral, uma sobre o questionário confidencial e uma sobre a medida da circunferência da cintura, presentes em um questionário simplificado padronizado. O controle de qualidade foi realizado por uma doutoranda (Fernanda Meller). O banco foi digitado no programa estatístico Epidata versão 3.1 e transferido para o Stata 11.1 onde foram realizadas as concordâncias.

### **13.2. Equipamentos e medidas corporais**

- **Medidas antropométricas**

Nos dias 28 e 29 de novembro de 2011, durante o atendimento na clínica, foi realizada a re-padronização das medidas antropométricas das duas antropometristas e a altura em pé das duas operadoras do BodPod. As medidas foram coletadas e registradas na folha de padronização (ANEXO 40) duas vezes por cada medidora e pelo examinador padrão ouro. As medidas foram colocadas na planilha de padronização proposta por Habitch (1976). No mês de janeiro o processo de repadronização foi repetido.

- **Equipamentos de composição corporal**

Os dados gerados pelos equipamentos eram conferidos semanalmente a fim de detectar possíveis erros e ficavam a cargo de um integrante da informática e dos doutorandos responsáveis por cada aparelho.

- **Espirometria**

Semanalmente, o doutorando responsável (Fernando César Wehrmeister) aplicava o controle de qualidade para detectar possíveis erros na realização do exame. Caso houvesse má qualidade em uma semana, eram repassados os passos dos testes de função pulmonar, e as técnicas responsáveis pelos exames eram estimuladas ao máximo para conseguirem as melhores manobras dos adolescentes.

## **14. BANCO DE DADOS**

Dois doutorandos (Fernando Wehrmeister e Ludmila Muniz) em conjunto com um pesquisador (Pedro Hallal) ficaram responsáveis pelo manejo dos dados durante todo o acompanhamento.

### **14.1. Questionários**

Os PDAs com as informações coletadas pelos questionários eram descarregados diariamente por uma pessoa responsável exclusivamente para essa tarefa (Ana Lima). O questionário geral possuía onze blocos e para cada um deles era gerado um banco separadamente. Semanalmente (todas as quintas-feiras) essas informações eram reunidas em um único arquivo para a construção do banco de dados. Além disso, semanalmente era gerado um banco com os dados da antropometria.

Os dados, quando extraídos do PDA, gravavam um arquivo em Excel. Toda semana, para construir o banco de dados em Stata, legível e consistente, a equipe de dados seguia uma rotina, a qual está descrita abaixo:

Às quintas-feira, o arquivo em Excel (que continha as informações referentes a uma semana de trabalho) era transformado em Stata pela Ana Lima. Essa mesma pessoa rodava os scripts em cada um dos bancos (blocos do questionário e antropometria), a fim de nomear as variáveis e identificar números de identificação (ID) duplicados; posteriormente, esses bancos eram gravados em uma pasta no dropbox (“pré-processados”), em uma versão “c” (exemplo: bloco da antropometria da semana 01 → era salvo como antro01c).

Depois que os bancos, referentes a todos os blocos, já estavam no dropbox, um dos doutorandos (Ludmila Muniz) pegava as versões “c” e rodava novos scripts a fim de identificar possíveis inconsistências no preenchimento do questionário. Após corrigidas as inconsistências, os bancos eram salvos em outra pasta no dropbox (“processados”), na versão “d” (exemplo: bloco da antropometria da semana 01 → era salvo como antro01d). Semanalmente, os bancos referentes a cada bloco eram anexados ao banco da semana anterior e salvos no dropbox (em uma pasta chamada “append”); (exemplo: blocos da antropometria das semanas 01 e 02 → eram salvos como antro01-02d).

Finalmente, todos os bancos foram unidos em único arquivo, configurando o banco final deste acompanhamento. Os valores *missing* presentes no banco foram denominados como **.a** quando o registro correspondia a 8, 88 ou 888 (Não se aplica - NSA) e como **.b** quando o registro era referente a 9, 99 ou 999 (Ignora - IGN).

## 14.2. Equipamentos

Semanalmente as informações dos equipamentos eram descarregadas e, então, realizada a construção do banco de dados de cada aparelho. Cabe ressaltar que cada aparelho tem sua particularidade em relação à construção de banco de dados. Por exemplo, os bancos da espirometria e do DXA são originalmente em formato Access (\*.mdb) enquanto o BodPod e o Photonic scanner tinham seus dados originalmente armazenados como formato texto (\*.txt). Portanto, scripts diferentes (em formato do-file do Stata) eram necessários para cada aparelho.

Em suma, o arquivo do organizava os bancos de dados de forma a cada linha representar a informação de um indivíduo e cada coluna as variáveis obtidas. Após isso, era rodado um script para verificar alguma inconsistência nos número de identificação (nquest) e no dígito verificador (dv). Cada doutorando responsável pelo seu aparelho verificava as

inconsistências ou possíveis erros nas informações obtidas. Por fim, os bancos semanais eram inseridos conjuntamente através do comando “append” do Stata 12.0.

### **14.3. Codificação e Digitação dos questionários confidenciais**

Os questionários confidenciais eram autoaplicados, inseridos em envelope e “lacrados” pelos adolescentes e, então, entregues à entrevistadora e depositados em uma urna. Ao final do dia, o doutorando de plantão armazenava os questionários do dia em local específico, organizado por data.

Semanalmente, a equipe de digitação recolhia os questionários e organizava em lotes a serem digitados, com aproximadamente 100 questionários por lote. Dentro dos lotes, os questionários eram ordenados de forma crescente em relação número de identificação da coorte (com etiqueta para ser lido por leitor de código de barras) para facilitar futuras buscas. Após isso, a equipe de digitação codificava os mesmos, sendo corrigidos por um aluno responsável (doutorando ou mestrado Wellcome).

Duas pessoas realizavam a dupla digitação dos dados no programa EpiData 3.1. A cada 1000 questionários digitados era feita a checagem da dupla digitação através do comando “validate” do EpiData 3.1. Uma lista de erros era impressa e entregue aos digitadores para correção.

## **15. REVERSÃO DE RECUSAS**

Alguns jovens recusaram participar do acompanhamento no primeiro contato com a responsável pelos agendamentos na clínica. Portanto medidas tiveram de ser tomadas para reverter tal situação.

### **15.1. Telefonemas**

No mês de janeiro de 2012 iniciou-se o processo de tentativas de reversão de recusas. O doutorando Eduardo Machado era responsável pelo novo contato, com o auxílio de outros doutorandos (Virgílio Ramires e Inácio Crochemore), através de uma lista de nomes que haviam agendado visita na clínica, mas não haviam comparecido, ou aqueles que se recusavam participar da pesquisa. Os doutorandos ligavam para os jovens e tentavam reverter

a situação por meio de propostas como: trocar horários, agendar visita com a van da C93 ou então negociar sobre os procedimentos que despertavam medo ou desconfiança por parte dos adolescentes. Foram detectadas 127 recusas foram detectadas, sendo que para 80 dessas foi possível o contato e cerca de 10% dessas foram revertidas.

## **16. OUTRAS CIDADES**

Alguns jovens aos 18 anos estavam residindo fora da cidade de Pelotas (N=333). Para esses adolescentes era feita a proposta de agendarem a visita e eram ressarcidos com o valor gasto com passagens até Pelotas no ato da apresentação das notas fiscais. Ao todo, compareceram 132 jovens de outras cidades na C93, sendo que 40 deles realizaram apenas os questionários.

### **16.1. Entrevistas por telefone**

No primeiro dia do mês de março de 2012 deu-se início as entrevistas por telefone para jovens moradores fora de Pelotas que não puderam se deslocar até a cidade. As entrevistadoras ficavam responsáveis por entrar em contato com adolescentes para aplicar o questionário geral. O questionário confidencial e QFA eram enviados por correio convencional (com selo e envelope para devolução) ou eletrônico (via e-mail, após solicitação do/a participante). A entrevistadora, ao término da aplicação do instrumento, tentava convencer o/a jovem a visitar a clínica para realizar os exames de composição corporal.

Foram detectados 333 jovens morando fora do município, sendo que para 45 destes o questionário foi aplicado por telefone.

## **17. EQUIPE**

### **17.1. Estrutura de cargos do estudo**

A coordenação geral do Estudo de Coorte de Nascimentos de 1993 em Pelotas, RS é dos professores Cesar Victora e Fernando Barros. O acompanhamento de 2011-12 foi coordenado pelos professores Ana Maria Baptista Menezes, Helen Gonçalves, Maria Cecília

Formoso Assunção e Pedro Curi Hallal. A professora Isabel Oliveira e a psicóloga Luciana Anselmi também apoiaram todo o trabalho de campo e coordenaram a parte de coleta e processamento de sangue e dos testes psicológicos, respectivamente. A supervisão geral e coordenação do trabalho de campo ficaram a cargo da nutricionista Fernanda Mendonça, a qual contou com a colaboração da coordenação e dos doutorandos, que através de uma escala de revezamento, realizavam seus plantões diários.

## **17.2. Reuniões de trabalho**

### **17.2.1. Pesquisadores, supervisão e colaboradores**

A equipe de professores pesquisadores, supervisora, colaboradores e doutorandos tinham reuniões semanais (quinta-feira pela manhã) ou quinzenais para a discussão de estratégias de logística e busca de jovens, distribuição de tarefas e responsabilidades e atualização do trabalho de campo.

### **17.2.2. Equipe**

Ao longo do trabalho de campo, reuniões com a equipe de trabalho foram realizadas com o objetivo de informar eventuais mudanças na logística, questionários, postura etc. Em geral, as reuniões eram organizadas pela supervisora do trabalho de campo (Fernanda Mendonça).

## **17.3. Confraternizações**

Foram promovidas quatro confraternizações com toda a equipe de pesquisa. O objetivo principal desses encontros foi manter uma integração entre o grupo em um momento informal. Em dois destes encontros todos eram informados sobre o andamento do estudo e incentivados a manter o espírito de equipe.

## 18. ASPECTOS FINANCEIROS

O controle financeiro da pesquisa ficou a cargo da coordenadora Ana Maria Baptista Menezes e do administrador do Centro de Pesquisas Epidemiológicas da Universidade Federal de Pelotas, Luis Fernando Barros. A supervisora de campo informava mensalmente ao administrador o total a ser pago para cada membro da equipe. A equipe de entrevistadoras recebia salários mensais fixos, enquanto que motoboys entre outros recebiam salários de acordo com a produção. A distribuição de vales-transportes era feita pela bolsista e secretária (Deise Modesto), ocorrendo mensalmente.

## 19. QUESTÕES ÉTICAS

Alguns participantes da coorte, durante a realização da entrevista/exames ou posteriormente ao seu comparecimento na clínica do CPE, solicitavam atendimento médico com especialista por algum problema de saúde. A demanda era repassada para a supervisora do trabalho de campo a qual entrava em contato com profissionais capazes de indicar local ou profissional ou solucionar o problema. Em alguns casos, os pesquisadores também eram comunicados sobre as demandas e, sempre que possível, aceleravam o processo de consulta ou resolução do problema. Sempre que possível, os casos eram encaminhados para um atendimento gratuito e de qualidade. Foi indispensável à colaboração dos profissionais: Victor Castagno (oftalmologista), Flávio Demarco (odontólogo), Rogério Linhares (clínica médica), Eduardo Machado (clínica médica e endocrinologia), Silvana Orlandi (avaliação nutricional e dietoterapia) e Isabel Oliveira (tipagem sanguínea).

Cabe mencionar algumas decisões que foram assumidas durante o trabalho de campo em relação a alguns equipamentos de composição corporal.

### → **BodPod.**

As observações anotadas no diário de campo eram registradas em um local específico no exame de cada paciente, “*Comments*”.

Foi criada uma planilha em Excel para registrar a altura em pé coletada na sala. Era registrada a medida 1 e a medida 2. Nos casos de diferença entre as mesmas, a planilha gerava valores em vermelho, salientando a necessidade da coleta da medida 3.

## → DXA

Todos os exames realizados pelos técnicos foram avaliados pelo doutorando responsável, o qual decidiu excluir 25 exames devido a diferentes tipos de erros, dentre estes, três adolescentes tiveram suas imagens deletadas do banco de dados por apresentarem alguma má-formação física.

## → Photonic Scanner

- Tatuagens: quando os jovens apresentavam tatuagens que apareciam mesmo com o uso da roupa essa informação era anotada no programa quando se inseria o ID. O campo utilizado para essa digitação era *Street Address* (esse procedimento foi adotado na metade do trabalho de campo). Nos meses iniciais essas informações eram registradas nas planilhas de problemas no diário de campo.

- Repetição do exame: ao final da primeira aferição era anotada a circunferência da cintura do jovem fornecida pelo aparelho na planilha destinada ao uso do Photonic. Após isso, essa medida era comparada com uma segunda aferição. Nos casos em que uma diferença maior do que 10 mm ocorresse, era repetida a sequência do exame.

- Diferença na medida da panturrilha: nos últimos dois meses as responsáveis pelos exames começaram a detectar que havia muitas diferenças nas medidas da panturrilha. Assim, a partir do momento em que houve essa detecção, essas ocorrências começaram a ser anotadas no diário de campo.

- Calibragem: o Photonic Scanner é um equipamento desenvolvido para uma pequena quantidade de testes diários e o protocolo do equipamento prevê apenas uma calibração no início de cada dia, com a evolução do trabalho de campo e a existência de um intervalo entre os turnos, passou-se a realizar duas calibrações por dia, sempre que possível.

## → Antropometria.

Foram acrescentadas perguntas no PDA da antropometria sobre parto nos últimos seis meses para todas as meninas.

Nos casos dos jovens estarem com gesso no braço esquerdo onde eram feitas as medidas, as mesmas eram coletadas no braço direito e essa observação era anotada no diário de campo.



## **20. ALGUNS RESULTADOS DO TRABALHO DE CAMPO**

A seguir serão apresentados alguns dos principais resultados do trabalho de campo. Obtivemos ao final do acompanhamento um número de 4526 indivíduos localizados, dos quais 4106 realizaram os questionários e exames corporais (Tabela 1).

**Tabela 1.** Taxa de acompanhamento em 2011-12 de acordo com características do início do estudo. N=4106

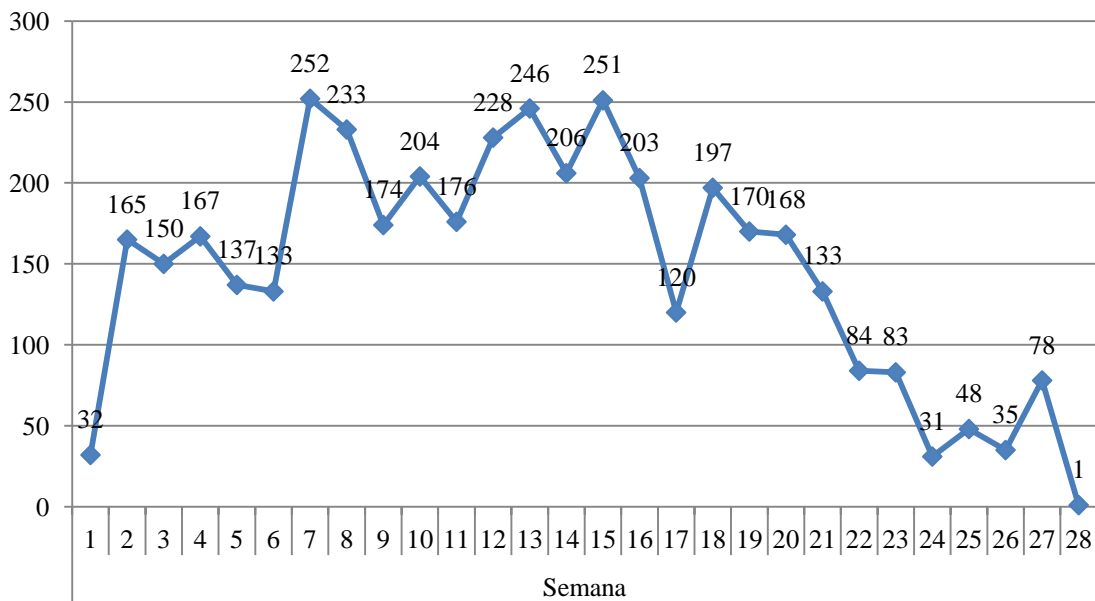
Variável	N original (1993)	N (%) de entrevistados (2012)*	Valor p**
<b>Sexo</b>	<b>5248</b>		<b>0,149</b>
Masculino	2603	2015 (77,4)	
Feminino	2645	2091 (79,1)	
<b>Renda familiar (salários)</b>	<b>5249</b>		<b>0,005</b>
≤ 1	967	731 (75,6)	
1,1 a 3,0	2260	1766 (78,1)	
3,1 a 6,0	1204	985 (81,8)	
6,1 a 10,0	433	331 (76,4)	
> 10,0	385	293 (76,1)	
<b>Escolaridade materna (anos)</b>	<b>5246</b>		<b>&lt;0,001</b>
0	134	93 (69,4)	
1 a 4	1338	1003 (75,0)	
5 a 8	2424	1961 (80,9)	
≥ 9	1350	1046 (77,5)	
<b>Peso ao nascer (g)</b>	<b>5232</b>		<b>&lt;0,001</b>
< 2500	510	369 (72,4)	
2500 a 3499	3361	2615 (77,8)	
≥ 3500	1361	1115 (81,9)	
<b>Idade gestacional (semanas)</b>	<b>5171</b>		<b>&lt;0,001</b>
< 37	589	430 (73,0)	
≥ 37	4582	3632 (79,3)	
<b>Peso/comprimento (escore z)</b>	<b>4947</b>		<b>0,555</b>
< -2	179	136 (76,0)	
Entre -2 e +2	4572	3627 (79,3)	
> +2	196	155 (79,1)	
<b>Comprimento/idade (escore z)</b>	<b>5118</b>		<b>0,006</b>
< -2	551	414 (75,1)	
Entre -2 e +2	4509	3571 (79,2)	
> +2	58	53 (91,4)	
<b>Peso/idade (escore z)</b>	<b>5189</b>		<b>&lt;0,001</b>
< -2	448	319 (71,2)	
Entre -2 e +2	4679	3693 (78,9)	
> +2	62	56 (90,3)	
<b>Total</b>	<b>5249</b>	<b>4106 (78,2)</b>	<b>-</b>

\* Aqueles que haviam morrido foram considerados como sendo encontrados (n=163)

\*\* Teste qui-quadrado.

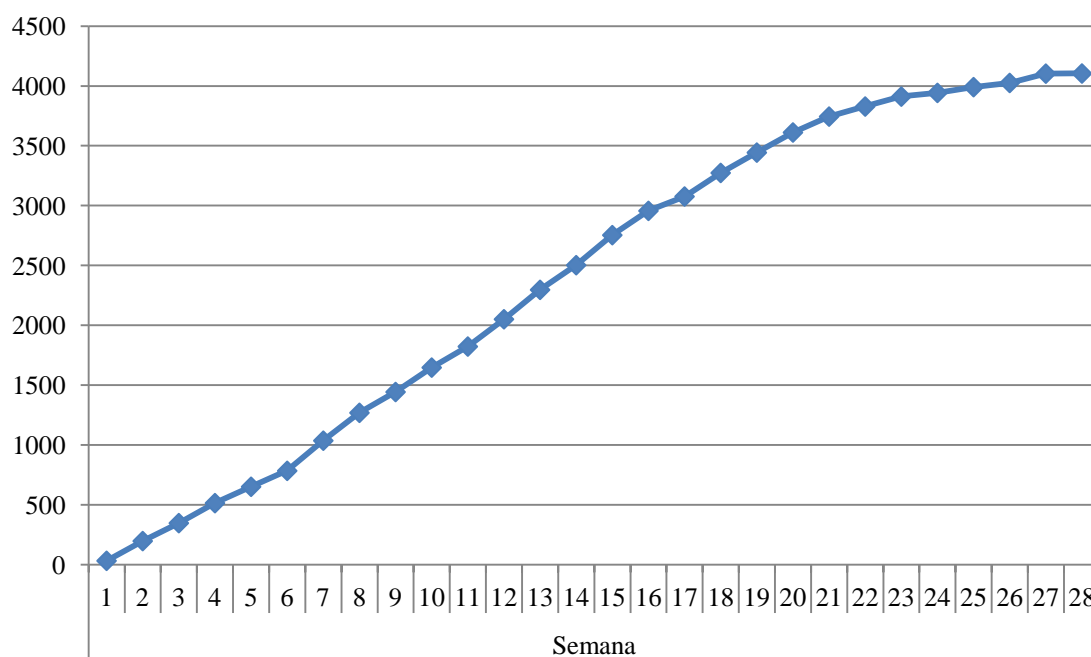
## Panorama geral do andamento do acompanhamento:

### 1 - Número de entrevistas por semana



Na semana um observa-se um número menor de jovens comparecendo na CC93 devido ao agendamento ter sido programado para tal. Era a semana de adaptação dos entrevistadores e a logística ainda estava sendo observada. A partir da semana dois houve um aumento importante no número de atendimentos. Houve declínio nas últimas cinco semanas de acompanhamento, quando os jovens procurados eram aqueles que já tinham sido agendados e até mesmo visitados em outras ocasiões e não tinha sido possível a entrevista e realização de exames corporais.

## 2 – Entrevistas + exames (cumulativo)



O trabalho de campo teve duração de 28 semanas. Em algumas delas o trabalho foi interrompido por feriados e em outras o trabalho era estendido aos sábados e domingos.

## 21. PERCENTUAIS DE LOCALIZAÇÃO, PERDAS E RECUSAS

Das 5249 crianças nascidas vivas em 1993, 163 foram detectadas como óbitos (até abril de 2012). Dentre os 5086 restantes, 4563 foram localizados durante o acompanhamento, sendo que destes, 4106 foram entrevistados e 4130 realizaram no mínimo um procedimento na CC93. Dessa maneira, optou-se por considerar no acompanhamento aqueles indivíduos que completaram as entrevistas, os quais, somados aos óbitos, representaram um percentual de 81,3% de acompanhados.

Foram identificados 333 jovens residindo fora de Pelotas. Dessa forma, foi realizado contato telefônico com a grande parcela destes jovens. Por motivo deste contato foi possível que 87 adolescentes fossem até a CC93 para responder aos questionários e realizar os exames corporais. Também foram feitas 49 entrevistas telefônicas e os jovens apesar de terem sido

convidados a comparecerem na CC93 para realizarem os exames corporais, a maioria não compareceu.

Dos adolescentes localizados aos 18 anos de idade, 127 (2,3%) deles recusaram-se a participar do estudo e 330 (7,2%), sendo 196 foram de Pelotas, foram considerados como perdas, e mesmo após várias tentativas para que participassem, eles não compareceram à CC93.

## 22. SUGESTÕES PARA O PRÓXIMO ACOMPANHAMENTO

Anteriormente ao término do trabalho de campo, a professora Helen Gonçalves reuniu a equipe de entrevistadoras para uma conversa geral sobre as “dificuldades” enfrentadas por elas em relação às questões durante as entrevistas com os jovens. Foi relatado o seguinte:

→ **Questão 81.** Fonte de renda e mesada: Os jovens não compreendem e respondem sobre a última palavra que escutam: mesada. Além disso, as entrevistadoras relataram que em muitos casos os jovens não sabem informar a renda dos pais. Eles omitem valores ou, então, dizem que não sabem responder - nem aproximadamente o que seria o valor. Outro fator complicador é falar compreender o que significa “mensal bruto”, os jovens não sabem do que se trata. Em ambas as situações as entrevistadoras ajudam os adolescentes, com exemplos, para que eles pudessem responder adequadamente.

→ **Questão 93.** A renda referente à aposentadoria é confundida com outra pergunta que aparecia adiante sobre “outra fonte de renda”.

As entrevistadoras tinham a mesma postura descrita no item anterior.

→ **Escalas (Q99 a Q103).** Na escala de faces era necessária uma explicação maior do que a instrução lida para que os entrevistados a utilizassem para responder. Os jovens tendiam a responder: “Sim/Não”. Isso também foi observado em relação à Escala de Felicidade.

→ **Trabalho (Q140 a Q152).** As questões que faziam menção ao ano passado (“*desde mês do ano passado*”) nem sempre eram de fácil compreensão para os adolescentes. Exemplo: o jovem começou a trabalhar em outro mês do ano passado que não o dito pela entrevistadora,

então ele respondia “não” para trabalho no último ano. Em uma próxima questão isso ficava claro e a entrevistadora precisava retornar na questão sobre trabalho no último ano para arrumar a falha. Isso exigia muita atenção por parte da entrevistadora para que a informação não fosse perdida. Questões com período recordatório mereceram maior atenção por parte das entrevistadoras.

A pergunta 145, sobre ser *bolsista* gerou dúvidas. As entrevistadoras e os jovens tiveram dúvidas se ela deveria ser considerada. As anotações nos diários foram importantes nesta questão.

→ **Questões sobre atividade física (Q227 a Q236).** As entrevistadoras observaram que os jovens quando chegavam neste bloco de perguntas, sentiam-se cansados. Assim, notavam que muitos respondiam tempos absurdos e incoerentes. Por exemplo, 20 horas de atividade física em um dia. Os jovens “trocam” suas respostas quando a entrevistadora “lembrava-os” que o dia tem 24 horas.

Neste mesmo bloco, as entrevistadoras observaram que as instruções gerais que antecediam as questões estavam distantes das mesmas, exemplo: era dada a definição de atividade física forte, mas a pergunta só era feita após outras instruções e duas questões.

O termo “tempo livre” era comumente confundido com deslocamento/caminhadas, logo os adolescentes referiam o mesmo tempo para ambas as atividades.

Havia ainda certa confusão, por parte dos jovens, sobre o que era uma atividade física forte e uma atividade física média.

Atentas ao instrumento, as entrevistadoras diminuíaam o ritmo de aplicação e checavam as informações dadas pelos adolescentes.

→ **Corticóides (Q266 a Q268).** As entrevistadoras precisavam explicar sobre o que era a medicação para os jovens quem não a utilizavam. Uma sugestão seria inserir uma explicação do que é o medicamento com corticóide antes de realizar a pergunta.

→ **Questão 357.** Foi sugerido que as opções de resposta desta questão fossem impressas para que as entrevistadoras não necessitem ler, facilitando a interação. Ainda, a palavra “mensalmente” não era facilmente compreendida pelos jovens e uma breve explicação geralmente era necessária.

Por perceberem as dificuldades de vários adolescentes, as entrevistadoras explicavam a diferença da frequência lida.

→ **Questão 359.** Houve contradições nas respostas sobre álcool. Os jovens tiveram dificuldade para compreender as frequências “semanalmente”, “mensalmente”, etc. Quando as entrevistas foram realizadas em casa e respondidas na presença de um, as entrevistadas notavam o constrangimento e sentiam que os jovens pudessem omitir informações.

→ **Saúde Bucal (Q421 a Q450).** Neste bloco muitos adolescentes não sabiam quantos dentes possuíam. Havia casos que o jovem sem ter tido o dente siso o incluía na contagem.

Como o bloco era aplicado com a ajuda de uma figura da arcada dentária, as entrevistadoras ajudavam os entrevistados a contar o número de dentes. Este procedimento impediu que muitos jovens mantivessem sua resposta como “não sei”.

→ **Questão 390.** Os jovens relatavam o consumo dos alimentos não necessariamente industrializados. Em alguns casos a entrevistadora percebia e enfatizava as palavras “congelados” e “industrializados”.

→ **Ganho ou perda de peso (Q393 e Q394).** Nos casos em que o jovem relatava usar métodos tanto para perder (massa gorda) quanto para ganhar peso (massa magra) a entrevistadora ficava em dúvida sobre como proceder.

A equipe da acelerometria também foram apontou algumas sugestões.

→ **Acelerometria.**

A equipe da acelerometria deve ser composta por um monitor que seja responsável pela carga, preparação e download dos dados dos aparelhos e que também permaneça nos dois turnos de trabalho no Centro de Pesquisas.

É necessária a contratação de dois ou três motoqueiros para realização das coletas dos aparelhos no local combinado com o jovem.

Não colocar acelerômetro em moradores de outras cidades devido a dificuldade para a coleta do aparelho. Neste acompanhamento não foi entregue acelerômetro para moradores fora de Pelotas.

Evitar a colocação do monitor no domicílio (neste acompanhamento as pendências foram feitas na casa do adolescente).

Existência de um número de celular especificamente para atender as demandas e/ou dúvidas dos usuários.

É importante que os capacetes dos motoqueiros sejam identificados para facilitar o encontro com os jovens.

É necessário um “Backup” semanal dos dados para um HD externo.



## **Artigos**

# **Artigo 1**

Aceito para publicação no *Jornal of Physical Activity & Health* (JPAH), com previsão de publicação em setembro de 2015.

**LONGITUDINAL ASSOCIATION BETWEEN PHYSICAL ACTIVITY AND BODY  
FAT DURING ADOLESCENCE: A SYSTEMATIC REVIEW**

Physical activity and body fat in adolescence: Systematic review

Virgílio Viana Ramires<sup>1</sup>

Samuel Carvalho Dumith<sup>2</sup>

Fernando Cesar Wehrmeister<sup>1</sup>

Helen Gonçalves<sup>1</sup>

**1** - Postgraduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil.

**2** – Postgraduate Program on Public Health, Federal University of Rio Grande, Rio Grande, Brazil.

**ADDRESS FOR CORRESPONDENCE**

**Street:** Marechal Deodoro, 1160 - third floor

**Neighborhood:** Centro

**Zip Code:** 96020-220

**City:** Pelotas

**State:** Rio Grande do Sul

**Country:** Brasil

**E-mail:** [virgiloramires@hotmail.com](mailto:virgiloramires@hotmail.com)

## **ABSTRACT**

Physical activity (PA) practice has been inversely associated to body fat (BF) and recommended as a way to reduce and prevent obesity. The objective of this study was to conduct a systematic review on the association of PA and BF in adolescence. The review includes 18 longitudinal studies found in PubMed database, comprising papers published from January 1990 to July 2014. Studies assessing BF only through body mass index (BMI) were excluded. Among the outcomes analyzed, waist circumference, skinfolds, and absolute and relative fat mass measurement were identified. Questionnaires were the way more predominant to evaluate PA. Most studies showed that PA promotes a protective effect against a higher BF gain. It was concluded that: PA has a protective effect against BF with differences between the genders and according to the BF marker or measurement assessed; higher intensity PA leads to a greater effect against BF gain in both genders; and the maintenance or increase of PA level on BF observed through analysis of change in PA level yielded more consistent findings in the relation between PA and BF.

**Keywords:** adolescents, motor activity, body fat, longitudinal studies.

## INTRODUCTION

Overweight in the world population has quickly expanded over the last three decades.<sup>[1, 2]</sup> When overweight onsets in childhood and adolescence, it tends to remain throughout adult life <sup>[3, 4]</sup> and increases the risk of development of chronic degenerative diseases and early death.<sup>[5-8]</sup> Data from surveys carried out in European and American countries <sup>[9-11]</sup> point to an important evolution of the percentage of overweight and obese adolescents. In countries such as Brazil and the United States, for instance, which have different cultures and economies, obesity prevalence in adolescents between 10 and 19 years old increased from 1.3% to 5% and from 11.0% to 18.0%, respectively, between the late 1980s and 2008.<sup>[9, 10]</sup>

Adolescence, is characterized by a dynamic development marked by quick physical changes, among others, such as body size, shape, and composition.<sup>[12]</sup> In this context, with the purpose of obtaining information to support the planning of actions to control the increase in the prevalence and incidence of obesity among adolescents, it is important follow the development of body composition in this population, especially in relation to its major components, fat mass (FM), lean mass (LM) and bone mineral density (BMD) as well as the factors that are related to them. Several factors are known to affect the development of the main components of body composition (bone, muscle and fat), such as hereditary, social, environmental, cognitive and lifestyle. Among the lifestyles, physical activity (PA) has been strongly associated with body composition.<sup>[2, 13]</sup>

Many studies have pointed out that PA practice has a protective effect against weight gain and BF.<sup>[14-16]</sup> Given this fact, PA practice has been a common and important recommendation to minimize negative effects of BF on health and to help maintaining weight.<sup>[17-19]</sup> Nevertheless, even with a vast literature, there is no consensus regarding the

longitudinal relation between PA and BF.<sup>[20, 21]</sup> Among many questions about how PA could affect BF are the type of PA (leisure, commuting, household, and occupational), its frequency, duration, and intensity in the various combinations are able to promote effects at different levels to maintain or reduce BF.<sup>[22, 23]</sup>

Several researches with adolescents using different designs have been carried out aiming to clarify the effects of PA practice on body composition and, particularly, BF.<sup>[24-28]</sup> Cross-sectional studies report that more active adolescents have lower BF levels.<sup>[14, 25, 29-32]</sup> Experimental studies have similar findings, but they have mostly been carried out with obese adolescents who were assessed over a short period of time (weeks and/or months).<sup>[27, 33, 34]</sup> Many of the longitudinal cohort studies with this age group have used BMI as an outcome to classify the nutritional status and point out that those who are more active have lower BMI values.<sup>[35-37]</sup> However, using BMI as a body composition indicator may lead to severe classification errors since subjects considered overweight or obese may have large bone or muscle mass.<sup>[38, 39]</sup>

Body composition can be accessed through several measurements and methods. Anthropometric measure such as BMI is the measure more widely used to assess body composition. However, there is the possibility of erroneously classifying subjects' BF amount.<sup>[38-40]</sup> Some anthropometric measurements, as is the case of skinfolds (SF), waist circumference (WC) are of easily measure and less expensive and could provide reasonable information about the amount of BF. Further, SF may be used to provide the FM% estimated through of equations.<sup>[41]</sup> Measures of the FM e LM provide more accurate information about absolute and relative amount of BF. Nevertheless, their methods of measure are very expensive and still little used in studies on large populations given their high costs and logistic difficulties.<sup>[41, 42]</sup>

The present study consists of a systematic review aiming to compile and examine findings from observational longitudinal studies which have investigated the relationship between PA practice and its effect on BF during adolescence. The paper's hypothesis is that maintained high levels of PA practice are inversely related to BF, especially when more accurate measures of BF are used.

## **METHODS**

This systematic literature review was carried out on the PubMed/Medline electronic database. The electronic search used four types of combinations. The *Boolean* operator "OR" was used between the descriptors of each group and the operator "AND," between the groups. In the first group, the following descriptors referring to the outcome of interest were: obese; obesity; fatness; adiposity; body fat; body composition; body weight; overweight; body mass index; fat mass; free fat mass; lean mass. The second group of descriptors referred to the exposure investigated: physical activity; inactivity; sports; exercise; motor activity. In the third group, the descriptors referring to the population of interest were included: adolescent; adolescence; young; youth; teenager; teenage; children; childhood; lifespan. Terms referring to the type of study such as: longitudinal; cohort; prospective; panel; follow-up; long term; trajectory, made up the fourth group of the descriptors.

The following items were considered to meet the inclusion criteria of this review: observational studies with cohort design and longitudinal analyses published between January 1990 and July, 2014; papers in which the exposure (PA practice) and outcome (BF) were collected during adolescence; researches assessing BF by measuring total fat aspects such as LM and FM% or regional fat indicators such as SF and WC. In studies that followed the subjects from childhood to adulthood, only the adolescence period was considered (10 to 19 years old). The period chosen justified itself as it is the time when the highest changes in

terms of body composition during adolescence take place.<sup>[12, 43]</sup> The following exclusion criteria were considered in this review: (i) assessing BF only through BMI; (ii) cross-sectional, experimental, or case-control design; (iii) considering only PA performed in physical education class; and (iv) review papers, thesis and dissertations, and non-published papers.

The article search and selection processes were carried out by the first author. However, when there was doubt about whether the papers met the eligibility criteria, the other authors were inquired about including or excluding such papers. In three pairs of studies the same sample was used providing information about the relationship between PA and BF (Bélanger and Barnett<sup>[51, 52]</sup>, Hallal and Martinez-Gomez<sup>[61, 62]</sup>, Stevens and Cohen<sup>[54, 59]</sup>). We chose to keep all researches as they used different outcomes, types of analysis or way of measuring BF. The process of identification, screening, eligibility and included of articles are described in Figure 1. The current manuscript was written based on the guidelines of the Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses (PRISMA) Statement.<sup>[44]</sup>

## RESULTS

The description of the studies included in this review is shown in Table 1. Over the period revised, it was found that all studies were published after 2005. Most studies (N=16) were carried out in high-income countries, six of which in Europe<sup>[45-50]</sup> and ten in North America<sup>[51-60]</sup>, being six in the United States.<sup>[54-57, 59, 60]</sup> Only two studies were carried out in an average- and low-income country (Brazil), in South America.<sup>[61, 62]</sup> Sample size greatly varied, with a minimum number of 201 and maximum of 4,150 subjects (mean=1,075 and median=674). Five studies assessed only female adolescents. In baseline the studies included subjects between 8 and 14 years old (mean=11,2 and median=12 years). In endline ages



assessed ranged between 12 and 20 years old (mean=16,5 and median=17 years old). The follow-up periods between baseline and endline ranged from 2 to 9 years (mean and median=5,0 years). A predominance of questionnaires to measure PA practice was observed (N=11).<sup>[46-48, 50-52, 55, 56, 58, 61, 62]</sup> Objective PA measurement using accelerometers was identified in eight studies.<sup>[45, 49, 53, 54, 57, 59-61]</sup> In twelve studies, the researchers measured total PA<sup>[49, 51-61]</sup> while in four, only leisure PA was considered.<sup>[46-48, 50]</sup> In two studies active commuting was considered.<sup>[45, 62]</sup> Other characteristics and main results of the 18 studies included in this review are summarized in Table 2 according to the type of outcome assessment.

The relation between PA practice and BF measured through anthropometric methods was identified in ten studies.<sup>[45-48, 52, 53, 56, 60-62]</sup> Among the BF markers used, WC appeared in six studies<sup>[45-47, 52, 53, 62]</sup> and SF in eight.<sup>[45-48, 52, 56, 60, 61]</sup> In the study by Stevens et al. (2007)<sup>[59]</sup> the researchers measured triceps SF and the nutritional state, i.e., BMI, to predict the percentage of total BF through an equation. Further, measures of FM and FM% were also the methods used to evaluate BF. Five studies measured the FM, four by using DXA, which provides absolute or relative fat mass (FM) and lean mass (LM).<sup>[49, 57, 58, 62]</sup> One study evaluated FM through of isotope dilution (deuterium),<sup>[61]</sup> which assesses total body water and enables estimating FM from the difference between LM and total weight. In six, the FM% was the measurement of BF, with three studies using electric bioimpedance,<sup>[47, 54, 55]</sup> which estimates total body water and predicts %BF through gender- and age-group-specific equations, two equations predictive<sup>[51, 59]</sup> e one DXA.<sup>[50]</sup>

Three forms of longitudinal analysis of the relation between PA and BF were identified among the studies: (1) effect of PA measured at baseline on BF at endline (predictive analyses) was used in eight studies,<sup>[53, 54, 46-49, 60, 61]</sup> (2) change in PA level during adolescence and its association with BF measured at endline was assessed in eleven

studies;<sup>[45, 47, 50-52, 55-59, 62]</sup> and (3) relation between change in PA level and change in BF used in one study.<sup>[49]</sup>

Amongst the predictive studies, five assessed BF through SF<sup>[46-48, 60, 61]</sup>, three measured the WC<sup>[46, 47, 53]</sup>, two FM<sup>[49, 61]</sup> and two FM%.<sup>[47, 54]</sup> In general, they did not find any association between PA and SF or WC to both sexes. However, Carson et al. (2014)<sup>[53]</sup> found that boys with higher level of vigorous PA had lower measures of WC. Unlike to what was expected, Freitas et al. (2012)<sup>[46]</sup> and Kettaneh et al. (2005)<sup>[47]</sup> found that high level of PA predicts a higher average skinfold sum (SFS) in females. Yet, Kettaneh et al. (2005)<sup>[47]</sup>, found the same results for WC. The predictive analysis of the relation between PA and BF measured by more precise methods was assessed in four studies. Two of them analyzed the effects of PA on FM<sup>[49, 61]</sup> and two, on FM%.<sup>[47, 54]</sup> In the study by Cohen et al. (2014)<sup>[54]</sup>, an inverse relationship between vigorous PA practiced at 13 years old and %BF at 18 years old was observed in female adolescents. Same results were found by Riddoch et al. (2009)<sup>[49]</sup>, for male and female adolescents to check the effects of total PA and moderate to vigorous physical activity (MVPA) at 12 years old on FM at 14 years old, with a greater magnitude of the effect for MVPA. The only study on the relation between PA and %BF presents opposite results: girls who were more active in leisure at 13 years old had higher average of %BF at 15 years old.<sup>[47]</sup>

Change in PA levels between baseline and endline and their effects on BF was assessed in four studies by SF<sup>[45, 47, 52, 56]</sup>, in four by WC,<sup>[45, 47, 52, 62]</sup> in four studies by FM,<sup>[49, 57, 58, 62]</sup> and in five studies using FM%.<sup>[47, 50, 51, 55, 59]</sup> Even using a kind of more robust analysis the BF markers SF and WC still presents lower association with PA. However, some interesting results were found. Martinez-Gomez et al. (2014)<sup>[62]</sup>, who studied the relationship between WC and the change in active commuting from 11 to 18 years old in boys and girls, found inverse association only for boys. Also considering the change in PA level, but only for

vigorous PA, Kettaneh et al. (2005)<sup>[47]</sup>, found that boys who increased their levels of vigorous PA had the lowest mean SFS compared to those whose PA levels decreased. The study by Bélanger et al. (2011)<sup>[52]</sup>, which assessed adolescents of both genders, reported that girls with the greatest variation in the number of weekly MVPA sessions between 12 and 17 years old had the lowest mean subscapular and triceps SF and WC at 17 years old. Also, girls who maintained a high leisure MVPA level had the lowest mean WC when compared to those whose PA levels decreased. Amongst the studies using FM and FM% as measure of BF, the results were more consistent, especially for FM in boys, once all studies found inverse association between FM<sup>[49, 57, 58, 62]</sup> and PA and FM% in girls, who had the PA practice inversely related to FM% in all five studies.<sup>[47, 50, 51, 55, 59]</sup>

Analysis of the relationship between change in PA level and change in BF was identified for only one study which demonstrated an inverse association between increase in total PA (100 more counts per minute) and in MVPA (15 minutes more per day) from 12 to 14 years old and the percentage of FM change over the same period in adolescents of both genders. The magnitude of the effect found for MVPA was greater than the one of total PA.<sup>[49]</sup>

## **DISCUSSION**

PA practice in adolescence promotes some protective effect against a higher BF gain. This effect was related to the different BF development and distribution in girls and boys during this period of their lives. PA practice in adolescence may have a protective effect regarding the maintenance, slowing down, or reduction in BF, but the response of BF markers and of BF itself are conditioned to how they develop and may be modified by PA practice. When BF was assessed by more precise measurements, the total BF, such as FM or FM%, was inversely associated with PA in boys and FM% in girls. Further, among the studies

included in this review, it was possible to identify that PA practice with heavier intensity had a greater inverse effect on BF.<sup>[45, 47, 49-51, 53-59, 62]</sup> Also, the longitudinal PA practice analysis model (change or prediction) presented an influence in the results, including most studies which used the prediction model did not find any association or found positive association between PA and BF.<sup>[46-48, 61]</sup>

The physical activity practice has been recommended for maintenance or reduction of the weight and BF.<sup>[63, 64]</sup> However many questions remain open about which amount or intensity is more adequate to promote effect on weight and BF.<sup>[20, 21]</sup> Some studies suggest that large amount of the PA is capable to promote stability or decrease in weight and BF.<sup>[27, 65]</sup> On the other hand, researchers found that PA in high intensity is more important in order to maintain or reduce weight and BF.<sup>[25, 31, 66-68]</sup> In this review, the studies which considered MVPA<sup>[45, 49, 50, 55-59, 62]</sup> or vigorous PA<sup>[51, 53, 54, 47]</sup> show results that PA at high intensity is more effective in order to maintain or decrease the BF during adolescence. The main reason for this might be the fact that in general, PA practice in higher intensity promotes larger energy costs and increase the amount of the lean mass, rising the energy expenditure during and after the PA practice<sup>[20, 69-73]</sup>.

The differences verified in the relationship between PA and BF among adolescents is strongly connected to the specific development of each gender in this period. The main body change characteristic of this period is the gain of body mass, despite of the increase in LM and FM, process that occur in different ways between boys and girls. Boys gain LM in more amount than girls that gain more amount of FM in the same period.<sup>[74, 75, 12]</sup> Thus, the effect of PA on BF might be affected by this relationship. As an example of this situation, we have the relationship between PA and FM%. For being a relative measure of the FM – relation between total body mass and FM – changes in LM might result in the decrease of the FM%, even without modifications in FM component.<sup>[39, 76]</sup> This might be observed especially in

females, whom might gain more amount of LM through PA practice, especially of vigorous intensity. As a result, it was possible to observe in this review, PA and FM% showed an inverse association mainly among females.<sup>[50]</sup> Other main characteristic of the body development during adolescence that presents strong sexual dimorphism is the higher gain of LM by boys.<sup>[12]</sup> Once they naturally gain more amount of LM and generally spend more time with PA of vigorous intensity <sup>[25, 31, 66]</sup> we hope that the development of BF is slower. This relationship may be clearly observed on studies included in this review, as among those that verify the association between PA and FM most found an inverse association for boys, especially when the maintenance of the PA practice of higher intensity was considered.<sup>[49, 57, 58, 62]</sup>

Similarly to LM and FM, SF also presents the development related to sex. Among boys, the natural process of the development during this period is the maintenance or decrease of SF thickness while in girls there is a constant increase of thickness.<sup>[77-80]</sup> Thus, we believe that the effect of PA practice on SF is more easily observed in girls, since in boys the decrease in SF makes part of growth process. In this review, among the eight studies that verified the effects of PA on SF, only one found an inverse relationship for boys. For girls, it seems that this relationship is not well defined, once many found inverse associations <sup>[52, 56, 60]</sup> and others direct associations <sup>[46, 47]</sup> between PA and SF.

Studies which assessed the change in PA level over adolescence and considered the relation between the PA trajectory and BF have more and better controlled information regarding the variation in PA over time<sup>[81]</sup>. In this review, most studies that developed this type of analysis found an inverse association between PA and BF for at least boys and/or girls.<sup>[47, 50-52, 55-59, 62]</sup> On the other hand, when PA was analyzed as a predictor, most did not find an inverse association with BF <sup>[46, 48, 61]</sup> and, unlike to what was expected, two studies found a positive relation between PA and BF for females.<sup>[46, 47]</sup> The likely explanation is the

fact that this method did not take into account a series of events that happen in the period between the measure of exposure and outcome which may affect this relationship<sup>[81]</sup>, i.e. one individual who was identified as active in baseline might be inactive in endline and conversely, especially in studies with longer intervals between baseline and endline points. Further, the adaptation and maintenance of the effects of PA practice on weight and BF occurs on a long term. Thus, the suspension in PA practice results in loss of its benefits.<sup>[82]</sup>

Taking into account only the relation between PA practice and BF measured by methods that represent the total BF, absolute or relative, we verified that the associations were more consistent than those found in studies that measured BF with anthropometric methods, such as SF and WC, particularly between those that assessed the change in PA level. This was observed in spite of the heterogeneous methodologies regarding the sampling process, exposures, analysis model and ages, which impairs comparisons and generalization of the relations investigated. Regarding PA measurement, although the accelerometer provides a more precise measure of total PA and its intensities, it was found that the most important aspect observed in the associations was the qualification of PA intensity, independently of how PA was measured (by questionnaire or accelerometer), and it was also stronger in those studies that assessed changes in PA levels.

New studies on the effects of PA on BF will find more clearly and precisely the relation between PA practice and BF during adolescence if they use measures of BF that represent more precisely the total BF, such as FM or FM% and measures of PA level which allow to obtain the levels of different intensity of PA, such as light, moderate and vigorous. Other relevant methodology aspects to be considered in longitudinal studies are: including subjects specifically in adolescence, having more than one PA practice measurement during the follow-up period, and expressing and analyzing the PA variables preferably taking into account the change in PA level during the periods assessed.

There are a few aspects in this review which may be considered as limitations to the article and are discussed as follows. The fact that the review was carried out by only one of the author might have caused a selection bias. However, when a doubt emerged regarding inclusion or exclusion of any article, the other authors were consulted in order to take a decision. In addition, searches carried out by only one author had already been conducted in other studies without compromising the quality.<sup>[83]</sup> The fact that the search was conducted only in Pubmed may be another limitation regarding the scope of the search. However, we understand that Pubmed represents one of the largest dataset of published articles in health developed around the world and includes abstracts for the majority of recent records. Furthermore, it also encompasses a considerable amount of other datasets. Thus, we believe that the search in this dataset in addition to the inspection of the references of selected articles would return the total of published articles selected for the period. Besides, publications regarding cohort longitudinal studies are scarce especially in low and middle-income countries. The decision for not carrying out a search using grey literature was done based on two assumptions: 1) the search process is logistically complicated and demands time as not published data may be only obtained by contacting the authors; 2) the fact that this kind of search does not allow to establish the existing amount to be found and does not ensure maximal scope. Thus, we have chosen to consider only published data which are available either in datasets or in easily accessed online journals. The last aspect to consider as a possible limitation of this review is the potential language bias. However, the database PubMed/Medline includes abstracts and articles in all areas of health around the world. In addition, studies published in other languages usually come with abstracts written in English and no situation such as this was identified in our review process. Thus, we believe that the language bias has no relevance to this review.

The main conclusions of this systematic review are: (1) PA practice has a protective effect on BF, (2) PA practice at higher intensities promotes a greater protector effect on BF in both sex, (3) the relation between PA and BF is influenced by the way BF develops and is distributed between the genders during adolescence, and (4) the longitudinal analysis models that consider changes in PA levels throughout adolescence are more appropriate to establish a relation between PA practice and BF than those that analyzed PA only at the baseline.



## REFERENCES

1. Ebbeling CB, Pawlak DB, Ludwig DS. Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet*. 2002;360(9331):473-82.
2. Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev*. 2004;5 Suppl 1:4-104.
3. Deshmukh-Taskar P, Nicklas TA, Morales M, Yang SJ, Zakeri I, Berenson GS. Tracking of overweight status from childhood to young adulthood: the Bogalusa Heart Study. *Eur J Clin Nutr*. 2006;60(1):48-57.
4. Gordon-Larsen P, Adair LS, Nelson MC, Popkin BM. Five-year obesity incidence in the transition period between adolescence and adulthood: the National Longitudinal Study of Adolescent Health. *Am J Clin Nutr*. 2004;80(3):569-75.
5. Baker JL, Olsen LW, Sorensen TI. Childhood body-mass index and the risk of coronary heart disease in adulthood. *N Engl J Med*. 2007;357(23):2329-37.
6. Bibbins-Domingo K, Coxson P, Pletcher MJ, Lightwood J, Goldman L. Adolescent overweight and future adult coronary heart disease. *N Engl J Med*. 2007;357(23):2371-9.
7. Bjorge T, Engeland A, Tverdal A, Smith GD. Body mass index in adolescence in relation to cause-specific mortality: a follow-up of 230,000 Norwegian adolescents. *Am J Epidemiol*. 2008;168(1):30-7.
8. Reilly JJ, Kelly J. Long-term impact of overweight and obesity in childhood and adolescence on morbidity and premature mortality in adulthood: systematic review. *Int J Obes (Lond)*. 2011;35(7):891-8.
9. IBGE. Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009 : antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil Rio de Janeiro 2010.
10. Ogden CL, Carroll MD. Prevalence of obesity among children and adolescents: United States, trends 1963-1965 through 2007-2008. NCHS Health E-Stat June 2010. In: *Surveys DoHaNE*, editor. 2010.
11. WHO. Health Behaviours in School-Age Children (HBSC) Study: International Report from the 2009-2010 Survey. 2011.
12. Rogol AD, Roemmich JN, Clark PA. Growth at puberty. *J Adolesc Health*. 2002;31(6 Suppl):192-200.
13. Pate RR, O'Neill JR, Liese AD, Janz KF, Granberg EM, Colabianchi N et al. Factors associated with development of excessive fatness in children and adolescents: a review of prospective studies. *Obes Rev*. 2013;14(8):645-58.
14. Ekelund U, Neovius M, Linne Y, Brage S, Wareham NJ, Rossner S. Associations between physical activity and fat mass in adolescents: the Stockholm Weight Development Study. *Am J Clin Nutr*. 2005;81(2):355-60.

15. Hankinson AL, Daviglius ML, Bouchard C, Carnethon M, Lewis CE, Schreiner PJ et al. Maintaining a high physical activity level over 20 years and weight gain. *JAMA*. 2010;304(23):2603-10.
16. Jakicic JM. The role of physical activity in prevention and treatment of body weight gain in adults. *J Nutr*. 2002;132(12):3826S-9S.
17. ACSM. Appropriate Intervention Strategies for Weight Loss and Prevention of Weight Regain for Adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2001;33(12):2145-56.
18. USDHHS USDoHaHS-. Physical Activity Guidelines Advisory Committee. *Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report*, 2008. Washington, D.C.2008.
19. WHO WHO-. Global Recommendations on Physical Activity for Health. Geneva2010.
20. Blair SN, LaMonte MJ, Nichaman MZ. The evolution of physical activity recommendations: how much is enough? *Am J Clin Nutr*. 2004;79(5):913S-20S.
21. Jakicic JM, Otto AD. Physical activity considerations for the treatment and prevention of obesity. *Am J Clin Nutr*. 2005;82(1 Suppl):226S-9S.
22. Laguna M, Ruiz JR, Lara MT, Aznar S. Recommended levels of physical activity to avoid adiposity in Spanish children. *Pediatr Obes*. 2013;8(1):62-9.
23. Parikh T, Stratton G. Influence of intensity of physical activity on adiposity and cardiorespiratory fitness in 5-18 year olds. *Sports Med*. 2011;41(6):477-88.
24. Cleland VJ, Dwyer T, Venn AJ. Physical activity and healthy weight maintenance from childhood to adulthood. *Obesity (Silver Spring)*. 2008;16(6):1427-33.
25. Ness AR, Leary SD, Mattocks C, Blair SN, Reilly JJ, Wells J et al. Objectively measured physical activity and fat mass in a large cohort of children. *PLoS Med*. 2007;4(3):e97.
26. Ortega FB, Ruiz JR, Sjostrom M. Physical activity, overweight and central adiposity in Swedish children and adolescents: the European Youth Heart Study. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2007;4:61.
27. Slentz CA, Duscha BD, Johnson JL, Ketchum K, Aiken LB, Samsa GP et al. Effects of the amount of exercise on body weight, body composition, and measures of central obesity: STRRIDE--a randomized controlled study. *Arch Intern Med*. 2004;164(1):31-9.
28. Yang X, Telama R, Viikari J, Raitakari OT. Risk of obesity in relation to physical activity tracking from youth to adulthood. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(5):919-25.
29. Lohman TG, Ring K, Schmitz KH, Treuth MS, Loftin M, Yang S et al. Associations of body size and composition with physical activity in adolescent girls. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(6):1175-81.
30. Patrick K, Norman GJ, Calfas KJ, Sallis JF, Zabinski MF, Rupp J et al. Diet, physical activity, and sedentary behaviors as risk factors for overweight in adolescence. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2004;158(4):385-90.

31. Reichert FF, Menezes AMB, Hallal PC, Ekelund U, Wells JCK. Objectively measured physical activity and body composition indices in Brazilian adolescents. *Brazilian Journal of Physical Activity and Health*. 2012;17(6):573-84.
32. Rizzo NS, Ruiz JR, Oja L, Veidebaum T, Sjostrom M. Associations between physical activity, body fat, and insulin resistance (homeostasis model assessment) in adolescents: the European Youth Heart Study. *Am J Clin Nutr*. 2008;87(3):586-92.
33. Eliakim A, Makowski GS, Brasel JA, Cooper DM. Adiposity, lipid levels, and brief endurance training in nonobese adolescent males. *Int J Sports Med*. 2000;21(5):332-7.
34. Gutin B, Barbeau P, Owens S, Lemmon CR, Bauman M, Allison J et al. Effects of exercise intensity on cardiovascular fitness, total body composition, and visceral adiposity of obese adolescents. *Am J Clin Nutr*. 2002;75(5):818-26.
35. Caballero C, Hernandez B, Moreno H, Hernandez-Giron C, Campero L, Cruz A et al. [Obesity, physical activity and inactivity among adolescents in Morelos, Mexico: a longitudinal study]. *Arch Latinoam Nutr*. 2007;57(3):231-7.
36. Cleland V, Crawford D, Baur LA, Hume C, Timperio A, Salmon J. A prospective examination of children's time spent outdoors, objectively measured physical activity and overweight. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32(11):1685-93.
37. Drake KM, Beach ML, Longacre MR, Mackenzie T, Titus LJ, Rundle AG et al. Influence of sports, physical education, and active commuting to school on adolescent weight status. *Pediatrics*. 2012;130(2):e296-304.
38. Rothman KJ. BMI-related errors in the measurement of obesity. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32 Suppl 3:S56-9.
39. Wells JC. A critique of the expression of paediatric body composition data. *Arch Dis Child*. 2001;85(1):67-72.
40. Rodriguez G, Moreno LA, Blay MG, Blay VA, Garagorri JM, Sarria A et al. Body composition in adolescents: measurements and metabolic aspects. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2004;28 Suppl 3:S54-8.
41. Wells JC, Fewtrell MS. Measuring body composition. *Arch Dis Child*. 2006;91(7):612-7.
42. Sweeting HN. Measurement and definitions of obesity in childhood and adolescence: a field guide for the uninitiated. *Nutr J*. 2007;6:32.
43. Vizmanos B, Marti-Henneberg C. Puberty begins with a characteristic subcutaneous body fat mass in each sex. *Eur J Clin Nutr*. 2000;54(3):203-8.
44. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*. 2009;6(7):e1000097.
45. Andersen LB, Wedderkopp N, Kristensen P, Moller NC, Froberg K, Cooper AR. Cycling to school and cardiovascular risk factors: a longitudinal study. *J Phys Act Health*. 2011;8(8):1025-33.

46. Freitas D, Beunen G, Maia J, Claessens A, Thomis M, Marques A et al. Tracking of fatness during childhood, adolescence and young adulthood: a 7-year follow-up study in Madeira Island, Portugal. *Ann Hum Biol.* 2012;39(1):59-67.
47. Kettaneh A, Oppert JM, Heude B, Deschamps V, Borys JM, Lommez A et al. Changes in physical activity explain paradoxical relationship between baseline physical activity and adiposity changes in adolescent girls: the FLVS II study. *Int J Obes (Lond).* 2005;29(6):586-93.
48. Kvaavik E, Klepp KI, Tell GS, Meyer HE, Batty GD. Physical fitness and physical activity at age 13 years as predictors of cardiovascular disease risk factors at ages 15, 25, 33, and 40 years: extended follow-up of the Oslo Youth Study. *Pediatrics.* 2009;123(1):e80-6.
49. Riddoch CJ, Leary SD, Ness AR, Blair SN, Deere K, Mattocks C et al. Prospective associations between objective measures of physical activity and fat mass in 12-14 year old children: the Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC). *BMJ.* 2009;339:b4544.
50. Volgyi E, Alen M, Xu L, Lyytikainen A, Wang Q, Munukka E et al. Effect of long-term leisure time physical activity on lean mass and fat mass in girls during adolescence. *J Appl Physiol.* 2011;110(5):1211-8.
51. Barnett TA, Maximova K, Sabiston CM, Van Hulst A, Brunet J, Castonguay AL et al. Physical activity growth curves relate to adiposity in adolescents. *Ann Epidemiol.* 2013;23(9):529-33.
52. Belanger M, O'Loughlin J, Karp I, Barnett TA, Sabiston CM. Physical activity fluctuations and body fat during adolescence. *Pediatr Obes.* 2011;7(1):73-81.
53. Carson V, Rinaldi RL, Torrance B, Maximova K, Ball GD, Majumdar SR et al. Vigorous physical activity and longitudinal associations with cardiometabolic risk factors in youth. *Int J Obes (Lond).* 2014;38(1):16-21.
54. Cohen DA, Ghosh-Dastidar B, Conway TL, Evenson KR, Rodriguez DA, Beckman R et al. Energy balance in adolescent girls: the trial of activity for adolescent girls cohort. *Obesity (Silver Spring).* 2014;22(3):772-80.
55. Fulton JE, Dai S, Steffen LM, Grunbaum JA, Shah SM, Labarthe DR. Physical activity, energy intake, sedentary behavior, and adiposity in youth. *Am J Prev Med.* 2009;37(1 Suppl):S40-9.
56. Kimm SY, Glynn NW, Obarzanek E, Kriska AM, Daniels SR, Barton BA et al. Relation between the changes in physical activity and body-mass index during adolescence: a multicentre longitudinal study. *Lancet.* 2005;366(9482):301-7.
57. Kwon S, Burns TL, Levy SM, Janz KF. Which contributes more to childhood adiposity-high levels of sedentarism or low levels of moderate-through-vigorous physical activity? The Iowa Bone Development Study. *J Pediatr.* 2013;162(6):1169-74.
58. Mundt CA, Baxter-Jones AD, Whiting SJ, Bailey DA, Faulkner RA, Mirwald RL. Relationships of activity and sugar drink intake on fat mass development in youths. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38(7):1245-54.

59. Stevens J, Murray DM, Baggett CD, Elder JP, Lohman TG, Lytle LA et al. Objectively assessed associations between physical activity and body composition in middle-school girls: the Trial of Activity for Adolescent Girls. *Am J Epidemiol.* 2007;166(11):1298-305.
60. White J, Jago R. Fat distribution, physical activity and cardiovascular risk among adolescent girls. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2013;23(3):189-95.
61. Hallal PC, Reichert FF, Ekelund U, Dumith SC, Menezes AM, Victora CG et al. Bidirectional cross-sectional and prospective associations between physical activity and body composition in adolescence: birth cohort study. *J Sports Sci.* 2012;30(2):183-90.
62. Martinez-Gomez D, Mielke GI, Menezes AM, Goncalves H, Barros FC, Hallal PC. Active commuting throughout adolescence and central fatness before adulthood: prospective birth cohort study. *PLoS One.* 2014;9(5):e96634.
63. Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B et al. Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr.* 2005;146(6):732-7.
64. Warburton DE, Nicol CW, Bredin SS. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ.* 2006;174(6):801-9.
65. Jakicic JM, Otto AD. Physical activity recommendations in the treatment of obesity. *Psychiatr Clin North Am.* 2005;28(1):141-50, ix.
66. Jimenez-Pavon D, Fernandez-Vazquez A, Alexy U, Pedrero R, Cuenca-Garcia M, Polito A et al. Association of objectively measured physical activity with body components in European adolescents. *BMC Public Health.* 2013;13(1):667.
67. Mark AE, Janssen I. Influence of bouts of physical activity on overweight in youth. *Am J Prev Med.* 2009;36(5):416-21.
68. Gutin B, Yin Z, Humphries MC, Barbeau P. Relations of moderate and vigorous physical activity to fitness and fatness in adolescents. *Am J Clin Nutr.* 2005;81(4):746-50.
69. Saris WH, Blair SN, van Baak MA, Eaton SB, Davies PS, Di Pietro L et al. How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASO 1st Stock Conference and consensus statement. *Obes Rev.* 2003;4(2):101-14.
70. Ekelund U, Brage S, Franks PW, Hennings S, Emms S, Wong MY et al. Physical activity energy expenditure predicts changes in body composition in middle-aged healthy whites: effect modification by age. *Am J Clin Nutr.* 2005;81(5):964-9.
71. Watts K, Jones TW, Davis EA, Green D. Exercise training in obese children and adolescents: current concepts. *Sports Med.* 2005;35(5):375-92.
72. Stiegler P, Cunliffe A. The role of diet and exercise for the maintenance of fat-free mass and resting metabolic rate during weight loss. *Sports Med.* 2006;36(3):239-62.
73. Santiworakul A, Chuaychoo B, Kriengsinyos W, Saengsirisuwan V, Jalayondeja W. Substrate utilization during and after high intensity exercise in healthy lean and obese men. *J Med Assoc Thai.* 2014;97 Suppl 7:S50-4.

74. Roemmich JN, Clark PA, Mai V, Berr SS, Weltman A, Veldhuis JD et al. Alterations in growth and body composition during puberty: III. Influence of maturation, gender, body composition, fat distribution, aerobic fitness, and energy expenditure on nocturnal growth hormone release. *J Clin Endocrinol Metab.* 1998;83(5):1440-7.
75. Roemmich JN, Clark PA, Walter K, Patrie J, Weltman A, Rogol AD. Pubertal alterations in growth and body composition. V. Energy expenditure, adiposity, and fat distribution. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2000;279(6):E1426-36.
76. Wells JC, Cole TJ. Adjustment of fat-free mass and fat mass for height in children aged 8 y. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2002;26(7):947-52.
77. Freedman DS, Serdula MK, Srinivasan SR, Berenson GS. Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr.* 1999;69(2):308-17.
78. Nooyens AC, Koppes LL, Visscher TL, Twisk JW, Kemper HC, Schuit AJ et al. Adolescent skinfold thickness is a better predictor of high body fatness in adults than is body mass index: the Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study. *Am J Clin Nutr.* 2007;85(6):1533-9.
79. Sarria A, Garcia-Llop LA, Moreno LA, Fleta J, Morellon MP, Bueno M. Skinfold thickness measurements are better predictors of body fat percentage than body mass index in male Spanish children and adolescents. *Eur J Clin Nutr.* 1998;52(8):573-6.
80. van Lenthe FJ, Kemper HC, van Mechelen W, Twisk JW. Development and tracking of central patterns of subcutaneous fat in adolescence and adulthood: the Amsterdam Growth and Health Study. *Int J Epidemiol.* 1996;25(6):1162-71.
81. Fletcher RH, Fletcher SW, Fletcher GS. *Clinical Epidemiology: The Essentials.* 5th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business.; 2014.
82. Bouchard C, Blair, S.N., Haskell, W.L. *Physical Activity and Health.* 2007.
83. Dumith SC, Gigante DP, Domingues MR, Kohl HW, 3rd. Physical activity change during adolescence: a systematic review and a pooled analysis. *Int J Epidemiol.* 2011;40(3):685-98.

**Table 1.** Description of studies included in this review.

<b>Variable</b>	<b>N° of studies</b>
<b>Year of study</b>	
2005 - 2009	7
2010 – 2014 (July)	11
<b>Continent</b>	
North America	10
South America	2
Europe	6
<b>Sample size</b>	
200-1000	12
>1000	6
<b>Sex</b>	
Male and Female	13
Female	5
<b>Follow-up (years)</b>	
1-3	7
4-6	4
7-10	7
<b>*BF assessment method</b>	
†FM%	6
FM	5
WC	6
SF	8
<b>§FM or FM% assessment method</b>	
DEXA	5
Bioimpedance	3
Equation	2
Dilution of Deuterium	1
<b>PA assessment method</b>	
Questionnaire	10
Accelerometer	7
Questionnaire and Accelerometer	1
<b>Negative association between PA and BF (adjusted and <math>p&lt;0.05</math>)</b>	
Only males	3
**Only females	7
Both	4
Association not found	4

PA= physical activity; BF= body fat; FM%= fat mass percentage; FM= fat mass; FMI= fat mass index; WC= waist circumference; SF= skinfold; SSF= sum skinfold; †(Fulton et al. 2009 convert FM% on FMI); \* In four studies the BF was evaluated in more than one way; §Only studies that measured FM or FM%; \*\*Five studies (Kimm et al. 2005; Stevens et al. 2007; Völgly et al. 2011; White et al. 2012 and Cohen et al. 2014) analyzed only girls.

**Table 2.** Summary of the longitudinal studies with analysis of the association between PA and BF during adolescence as assessed outcomes.

Author(s)/Year	Sample	Age(s) baseline (years)	Age(s) follow-up (years)	Type of long-term analysis	Exposure/Instrument	Outcome/Instrument	Main Results	Effect Magnitude	Comparison group	Adjustment
Kimm, et al. 2005	2,287 females	9 and 10	18 and 19	Change in PA	Total PA Questionnaire (HAQ)	SSF	The differences between the SSF in active and inactive were 16,04 mm and 13,54 mm for white and black, respectively. A reduction of 10 METs/week of PA was associated with an annual increase in SSF of 0,62 mm and 0,63 mm for girls black and white, respectively.	Females black ΔSSF year 1 → - 7,32mm $p < 0,0001$ ΔSSF year 10 → - 16,04mm $p < 0,0001$  Females white ΔSSF year 1 → - 5,35mm $p < 0,0001$ ΔSSF year 10 → - 13,54mm $p < 0,0001$	Active X Inactive  Active (20 or more MET-times per week).  Inactive (10 or fewer MET-times per week).  Mean difference between being active or inactive in each period.	PA score and energy intake in year one, age of menarche, childbirth, year of study, smoking and change in PA score and energy intake.
Kettaneh et al. 2005	436 All (222 males and 214 females)	13	15	Predictive PA at 13 years → SSF at 15 years  Change in PA	LTPA Questionnaire (MAQ)	SSF	For girls, being in the group with the highest level of moderate activity at baseline predicted the highest SSF from baseline to follow-up. In boys, the SSF was higher at follow-up in those who had decreased their level of vigorous PA and lower in those who had increased it.	♀ - moderate PA Mean (CI) → $p = 0,01$ Low → 45,6 (43,5; 47,9) High → 49,7 (47,5; 52,1) ♂ - no association  ♂ - Vigorous PA mean (CI) → $p = 0,008$ Decreased → 35,5 (34,5; 38,8) Increased → 31,1 (28,9; 33,4) ♀ - no association	Low or high level of activity according to the median value of the corresponding activity within their sex and age strata. Four groups according to change in PA on baseline and follow-up: decreased, maintained low, maintained high and increased.	Tanner stage and age, The WC has also been adjusted for height at baseline.
Kvaavik et al. 2009	1,016 males and females	13	15	Predictive PA at 12 years → SF at 15 years	LTPA Questionnaire	SF (TR)	LTPA was not associated with SF triceps in life course in males e females.	♂ - no association ♀ - no association	PA practice more than two times a week.	Age and socioeconomic status.
Bélangier et al. 2011	756 All (369 males and 387 females)	12	17	Change in PA	Total PA Questionnaire (7-d PA recall)	SF (TR)  SF (SB)	Higher score of fluctuations in PA was associated with smaller measures of SF subscapular and triceps only in females.	♂ - no association ♀ - $\beta$ (CI) → - 0,2 (-0,38; - 0,05)  ♂ - no association ♀ - $\beta$ (CI) → - 0,4 (-0,56; - 0,26)	More X Less PA score fluctuation.	WC, SF triceps and subscapular, average number of MVPA sessions per week at baseline, diet, family status, number of siblings, mother's education.
Andersen et al. 2011	334 All (147 males and 187 females)	9	15	Change in PA	Active commuting (cycling) to school Accelerometry	SSF	Active commuting (cycling) to school at age 12 years was not associated with SSF at age 14 years in boys and girls.	Cycling to school at age 12 years and at age 14 years and SSF at age 14 years → Mean (SD) Never → 45,9 (23,7)	Change in way of commuting to school between 12 to 14 years Never Only in 1997	Baseline values of risk factors, time of baseline measurement and sex.



Author(s)/Year	Sample	Age(s) baseline (years)	Age(s) follow-up (years)	Type of long-term analysis	Exposure/Instrument	Outcome/Instrument	Main Results	Effect Magnitude	Comparison group	Adjustment
								Only in 1997 → 43,5 (24,1) Only in 2003 → 45,3 (20,9) Always → 43,4 (18,2)	Only in 2003 Always	
Freitas et al. 2012	670 All (226 males and 434 females)	12	19	Predictive PA at 12 years → SSF at 19 years	LTPA Questionnaire (Baecke)	SSF	In females, the "Sport index" to 12 years was a predictor of positive variation of 3% in SSF at 19 years.	♂ - no association ♀ - $\beta = 12,0 - R^2 0,03$	PA index (range 1 – 5)	Physical characteristics (height, body mass, BMI, WC and SSF), physical fitness variables, PA and biological maturity.
White et al. 2012	1.148 Females (538 black and 610 white)	12	14	Predictive PA at 12 years → SSF at 14 years	Total PA Accelerometry	SSF	In the fully adjusted models, the odds ratios for obesity ( $\geq 90^{\text{th}}$ percentile for SSF) between the top and the bottom quartiles accelerometer (counts/day) were inversely associated in white girls ( $P=0.03$ for trend).	White girls → OR (95%IC) Bottom → reference Second → 0,47 (0,15; 1,45) Third → 0,21 (0,06; 0,71) Top → 0,15 (0,04; 0,63)  Black girls → OR (95%IC) Bottom → reference Second → 0,90 (0,37; 2,19) Third → 0,72 (0,27; 1,89) Top → 0,85 (0,32; 2,26)	Quartiles of counts per day. Bottom is the reference category.	BMI, BF%, height, height square, highest level of parental education, total annual household income, hour of TV for week, MET's PA for week, total caloric intake for week at age 12 years and pubertal stage at age 12 and 14 years.
Hallal et al. 2012	511 males and females	11	13	Predictive PA at 11 years → SSF at 13 years	Total PA Accelerometry	SSF	MVPA at 11,3 years and SSF at 14,7 years were not associated.	♂ - no association ♀ - no association	Inactive X Active (<300 min/week spent in MVPA). MVPA >2000 counts/day.	Socioeconomic status, mother's BMI before pregnancy, maternal smoking during pregnancy, birth order, maternal education, and pubertal stage, WC and SSF at baseline.
Kettaneh et al. 2005	436 All (222 males and 214 females)	13	15	Predictive PA at 13 years → WC at 15 years  Change in PA	LTPA Questionnaire (MAQ)	WC	Girls with the highest level of moderate activity at baseline had the highest WC on follow-up.  Girls who maintained the high level of LTPA had lower mean of WC, compared with those that decreased LTPA level.	♀ - Moderate LTPA mean (CI) → $p=0,03$ Low → 65,8 (65,1; 66,5) High → 66,8 (66,2; 67,5) ♂ - no association  ♀ - LTPA mean (CI) → $p=0,03$ Decreased → 67,6 (66,7; 68,7) Maintained high → 65,6 (64,7; 66,5) ♂ - no association	Low or high level of activity according to the median value of the corresponding activity within their sex and age strata.  Four groups according to change in PA on baseline and follow-up: decreased, maintained low, maintained high and increased.	Tanner stage and age, The WC has also been adjusted for height at baseline.

Author(s)/Year	Sample	Age(s) baseline (years)	Age(s) follow-up (years)	Type of long-term analysis	Exposure/Instrument	Outcome/Instrument	Main Results	Effect Magnitude	Comparison group	Adjustment
Bélanger et al. 2011	756 All (369 males and 387 females)	12	17	Change in PA	Total PA Questionnaire (7-d PA recall)	WC	Higher score of fluctuations in PA was associated with smaller measures of CC only in females.	♂ - no association ♀ - $\beta$ (IC) $\rightarrow$ -0,54 (-0,91; -0,17)	More X Less PA score fluctuation.	WC, SF triceps and subscapular, average number of MVPA sessions per week at baseline, diet, family status, number of siblings, mother's education.
Andersen et al. 2011	334 All (147 males and 187 females)	9	15	Change in PA	Active commuting (cycling) to school Accelerometry	WC	Active commuting (cycling) to school at age 12 years was not associated with WC at age 14 years in boys and girls.	Cycling to school at age 12 years and at age 14 years and WC at age 14 years $\rightarrow$ Mean (SD) Never $\rightarrow$ 76,1 (9,5) Only in 1997 $\rightarrow$ 73,9 (8,4) Only in 2003 $\rightarrow$ 74,1 (7,0) Always $\rightarrow$ 73,1 (6,2)	Change in way of commuting to school between 12 to 14 years Never Only in 1997 Only in 2003 Always	Baseline values of risk factors, time of baseline measurement and sex.
Freitas et al. 2012	670 All (226 males and 434 females)	12	19	Predictive PA at 12 years $\rightarrow$ WC at 19 years	LTPA Questionnaire (Baecke)	WC	LTPA was not associated with WC in boys and girls during adolescence.	♂ - no association ♀ - no association	PA index (range 1 – 5)	Physical characteristics (height, body mass, BMI, WC and SSF), physical fitness variables, PA and biological maturity.
Carson et al. 2014	313 All (128 males and 187 females)	12	15	Predictive PA at 12 years $\rightarrow$ WC at 15 years	Total PA Accelerometry	WC	WC decrease dose-response in follow-up with increasing time spent in vigorous-intensity PA in boys (Q1 vs. Q4 = 79.0 vs. 72.6 cm).	Light-intensity PA ♂ and ♀ $\rightarrow$ no association Moderate-intensity PA ♂ and ♀ $\rightarrow$ no association Vigorous-intensity PA WC $\rightarrow$ $\beta$ (CI) ♂ $\rightarrow$ -0,03 (-0,07; 0,01) ♀ $\rightarrow$ no association	Quartiles of PA in light, moderate and vigorous intensities.	Age, sex and dietary intake.
Martinez-Gomez et al. 2014	3.649 All (1.689 males and 1780 females)	11	18	Change in PA	Active commuting and LTPA Questionnaire	WC	Active commuting at 15 years was prospectively associated inversely with WC in boys. Active commuting accumulated at 11, 15 and 18 years was associated with WC in boys. Changes	Active commuting accumulated at 11, 15 and 18 years and WC at 18 years $\rightarrow$ mean (95%CI) ♂ $\rightarrow$ High vs. Low tertile - 2,09 (-3,24; -0,94) ♀ $\rightarrow$ no association	Active commuting Tertiles (low, medium and high) and change in tertiles (consistently low, decreasing, consistently middle, increasing and	Association between accumulated active commuting was adjusted for accumulated changes in leisure time and family income at 11, 15 and 18 years.

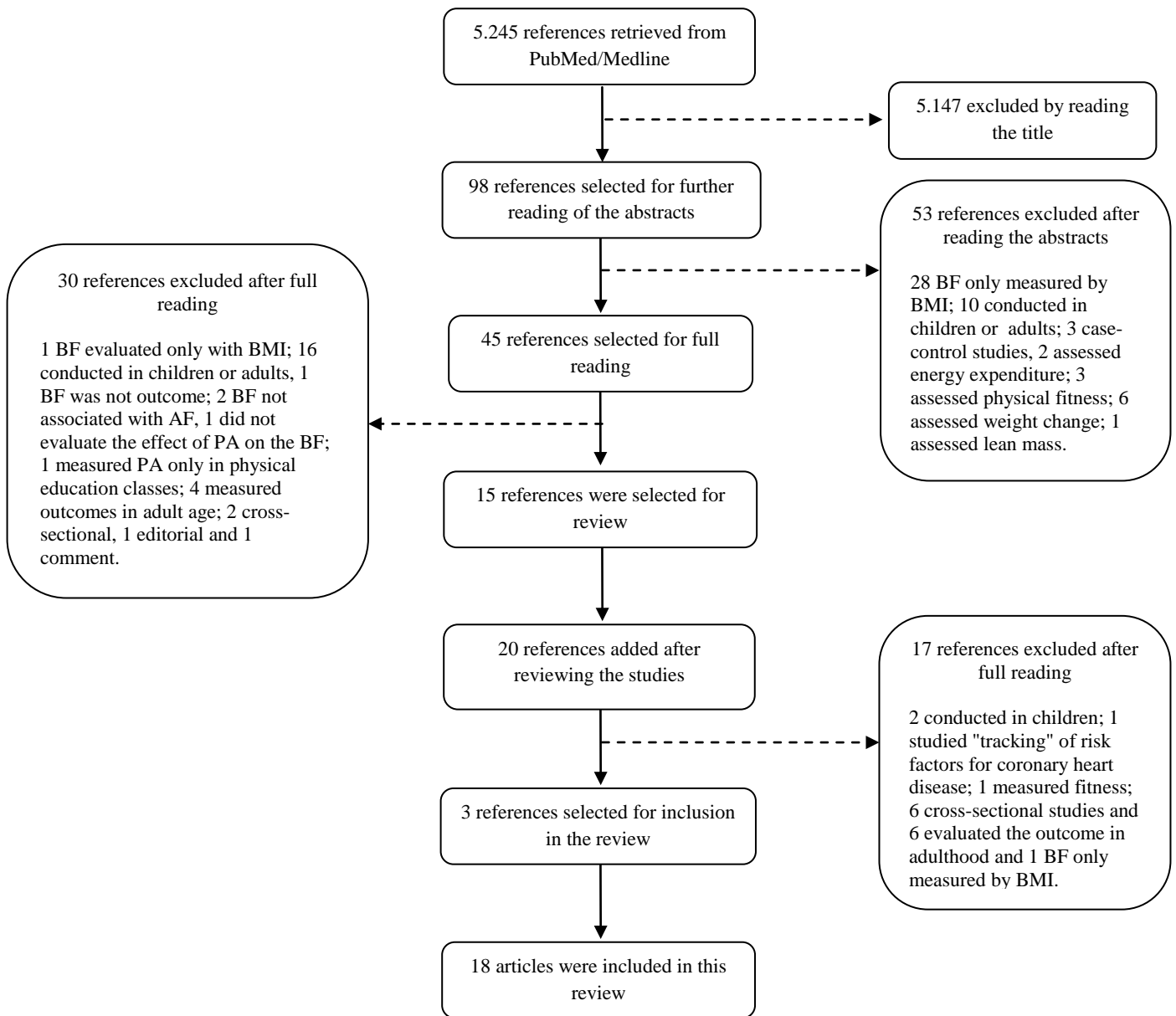
Author(s)/Year	Sample	Age(s) baseline (years)	Age(s) follow-up (years)	Type of long-term analysis	Exposure/Instrument	Outcome/Instrument	Main Results	Effect Magnitude	Comparison group	Adjustment
							in tertiles of active commuting of the 11 to 18 years and 15 to 18 years were associated with WC only in boys.	Change in active commuting from 11 to 18 years and WC at 18 years → ♂ mean (95%CI) Consistently high → -2,92 (-4,75; -1,10) ♀ → no association Change in active commuting from 15 to 18 years and WC at 18 years → ♂ mean (95%CI) Consistently high → -3,68 (-5,50; -1,86) ♀ → no association	consistently high). Low and consistently low are the reference groups.	Association between changes in active commuting was adjusted for accumulated changes in leisure time and family income from 11 to 18 years and 15 to 18 years.
Mundt et al. 2006	208 All (105 males and 103 females)	10	19	Change in PA	Total PA Questionnaire (PAC-C/PAC-A)	FM DXA	PA was negatively associated with FM between assets only in males,	♂ - (mean ± sd) -0,547 (0,268) → p<0,05 ♀ - no association	PA score (range 1 – 5) 1 – Low 5 - High	Biological maturity and FFM.
Riddoch et al. 2009	4,150 All (1,964 males and 2,186 females)	12	14	Predictive PA at 12 years → FM at 14 years  Change in PA and Change in FM 12 to 14 years	Total PA Accelerometry	FM DXA	Total PA and MVPA at age 12 were inversely associated with the FM in boys and girls at age 14.  The changes in total level of PA and MVPA from 12 to 14 years were inversely associated with change in FM of boys and girls from 12 to 14 years.	Total PA ♂ - % change (CI) → -6,4 (-7,8; -4,9) ♀ - % change (CI) → -4,0 (-5,5; -2,5) MVPA ♂ - % change (CI) → -11,9 (-14,3; -9,5) ♀ - % change (CI) → -9,8 (-12,8; -6,7)  Change in Total PA (12 to 14y) ♂ - % change in FM (CI) → -1,3 (-2,0; -0,6) ♀ - % change in FM (CI) → -1,3 (-1,9; -0,6) Change in MVPA (12 to 14y) ♂ - % change in FM (CI) → -2,4 (-3,6; -1,1) ♀ - % change in FM (CI) → -2,3 (-3,5; -1,2)	For total PA (counts/min), change in FM is for additional activity of 100 counts/min.  For MVPA (min/day), change in FM is for additional activity of 15 min/day.  For total PA (counts/min), change in FM is for additional activity of 100 counts/min.  For MVPA (min/day), change in FM is for additional activity of 15 min/day.	Total PA, MVPA and FM at baseline.
Hallal et al. 2012	511 males and females	11	13	Predictive PA at 11 years → FM at 13 years	Total PA Questionnaire	FM Deuterium	PA at 11,3 years and FM at 13,3 years were not associated.	♂ - no association ♀ - no association	Inactive X Active (<300 min/week)	Socioeconomic status, mother's BMI before pregnancy, maternal smoking during pregnancy, birth order,

Author(s)/Year	Sample	Age(s) baseline (years)	Age(s) follow-up (years)	Type of long-term analysis	Exposure/Instrument	Outcome/Instrument	Main Results	Effect Magnitude	Comparison group	Adjustment
										maternal education, and pubertal stage, WC and SSF at baseline.
Kwon et al. 2013	554 All (277 males and 277 females)	8	15	Change in PA	Total PA Accelerometry	FM DXA	Growth model shows that moderate-to-vigorous PA was associated with 3.0% and 1.5% lower FM in boys and girls, respectively.	MVPA FM → $\beta \pm(\text{SE})$ ♂ → - 0,10 (0,02) → $P < 0,01$ ♀ → - 0,05 (0,01) → $P < 0,01$	MVPA time level Low Medium High	Age, height and peak velocity height.
Martinez-Gomez et al. 2014	3.649 All (1.689 males and 1780 females)	11	18	Change in PA	Active commuting and LTPA Questionnaire	Trunk FM DXA	Active commuting at 15 and 18 years was prospectively inversely associated with trunk fat mass in boys. Active commuting accumulated at 11, 15 and 18 years was associated with trunk fat mass in boys. Changes in tertiles of active commuting of the 11 to 18 years and 15 to 18 years were associated with trunk fat mass only in boys.	Active commuting accumulated at 11, 15 and 18 years and Trunk fat mass at 18 years → mean (95%CI) ♂ → High vs. Low tertile - 1,11 (-1,74; -0,48) ♀ → no association Change in active commuting from 11 to 18 years and TFM at 18 years → ♂ mean (95%CI) Consistently high → -1,74 (-2,74; -0,75) ♀ → no association Change in active commuting from 15 to 18 years and TFM at 18 years → ♂ mean (95%CI) Consistently high → -2,01 (-3,00; -1,02) ♀ → no association	Active commuting Tertiles (low, medium and high) and change in tertiles (consistently low, decreasing, consistently middle, increasing and consistently high).  Low and consistently low are the reference groups.	Association between accumulated active commuting was adjusted for accumulated changes in leisure time and family income at 11, 15 and 18 years.  Association between changes in active commuting was adjusted for accumulated changes in leisure time and family income from 11 to 18 years and 15 to 18 years.
Kettaneh et al. 2005	436 All (222 males and 214 females)	13	15	Predictive PA at 13 years → FM% at 15 years  Change in PA	LTPA Questionnaire (MAQ)	FM% BIA	Girls with the highest level of moderate activity at baseline had the highest FM% on follow-up.  Girls who increased the level of moderate PA had lower mean FM%, compared with those decreased moderate PA.	♂ - no association ♀ - moderate PA → mean (CI) → $p = 0,01$ Low → 21,8 (21,0; 22,6) High → 23,3 (22,5; 24,1)  ♂ - no association ♀ - Moderate PA → mean (CI) → $p = 0,03$ Decreased → 24,1 (22,2; 25,3) Increased → 21,4 (20,1; 22,7)	Low or high level of activity according to the median value of the corresponding activity within their sex and age strata.  Four groups according to change in PA on baseline and follow-up: decreased, maintained low, maintained high and increased.	Tanner stage and age. The WC has also been adjusted for height at baseline.

Author(s)/Year	Sample	Age(s) baseline (years)	Age(s) follow-up (years)	Type of long-term analysis	Exposure/Instrument	Outcome/Instrument	Main Results	Effect Magnitude	Comparison group	Adjustment
Stevens et al. 2007	984 females	11	14	Change in PA	Total PA Accelerometry	FM% Equation	Girls at the 85th percentile (mean 31,8 minutes of MVPA/day) had the FM 2,26% percentage points lower than girls in the 15th percentile (13,7 minutes of MVPA/day).	♀ - $\beta$ (CI) - 0,1249 $\rightarrow$ (-0,1818; -0,0679) $\beta$ (CI) for 85th vs. 15th percentile - 2,26 $\rightarrow$ (-3,29; -1,23)	MVPA (min-day), The cutpoint for MVPA was 4,6 METs.	Race, community and school within community.
Fulton et al. 2009	678 males and females	8, 11 and 14	12, 15 and 18	Change in PA	Total PA Questionnaire (7-d PA recall)	FM% (FMI) BIA	Each increments in MVPA (100 min/day) there is a decreased of 0,14 (kg/m <sup>2</sup> ) in FMI on adolescents between 10 and 18 years.	♂ and ♀ - $\beta$ ( $\pm$ sd) $\rightarrow$ -0,1359 (0,0466) $\rightarrow$ $p < 0,05$	MVPA (min/day), The cutpoint for MVPA was $\geq$ 3,0 METs.	Gender, race, age, biological maturity and interaction between gender and biological maturity.
Völgyi et al. 2011	201 females	10 to 13	17 to 20	Change in PA	LTPA Questionnaire (PACE +)	FM% DXA	Participation in five hours of LTPA have a significant effect on FM%.	♀ - (mean $\pm$ sd) $\rightarrow$ $p = 0,040$ Maintained high - 29,9(1,01) High to Low - 33,1 (1,03) Low to High - 29,5 (1,03) Maintained low - 32,4 (0,97)	Four groups according to change maintenance in PA on baseline and follow-up: maintained high, high to low, low to high and maintained low. PA level based on LTPA score.	Height in the seventh year of follow up.
Barnett et al. 2013	1195 All (577 males and 618 females)	12	19	Change in PA	Total PA Questionnaire (7-d PA recall)	FM% Equations Slaughter's	In earlier adolescence, a yearly decline of one bout of VPA was associated with an increase of 0.47 units of body fat% in girls but not in boys. Similarly, a yearly decline of one bout of MVPA was associated with an increase of 0.19 units of body fat% in girls only.  In later adolescence, rates of VPA or MVPA decline were not associated with body fat% among girls. Among boys, a yearly decline of one bout of MVPA per week was associated with an increase of 0.38 units of body fat%, whereas no association was observed for VPA	Earlier adolescence (12-15y) MVPA bouts/week ♂ - Rate of MVPA decline $\rightarrow$ no association ♀ - Rate of MVPA decline $\rightarrow$ 0,189 (0,021; 0,357) VPA bouts/week ♂ - Rate of VPA decline $\rightarrow$ no association ♀ - Rate of VPA decline $\rightarrow$ 0,468 (0,015; 0,921)  Later adolescence (15-18y) MVPA bouts/week ♂ - Rate of MVPA decline $\rightarrow$ 0,376 (0,050; 0,702) ♀ - Rate of MVPA decline $\rightarrow$ no association VPA bouts/week ♂ - Rate of VPA decline $\rightarrow$ no association ♀ - Rate of MVPA decline $\rightarrow$ no association	MVPA and VPA decline of one bout for week between 12-15 years.  MVPA and VPA decline of one bout for week between 15-18 years.	Age and adiposity at the beginning of follow-up time.

Author(s)/Year	Sample	Age(s) baseline (years)	Age(s) follow-up (years)	Type of long-term analysis	Exposure/Instrument	Outcome/Instrument	Main Results	Effect Magnitude	Comparison group	Adjustment
Cohen et al. 2014	265 females	13	18	Predictive PA at 13 years → FM% at 18 years	Total PA Accelerometry	FM% BIA	Each additional minute of increase in vigorous PA per day was associated with a decline of nearly 0,1% in BF. Moderate PA was not associated with BF%.	Vigorous PA → $\beta$ (SE) -0,09 (0,04) → $P < 0,05$ Moderate PA → no association	Minutes per day of moderate and vigorous PA. Each increment of one minute per day.	Age, race, mother's education and neighborhood households in poverty.

**SF**= skinfold; **SSF**= sum of skinfolds; **SB**= skinfold subscapular; **TR**= skinfold triceps; **WC**= waist circumference; **BF**= body fat; **FM**= fat mass; **FM%**= fat mass percentage; **FMI**= fat mass index; **PA**= physical activity; **LTPA**= leisure time physical activity; **MVPA**= physical activity moderate to vigorous **MET**=Metabolic equivalent, unit used to estimate the metabolic cost (oxygen consumption) of physical activity; **MAQ**= Modifiable Activity Questionnaire; **HAQ**= Habitual Activity Questionnaire; **PAC-C**= Physical Activity Questionnaire for Children; **PAC-A**= Physical Activity Questionnaire for Adolescent; **Baecke**= Questionnaire of Baecke for Measurement of a Person's Habitual Physical Activity Patient; **PACE+**=Centered Assessment and Counseling for Exercise and Nutrition e **7-d PA recall**= Seven Day Physical Activity Recall adapted; **DXA**= Dual-energy X-ray Absorptiometry; **BIA**= Bioimpedance; **OR**= Odds Ratio.



**Figure 1.** Flow-chart for the selection process.

## **Artigo 2**

Após revisão da banca, ajustes e tradução para a língua Inglesa, pretendemos submeter este artigo para o periódico *Medicine & Science in Sports & Exercise* (MSSE).



**EFEITOS DA ATIVIDADE FÍSICA AO LONGO DA ADOLESCÊNCIA SOBRE A  
COMPOSIÇÃO CORPORAL AOS 18 ANOS: COORTE DE NASCIMENTOS DE  
PELOTAS, 1993**

Effects of physical activity during adolescence on body composition to 18 years: birth cohort  
of Pelotas, 1993

Virgílio Viana Ramires<sup>1</sup>

Samuel Carvalho Dumith<sup>2</sup>

Fernando Cesar Wehrmeister<sup>1</sup>

Helen Gonçalves<sup>1</sup>

**1** – Programa de Pós-graduação em Epidemiologia, Universidade Federal de Pelotas, Brasil.

**2** – Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, Universidade Federal do Rio Grande,  
Brasil.

**ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA**

**Rua:** Marechal Deodoro, 1160 – 3º Piso

**Bairro:** Centro

**CEP:** 96020-220

**Cidade:** Pelotas

**Estado:** Rio Grande do Sul

**País:** Brasil

**E-mail:** [virgiloramires@hotmail.com](mailto:virgiloramires@hotmail.com)

## RESUMO

**Objetivos:** Investigar os efeitos da prática de atividade física moderada e vigorosa consistente ao longo da adolescência sobre a composição corporal, especificamente massa magra (MM) e gorda (MG), aos 18 anos. **Métodos:** Estudo longitudinal com dados de uma coorte de nascimentos brasileira. A prática de atividade física foi mensurada aos 11, 15 e 18 anos, por meio de questionários e a composição corporal aos 18 anos foi avaliada por meio do DXA. A prática de atividade física total, moderada e vigorosa foi avaliada de acordo com os pontos de corte de 300, 150 e 75 minutos por semana, respectivamente. As MG e MM foram operacionalizadas como índices de massa gorda (IMG) e magra (IMM). **Resultados:** Ao todo 3,176 adolescentes foram avaliados, sendo 51,5% (1,637) do sexo feminino. A prática consistente de atividade física moderada e vigorosa, conforme os pontos de corte, ao longo da adolescência foram diretamente associadas com o IMM em meninos (Moderada -  $\beta=0,40$  e IC95% 0,13; 0,68 e Vigorosa -  $\beta=0,95$  e IC95% 0,69; 1,21) e meninas (Moderada -  $\beta=0,23$  e IC95% 0,02; 0,45 e Vigorosa -  $\beta=0,80$  e IC95% 0,29; 1,32). Somente a prática de atividade física vigorosa demonstrou-se inversamente associada com o IMG nos meninos ( $\beta= -0,53$  e IC95% -0,96; -0,10). **Conclusão:** A prática de atividade física moderada e vigorosa consistentemente durante a adolescência (11-18 anos) promoveu maior quantidade de MM em ambos os sexo. Somente a prática de atividade física vigorosa foi capaz de garantir menor quantidade de MG em meninos.

**Palavras Chaves:** adolescentes, atividade motora, massa magra, massa gorda, estudos longitudinais.

## **ABSTRACT**

**Purpose:** The present study aims to investigate the effects of consistent practice of moderate and vigorous physical activity on body composition during adolescence, specifically lean mass (LM) and fat mass (FM), at age 18. **Methods:** As a longitudinal cohort study, physical activity practice was measured at 11, 15 and 18 years, using questionnaires and evaluated according to the cut-off points of 300, 150 and 75 minutes per week, for total, moderate and vigorous physical activity, respectively. The FM and LM at age 18 were assessed by DXA and operationalized with fat mass (IMG) and lean mass (IMM) indexes. **Results:** A total of 3.176 adolescents were evaluated, 51.5% (1.637) were female. The consistent practice of moderate and vigorous physical activity according to cut-off points during adolescence were directly related to the LMI in boys (Moderate -  $\beta = 0.40$  and CI95% 0.13; 0.68 and vigorous -  $\beta = 0.95$  and CI95% 0.69; 1.21) and girls (Moderate -  $\beta = 0.23$  and CI95% 0.02; 0.45 and vigorous -  $\beta = 0.80$  and CI95% 0.29; 1.32). Practice of vigorous physical activity alone showed to be inversely associated with the FMI in boys ( $\beta = -0.53$  and CI95% -0.96; -0.10). **Conclusion:** Consistent physical activity practice during adolescence was associated with greater lean mass in both sexes. In boys, vigorous physical activity was associated with less fat mass.

**Keywords:** adolescents, motor activity, lean mass, fat mass, longitudinal studies.

## INTRODUÇÃO

A adolescência é caracterizada por ser um período acelerado de crescimento corporal, com importantes mudanças na composição corporal (38). É também quando são estabelecidos os padrões de composição corporal que tendem a se manter ao longo da vida (47) podendo repercutir no desenvolvimento de morbidades na vida adulta (3). A manutenção da prática de atividade física na adolescência tem sido associada a benefícios no desenvolvimento dos ossos (7), músculos (25) e gordura corporal (36). Todavia, é neste período que também tem se observado a ocorrência da redução na prática de atividades físicas (16).

Os efeitos da prática de atividade física sobre a composição corporal de adolescentes têm sido amplamente estudados. Entretanto, a massa gorda (MG) e massa óssea (MO) tem recebido maior atenção (8, 34). Entre os poucos estudos que foram realizados com o propósito de investigar a relação entre atividade física e massa magra (MM) em adolescentes, verificou-se que há um efeito direto da prática de atividade física sobre a MM (6, 25, 32). Todavia, em nenhum destes estudos foram isolados os efeitos da prática de atividade física em intensidades moderada e vigorosa. Assim pouco se conhece a respeito dos benefícios das diferentes intensidades de atividade física praticadas durante a adolescência sobre a massa magra (MM) no início da vida adulta.

A relação entre a prática de atividade física com a GC tem sido amplamente estudada, visto que está frequentemente é recomendada como alternativa para redução de peso e GC (24). Achados recentes de estudos com adolescentes têm apontado que a prática de atividade física está inversamente associada à quantidade de gordura corporal (CG), sobretudo as com intensidades de moderada a vigorosa (20, 28). Todavia, muitos destes estudos foram desenvolvidos com delineamento transversal e não isolaram os efeitos das atividades físicas

moderadas e vigorosas. Assim, ainda existe pouca informação a respeito dos efeitos específicos das atividades físicas moderadas e vigorosas sobre a GC (11, 13).

Desta forma, com o objetivo de verificar como a prática de atividade física se comporta e se relaciona com dois importantes componentes da composição corporal e, assim contribuir para o esclarecimento de algumas lacunas da literatura, investigou-se os efeitos da manutenção da prática de atividade física de intensidades moderada e vigorosa, praticadas durante a adolescência (entre os 11 e 18 anos), sobre a MG e MM aos 18 anos.

## **MÉTODOS**

### ***Amostra***

Ao longo do ano de 1993, todas as maternidades dos hospitais da cidade de Pelotas (RS) foram visitadas diariamente. Todos os nascidos vivos de mães residentes na zona urbana do município foram localizados. Todas as mães (N= 5.265) receberam o convite para participar do estudo de coorte de nascimentos e 5.249 aceitaram participar e ingressaram no estudo, havendo 16 recusas (46). Nos anos de 2004 (11 anos), 2008 (15 anos) e 2011 (18 anos) todos os adolescentes do estudo localizados foram entrevistados e realizaram medidas de composição corporal, totalizando 4.452, 4.349 e 4.106 participantes, respectivamente (17).

Este estudo foi desenvolvido com a utilização de dados dos adolescentes que participaram destes três últimos acompanhamentos com informações sobre atividade física, MG, MM e as demais variáveis utilizadas para ajustes das análises. As variáveis de cada acompanhamento, contempladas neste trabalho, estão especificadas a seguir. Todas as coletas de dados foram aprovadas pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina, da Universidade Federal de Pelotas, e todos os responsáveis ou o próprio participante, quando maior de 18 anos, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

### *Variáveis de composição corporal aos 18 anos - Desfecho*

Aos 18 anos a altura ortostática foi medida com a utilização de um estadiômetro de madeira e alumínio com precisão de 0,1cm. O peso foi obtido em balança de alta precisão (0,01kg). A quantidade de MG e de MM foi obtida através da densitometria por absorção de raios-x de dupla energia, com a utilização do equipamento DXA, modelo Lunar Prodigy (GE Healthcare, Estados Unidos). Este exame foi realizado com os adolescentes na posição supina, sendo todos os acessórios de metal (brincos, piercing, anéis, etc.) removidos. Adolescentes com próteses de metal ou grávidas não realizaram o exame. Para as medidas de composição corporal os participantes vestiram roupas de lycra, leves e justas ao corpo (bermuda e blusa sem mangas) e não utilizaram calçados. Todos os procedimentos foram realizados por uma equipe previamente treinada para operar todos os equipamentos e a realizar a antropometria.

Em razão da relação direta entre as MG e MM com a altura dos indivíduos optou-se por operacionalizar essas variáveis como índices (45). A partir das medidas de MG e MM, fornecidas pelo DXA, foram geradas os índices de massa gorda (IMG) e de massa magra (IMM). Em virtude do peso corporal total, também fornecido pelo DXA, compreender a soma das massas gorda, magra e óssea e este peso não apresentar valor igual ao da massa corporal total – mensurada com a balança de alta precisão –, as MG e MM foram ajustadas para o peso total, conforme as seguintes equações:

$$MM_{ajustada} = \frac{MM}{MCT_{DXA}} \times MCT_M \text{ and } MG_{ajustada} = \frac{MG}{MCT_{DXA}} \times MCT_M, \text{ onde:}$$

MG= massa gorda em (kg); MM= massa magra em (kg);  $MCT_{DXA}$ = massa corporal total (kg), resultante do somatório das massas gorda, magra e óssea em (kg) fornecidas pelo DXA e,  $MCT_M$ = peso corporal total (kg) mensurada.

Após, este procedimento, as variáveis de massa gorda e massa magra foram então ajustadas para a altura dos indivíduos, com a geração dos respectivos índices, de acordo com as equações:

$$\text{IMG} = \frac{\text{MGajustada}}{\text{A}^2} \text{ e } \text{IMM} = \frac{\text{MMajustada}}{\text{A}^2}, \text{ onde:}$$

IMG= índice de massa gorda em (kg/m<sup>2</sup>); IMM= índice de massa magra em (kg/m<sup>2</sup>) e A= altura em metros.

### ***Variáveis de atividade física - Exposição***

A prática de atividade física aos 11, 15 e 18 anos foi coletada através de questionários aplicados por entrevistadoras treinadas. Aos 11 anos, todos foram questionados sobre como se deslocavam para a escola e suas práticas físico-esportivas durante o lazer (futebol, futsal, atletismo, basquete, danças, ginásticas, lutas, natação, vôlei, tênis/paddle, handebol, caçador e jogo de taco). Aos 15 anos, um questionário com as mesmas informações foi aplicado novamente. Todavia, para adequá-lo ao contexto local e a idade, as modalidades de handebol, caçador e jogo de taco foram substituídas por caminhada, musculação e academia. Aos 18 anos, a prática de atividade física foi coletada com a utilização do *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ - versão longa) ([www.ipaq.ki.se](http://www.ipaq.ki.se)) (1) nas seções de lazer e de deslocamento. O escore total de atividade física em cada acompanhamento foi gerado com base no somatório do tempo gasto com as práticas de atividade física no lazer e deslocamento.

A partir da lista de atividades esportivas de lazer e das questões referentes ao deslocamento de ida e volta à escola, contidas nos instrumentos usados aos 11 e 15 anos, as atividades foram classificadas em moderadas e vigorosas respeitando os pontos de corte para as intensidades da atividade física em equivalentes metabólicos (METs) – unidade utilizada para estimar o custo metabólico das atividades físicas - (<3.0 METs= leve; 3.0 a 6.0 METs=

moderada e >6.0 METs= vigorosa), proposto por Pate *et al.* (1995) (33). Utilizando como base o compêndio de atividade física, elaborado para adolescentes elaborado por Ridley *et al.* (2008) (37), calculou-se a média entre as três possíveis quantidades em METs gastas para realização de cada modalidade, considerando a possibilidade destas serem praticadas em intensidades leves, moderadas ou vigorosas. Após obter os valores médios em METs para cada modalidade contida no instrumento, estas foram classificadas em leves, moderadas e vigorosas. Por exemplo: conforme o compêndio para adolescentes, a modalidade de handebol pode ser praticada de acordo com as intensidades e METs: leve=6.0 METs, moderada=8.0 METs e vigorosa=10 METs. Neste caso, a média em METs da modalidade de handebol é, portanto, de 8.0 METs, sendo então esta uma atividade de intensidade vigorosa.

Procedimento idêntico ao das atividades de lazer fora utilizado para classificar a atividade de deslocamento, caminhada ou bicicleta. Para a musculação, praticada aos 15 anos, embora represente uma atividade de intensidade leve (37), optou-se por considerar seu gasto energético em METs conforme compêndio elaborado para adultos e, assim, classificá-la como atividade de intensidade moderada (2). A justificativa para tal escolha se baseia no fato que, no contexto local, esta atividade geralmente é praticada em academias, com intensidade entre moderada e vigorosa, para fortalecer a massa muscular ou para emagrecimento. Aos 18 anos, as atividades físicas de lazer e deslocamento foram classificadas e agrupadas em moderadas e vigorosas segundo o guia para processamento e análise do IPAQ (1).

Após o enquadramento da cada atividade em sua respectiva intensidade foram criadas variáveis referentes aos minutos de prática de atividade física moderada e vigorosa para as idades avaliadas. Para verificar a relação entre o tempo de prática de atividade física moderada e vigorosa com as MG e MM aos 18 anos foram utilizados tercís de tempo para cada intensidade. Para as análises principais, trajetórias de atividade física moderada e



vigorosa foram criadas com base nos minutos de atividade física total, moderada e vigorosa praticados aos 11, 15 e 18 anos. Inicialmente foram criadas variáveis dicotômicas, com os pontos de corte de tempo igual ou superior a 300, 150 e 75 minutos de prática semanal de atividade física total, moderada e vigorosa, respectivamente. Após dicotomização foram geradas variáveis para descrever as trajetórias, conforme pontos de corte supracitados: *nunca ter atingido, ter atingido uma vez, ter atingido duas vezes e sempre ter atingido*. Além disso, quartis de tempo de atividade física moderada e vigorosa acumulados nos três períodos de acompanhamentos foram construídos a partir da soma dos minutos de atividade física moderada e vigorosa realizadas.

### ***Covariáveis***

Uma série de variáveis dos adolescentes e das suas mães que apresentam relações independentes com a prática de atividade física ou com a MG e MM, foram selecionadas para ajuste das análises para potenciais fatores de confusão. Referentes aos adolescentes foram: nível socioeconômico, mensurado através do índice de bens (IEN) (4), operacionalizada em quintis; cor da pele autorreferida (branco, preto, pardo, amarelo e índio); índice de massa corporal (IMC) contínuo; tempo de tela (TV, videogame e computador) em horas por dia; consumo de medicamentos para emagrecer (sim ou não); dieta para emagrecer (sim ou não); elevada ingestão de gordura, obtido por meio da escala de Block (9), operacionalizada em alto e baixo consumo de gorduras, todas coletadas aos 11 anos. Além do estágio de maturação sexual, autoavaliado pelos adolescentes, coletada aos 15 anos, obtido através da escala de Tanner para pelos pubianos (44). As variáveis maternas consideradas foram: escolaridade, em anos completos de estudo, atividade física em minutos por semana ( $\text{Ativo} \geq 300$  minutos/semana) e IMC contínuo, todas coletadas na visita dos 11 anos.

### *Análises estatísticas*

As características principais da amostra estão descritas em médias e desvios padrão para as variáveis contínuas e em frequências absolutas e relativas para as variáveis categóricas. Análises bivariadas foram conduzidas através da aplicação de regressões lineares simples para a verificação da associação bruta entre as variáveis de atividade física moderada e vigorosa, bem como para as trajetórias de atividade física total, moderada e vigorosa com a MG e MM aos 18 anos. Para a verificação da associação entre trajetórias de atividade física total, moderada e vigorosa na adolescência e a MG e MM aos 18 anos, foram conduzidas análises multivariáveis por meio da aplicação de regressão linear múltipla, com ajustes para covariáveis. Análises estratificadas por sexo foram realizadas ao considerar o dimorfismo sexual no desenvolvimento da MG e MM (38, 49). Os resultados das regressões estão apresentados em coeficientes de regressão ( $\beta$ ) e seus respectivos intervalos de confiança de 95% (IC95%). Valores de *P* menores que 0,05 para diferenças de médias ou para tendência linear foram aceitos como estatisticamente significativos. Todas as análises foram realizadas no pacote estatístico Stata versão 12.1.

## **RESULTADOS**

A amostra final analisada neste estudo, composta por aqueles que apresentavam dados válidos para as variáveis de exposição e desfecho e covariáveis, foi de 3.176 adolescentes, dos quais 1.637 (51,5%) eram do sexo feminino.

As trajetórias de atividade física total, moderada e vigorosa, demonstram que o percentual de meninos que sempre reportaram praticar 300 minutos ou mais/semana de atividade física total ou 75 ou mais minutos/semana de atividade física vigorosa foi superior ao das meninas, 31,3% e 27,3% vs. 8,6% e 1,2%. Entretanto, o percentual de adolescentes que

reportou praticar tempo igual ou superior a 150 minutos semanais de atividade física moderada foi maior entre as meninas, 23,7% vs. 18,5% entre os meninos (Tabela 1).

Em relação à composição corporal aos 18 anos, os meninos apresentaram maior quantidade de MM enquanto as meninas apresentaram mais MG. A MG média entre os meninos foi de 12,8 kg e da MM de 54,3 kg (Tabela 1). Entre as meninas, a média de MG foi de 21,9 kg e a de MM de 36,5 kg. Resultado semelhante foi observado para os IMM e IMG em ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). Em comparação com as meninas, meninos possuem maior média de IMM=18,0  $\text{kg}/\text{m}^2$  e menor de IMG=4,2  $\text{kg}/\text{m}^2$  que as meninas, as quais apresentaram médias de IMM e IMG de 3,2 e 8,4  $\text{kg}/\text{m}^2$ , respectivamente (Tabela 1).

A distribuição do tempo gasto com a prática de atividade física total, moderada e vigorosa durante a adolescência está apresentada na Tabela 2. O tempo semanal gasto pelos meninos com a prática de atividade física total e vigorosa foi superior ao das meninas aos 11, 15 e 18 anos. Quando a atividade física moderada foi considerada, o tempo de prática semanal das meninas foi superior ao dos meninos aos 11 e 15 anos e o dos meninos superior ao das meninas aos 18 anos. Além disso, o percentual de meninos que atingiam ou superavam as recomendações para prática de atividade física em adolescentes ( $\geq 300$  minutos/semana) também foi maior que o das meninas na adolescência.

### ***Associação entre atividade física com IMG e IMM***

Na Tabela 3 são apresentadas as relações entre atividade física moderada e vigorosa categorizadas em tercís aos 11, 15 e 18 anos com o IMG e IMM contínuos aos 18 anos. As análises brutas apontaram a existência de relações inversas entre IMG e atividade física vigorosa aos 15 anos e moderada aos 18 anos somente para o sexo masculino. A análise da associação entre a prática de atividade física moderada e vigorosa em tercís, para as três

idades, com o IMM demonstrou que ambas têm uma relação direta com a MM (Tabela 3). No entanto, os benefícios promovidos foram diferentes de acordo com a intensidade, variando entre os períodos. A atividade física vigorosa apresentou um efeito mais forte entre os meninos, exceto aos 11 anos – período no qual a atividade física moderada apresentou um maior efeito sobre o IMM aos 18 anos. Entre as meninas, o efeito das atividades físicas moderadas foi mais forte aos 15 e 18 anos. Todavia, a atividade física vigorosa aos 11 anos promoveu efeito de maior magnitude que o da moderada sobre o IMM aos 18 anos.

As relações entre as trajetórias de atividade física total, moderada e vigorosa com o IMG e IMM para meninos e meninas, estão apresentadas na Tabela 4. Após a realização das análises brutas e ajustadas entre as trajetórias de atividade física e o IMG, verificou-se que somente a trajetória de atividade física vigorosa, entre os meninos, apresentou relação inversa com o IMG, a qual foi mantida mesmo após ajuste para covariáveis (Valor  $p$  ajustado=0,03). Verificou-se, quando testada a relação entre as trajetórias de atividade física total, moderada e vigorosa durante a adolescência e o IMM aos 18 anos, que há um importante efeito direto da prática de atividade física sobre a MM de meninos e meninas aos 18 anos. Entre os meninos foi possível observar um efeito dose-resposta em todas as trajetórias de atividade física. Além disso, observou-se que neles a atividade física vigorosa promoveu um efeito mais forte sobre a MM, quando comparada com a atividade física moderada, e mais fraco em contraste com a prática de atividade física total. Nas meninas, somente a trajetória de atividade física vigorosa apresentou efeito dose-resposta entre as categorias analisadas, esse tipo de atividade apresentou efeito de maior magnitude quando comparada aos da atividade física total e moderada. Os efeitos positivos das trajetórias de atividade física sobre a MM foram observados tanto nas análises brutas, quanto nas ajustadas, para ambos os sexos.

A associação entre o tempo acumulado de atividade física moderada e vigorosa aos 11, 15 e 18 anos, com o IMG e IMM de meninos e meninas aos 18 anos também foi verificada

através da utilização de variáveis de tempo acumulado de atividade física moderada e vigorosa (em quartis). Nenhum efeito foi observado na relação entre o tempo acumulado de prática de atividade física moderada e vigorosa com o IMG. Quando o IMM foi considerado, observou-se associação positiva entre o tempo acumulado de atividade física moderada e vigorosa e o IMM aos 18 anos com a existência de efeito dose-resposta nas análises brutas e ajustadas para meninos e meninas. O maior efeito sobre o IMM de meninos e meninas foi observado para a atividade física vigorosa (Figura 1).

## **DISCUSSÃO**

Ao investigar os efeitos longitudinais e transversais da prática de atividade física durante a adolescência sobre a composição corporal no início da vida adulta, mais especificamente as MG e MM, os principais achados foram: (i) meninos e meninas que apresentavam maior tempo de prática de atividade física aos 11, 15 e 18 anos ou sustentaram a prática de atividade física (total, moderada e vigorosa), conforme pontos de corte estabelecidos, ao longo da adolescência, tinham maior quantidade de MM aos 18 anos, com um efeito de maior magnitude promovido pelas atividades físicas vigorosas; (ii) a prática consistente de atividade física vigorosa durante a adolescência conferiu menor quantidade de MG aos 18 anos nos meninos; (iii) a idade de 15 anos foi o período no qual a prática de atividade física vigorosa promoveu maior impacto sobre a MG dos meninos aos 18 anos.

Estudos que tiveram como propósito investigar a relação entre a prática de atividade física e a MM mostraram que as atividades físicas total, moderadas e vigorosas estão diretamente associadas com a MM durante a adolescência (6, 25, 32). Entretanto, em nenhum destes estudos foi avaliado os efeitos específicos das atividades físicas de intensidade moderada e vigorosa sobre a MM. Em nosso estudo, a avaliação dos efeitos específicos das

atividades físicas de intensidades moderada e vigorosa sobre a MM aos 18 anos, apontou que meninos e meninas que tinham maior tempo de prática aos 11, 15 e 18 anos ou que possuíam uma prática consistente de atividade física total, moderada ou vigorosa, apresentavam maior quantidade de MM aos 18 anos, com um efeito de maior magnitude promovido pelas atividades físicas vigorosas.

A adolescência é uma fase de acelerado crescimento, com importantes incrementos na massa muscular, como resultado natural deste período (38). Todavia, as diferenças detectadas entre os adolescentes com maior tempo gasto e consistência na prática de atividade física durante esta etapa indicam que existem mecanismos fisiológicos neste processo que são favorecidos pela prática de atividade física, especialmente as vigorosas. Neste sentido, a maior estimulação da atividade de hormônios anabólicos, tais como, testosterona, hormônio do crescimento e também dos fatores hormonais de crescimento (10, 14), envolvidos nos processos de aumento ou manutenção da MM (12, 30, 39), é a mais provável explicação para nossos achados.

O efeito inverso da prática de atividade física sobre a GC, sobretudo as vigorosas, tem sido demonstrado em estudos transversais (20) e longitudinais (13). Nas análises do presente estudo, após ajuste para uma série de variáveis conhecidas por influenciar no desenvolvimento da GC, somente as atividades físicas vigorosas e, entre os meninos, foram inversamente associadas com a MG aos 18 anos. Achados que corroboram com outros dois estudos com metodologias semelhantes ao nosso (27, 31).

As adaptações fisiológicas estimuladas no organismo compõem um conjunto de mecanismos que possibilitam uma maior utilização da GC como substrato para satisfazer as demandas metabólicas impostas pela da prática de atividade física (19, 50). Assim, às apontamos como as razões mais plausíveis para nosso achado. Entre outras adaptações, estão:

o aumento do gasto energético (40, 50) – requerido pela maior demanda energética imposta pelos movimentos vigorosos (22); a maior taxa de oxidação de gorduras (21, 41) – resultado da maior atividade das enzimas oxidativas (26, 43) e dos hormônios lipolíticos (14, 48); o incremento na taxa metabólica de repouso (RMR) (23, 42) através do aumento do consumo de oxigênio após a prática de atividades físicas vigorosas (18, 41) e pela maior quantidade de tecido muscular esquelético (6, 25).

Em relação às diferenças identificadas entre os sexos, as razões mais prováveis para que não tenha sido verificada relação inversa entre a prática de atividade física e GC nas meninas são: o fato da adolescência ser um período de grande aquisição de MG para as meninas; as diferenças hormonais, que não favorecem o sexo feminino na redução da MG (38); a menor quantidade de prática de atividade física vigorosa entre as meninas ao longo da adolescência. Há também que se considerar a possível falta de poder amostral para detectar uma diferença estatisticamente significativa em favor daquelas que praticaram 75 ou mais minutos semanais de prática de atividade física vigorosa nas três idades avaliadas. Além disso, durante a adolescência meninos possuem grande capacidade de oxidação de gordura (35).

Algumas questões importantes podem ser consideradas como limitações em nosso estudo. A mensuração da prática de atividade física aos 11, 15 e 18 anos ter sido realizada por meio de questionários, visto a possibilidade de erros de classificação inerentes aos instrumentos, como respostas super ou subestimadas. Todavia, o instrumento utilizado aos 11 e 15 anos foi validado com o uso de pedômetros como método de referência e apresentou uma boa correlação (*Coefficiente de correlação de Spearman*=0,62) e concordância (*Kappa*=0,58) (5). Aos 18 anos foi utilizado o IPAQ, instrumento validado com a utilização de acelerômetro como método critério e que tem sido amplamente utilizado em estudos com grandes amostras (15, 29). O fato de utilizar dois instrumentos diferentes para medida da prática de atividade

física aos 11 e 15 e aos 18 anos pode ter sido minimizado, visto que foram consideradas somente as atividades de lazer e deslocamento as quais foram padronizadas e operacionalizadas como atividade física total, moderada e vigorosa, com a aplicação dos mesmos pontos de corte em todos os períodos. Além disso, a classificação das atividades em moderada e vigorosa foi realizada com base no compêndio específico para adolescentes (37) e no guia para processamento e análise de dados do IPAQ (1).

Entre as forças de nosso estudo podemos destacar os seguintes aspectos: (i) o fato de ter três mensurações da prática de atividade física durante a adolescência, representando idades do início (11 anos), meio (15 anos) e final (18 anos) desta fase, que possibilitou avaliar a mudança neste período e traçar trajetórias; (ii) a utilização do DXA, que permitiu a mensuração específica da MG e MM; (iii) o ajuste dos desfechos MG e MM para altura dos indivíduos, através da transformação da medida de MG e MM absolutas em índices (IMG e MM); (iv) o ajuste das análises para uma série de variáveis que conhecidamente afetam o desenvolvimento da MG e MM e (v) ser um estudo de coorte populacional realizado no Brasil.

Em resumo, manter níveis elevados de prática de atividade física durante a adolescência, sobretudo as de intensidade vigorosa, foi relacionado com uma maior quantidade de MM em ambos os sexos e uma menor quantidade de MG entre os meninos aos 18 anos. Ainda que a prática de atividade física não tenha apresentado efeitos diretos na quantidade de MG de meninas, o efeito da atividade física vigorosa sobre o ganho de MM sugere que esta pode representar uma importante estratégia para aumentar o gasto energético e a RMR, além de auxiliar na manutenção ou na redução de GC.

Assim, os resultados sugerem que acumular 75 ou mais minutos semanais de atividade física vigorosa ao longo da adolescência parece ser apropriado para promover alterações na



composição corporal de meninos e meninas e, desta forma, ser capaz de auxiliar no combate a epidemia de sobrepeso e obesidade.

## **AGRADECIMENTOS**

Este artigo foi realizado com dados do estudo “Coorte de Nascimentos de Pelotas, 1993”, conduzido pelo Programa de Pós-graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas. A coorte de nascimentos de 1993 é atualmente financiada pelo Wellcome Trust através do programa Major Awards for Latin America on Health Consequences of Population Change. Fases anteriores do estudo foram financiadas pela União Européia, Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (PRONEX), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Ministério da Saúde. O primeiro autor agradece também, ao CNPq e a Capes, pela concessão de bolsas de doutorado e a Fapergs pelo financiamento do projeto de doutorado que proporcionou a produção desta publicação.

## **CONFLITO DE INTERESSE**

Não há conflito de interesse.

## REFERÊNCIAS

1. Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) - Short Form, version 2.0. April 2004.
2. Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, et al. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Med Sci Sports Exerc.* 1993 Jan;25(1):71-80.
3. Baker JL, Olsen LW, Sorensen TI. Childhood body-mass index and the risk of coronary heart disease in adulthood. *N Engl J Med.* 2007 Dec 6;357(23):2329-37.
4. Barros AJ, Victora CG. [A nationwide wealth score based on the 2000 Brazilian demographic census]. *Rev Saude Publica.* 2005 Aug;39(4):523-9.
5. Bastos JP, Araujo CL, Hallal PC. Prevalence of insufficient physical activity and associated factors in Brazilian adolescents. *J Phys Act Health.* 2008 Nov;5(6):777-94.
6. Baxter-Jones AD, Eisenmann JC, Mirwald RL, Faulkner RA, Bailey DA. The influence of physical activity on lean mass accrual during adolescence: a longitudinal analysis. *J Appl Physiol (1985).* 2008 Aug;105(2):734-41.
7. Bielemann RM, Domingues MR, Horta BL, et al. Physical activity throughout adolescence and bone mineral density in early adulthood: the 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. *Osteoporos Int.* 2014 Aug;25(8):2007-15.
8. Bielemann RM, Martinez-Mesa J, Gigante DP. Physical activity during life course and bone mass: a systematic review of methods and findings from cohort studies with young adults. *BMC Musculoskelet Disord.* 2013;14:77.
9. Block G, Gillespie C, Rosenbaum EH, Jenson C. A rapid food screener to assess fat and fruit and vegetable intake. *Am J Prev Med.* 2000 May;18(4):284-8.
10. Cadore EL, Izquierdo M, dos Santos MG, et al. Hormonal responses to concurrent strength and endurance training with different exercise orders. *J Strength Cond Res.* 2012 Dec;26(12):3281-8.
11. Carson V, Rinaldi RL, Torrance B, et al. Vigorous physical activity and longitudinal associations with cardiometabolic risk factors in youth. *Int J Obes (Lond).* 2014 Jan;38(1):16-21.
12. Clemmons DR. Role of IGF-I in skeletal muscle mass maintenance. *Trends Endocrinol Metab.* 2009 Sep;20(7):349-56.

13. Cohen DA, Ghosh-Dastidar B, Conway TL, et al. Energy balance in adolescent girls: the trial of activity for adolescent girls cohort. *Obesity (Silver Spring)*. 2014 Mar;22(3):772-80.
14. Consitt LA, Copeland JL, Tremblay MS. Endogenous anabolic hormone responses to endurance versus resistance exercise and training in women. *Sports Med*. 2002;32(1):1-22.
15. Craig CL, Marshall AL, Sjoström M, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc*. 2003 Aug;35(8):1381-95.
16. Dumith SC, Gigante DP, Domingues MR, Kohl HW, 3rd. Physical activity change during adolescence: a systematic review and a pooled analysis. *Int J Epidemiol*. 2011 Jun;40(3):685-98.
17. Goncalves H, Assuncao MC, Wehrmeister FC, et al. Cohort profile update: The 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort follow-up visits in adolescence. *Int J Epidemiol*. 2014 Aug;43(4):1082-8.
18. Gore CJ, Withers RT. Effect of exercise intensity and duration on postexercise metabolism. *J Appl Physiol (1985)*. 1990 Jun;68(6):2362-8.
19. Gutin B, Yin Z, Humphries MC, Barbeau P. Relations of moderate and vigorous physical activity to fitness and fatness in adolescents. *Am J Clin Nutr*. 2005 Apr;81(4):746-50.
20. Hay J, Maximova K, Durksen A, et al. Physical activity intensity and cardiometabolic risk in youth. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2012 Nov;166(11):1022-9.
21. Horowitz JF. Fatty acid mobilization from adipose tissue during exercise. *Trends Endocrinol Metab*. 2003 Oct;14(8):386-92.
22. Howley ET. Type of activity: resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. *Med Sci Sports Exerc*. 2001 Jun;33(6 Suppl):S364-9; discussion S419-20.
23. Hunter GR, Weinsier RL, Bamman MM, Larson DE. A role for high intensity exercise on energy balance and weight control. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1998 Jun;22(6):489-93.
24. Jakicic JM, Otto AD. Physical activity considerations for the treatment and prevention of obesity. *Am J Clin Nutr*. 2005 Jul;82(1 Suppl):226S-9S.
25. Jimenez-Pavon D, Fernandez-Vazquez A, Alexy U, et al. Association of objectively measured physical activity with body components in European adolescents. *BMC Public Health*. 2013 Jul 18;13(1):667.

26. Little JP, Safdar A, Wilkin GP, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms. *J Physiol*. 2010 Mar 15;588(Pt 6):1011-22.
27. Martinez-Gomez D, Mielke GI, Menezes AM, Goncalves H, Barros FC, Hallal PC. Active commuting throughout adolescence and central fatness before adulthood: prospective birth cohort study. *PLoS One*. 2014;9(5):e96634.
28. Martinez-Gomez D, Ruiz JR, Ortega FB, et al. Recommended levels of physical activity to avoid an excess of body fat in European adolescents: the HELENA Study. *Am J Prev Med*. 2010 Sep;39(3):203-11.
29. Matsudo S, Araujo T, Matsudo V, et al. International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): study of validity and reliability in Brazil. *Brazilian journal of physical activity and health*. 2001;6(2).
30. Meinhardt U, Nelson AE, Hansen JL, et al. The effects of growth hormone on body composition and physical performance in recreational athletes: a randomized trial. *Ann Intern Med*. 2010 May 4;152(9):568-77.
31. Mundt CA, Baxter-Jones AD, Whiting SJ, Bailey DA, Faulkner RA, Mirwald RL. Relationships of activity and sugar drink intake on fat mass development in youths. *Med Sci Sports Exerc*. 2006 Jul;38(7):1245-54.
32. Ness AR, Leary SD, Mattocks C, et al. Objectively measured physical activity and fat mass in a large cohort of children. *PLoS Med*. 2007 Mar;4(3):e97.
33. Pate RR, Pratt M, Blair SN, et al. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA*. 1995 Feb 1;273(5):402-7.
34. Ramires VV, Dumith SC, Goncalves H. Longitudinal association between physical activity and body fat during adolescence: a systematic review. *Journal Physical Activity & Health*. [Review]. 2014.
35. Riddell MC, Jamnik VK, Iscoe KE, Timmons BW, Gledhill N. Fat oxidation rate and the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation decreases with pubertal status in young male subjects. *J Appl Physiol (1985)*. 2008 Aug;105(2):742-8.
36. Riddoch CJ, Leary SD, Ness AR, et al. Prospective associations between objective measures of physical activity and fat mass in 12-14 year old children: the Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC). *BMJ*. 2009;339:b4544.
37. Ridley K, Ainsworth BE, Olds TS. Development of a compendium of energy expenditures for youth. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2008;5:45.

38. Rogol AD, Roemmich JN, Clark PA. Growth at puberty. *J Adolesc Health*. 2002 Dec;31(6 Suppl):192-200.
39. Sinha-Hikim I, Artaza J, Woodhouse L, et al. Testosterone-induced increase in muscle size in healthy young men is associated with muscle fiber hypertrophy. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2002 Jul;283(1):E154-64.
40. Speakman JR, Selman C. Physical activity and resting metabolic rate. *Proc Nutr Soc*. 2003 Aug;62(3):621-34.
41. Spriet LL. Regulation of skeletal muscle fat oxidation during exercise in humans. *Med Sci Sports Exerc*. 2002 Sep;34(9):1477-84.
42. Stiegler P, Cunliffe A. The role of diet and exercise for the maintenance of fat-free mass and resting metabolic rate during weight loss. *Sports Med*. 2006;36(3):239-62.
43. Talanian JL, Holloway GP, Snook LA, Heigenhauser GJ, Bonen A, Spriet LL. Exercise training increases sarcolemmal and mitochondrial fatty acid transport proteins in human skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2010 Aug;299(2):E180-8.
44. Tanner JM. *Fetus into Man: Physical Growth from Conception to Maturity*: Harvard University Press; 1990.
45. VanItallie TB, Yang MU, Heymsfield SB, Funk RC, Boileau RA. Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fat mass: potentially useful indicators of nutritional status. *Am J Clin Nutr*. 1990 Dec;52(6):953-9.
46. Victora CG, Hallal PC, Araujo CL, Menezes AM, Wells JC, Barros FC. Cohort profile: the 1993 Pelotas (Brazil) birth cohort study. *Int J Epidemiol*. 2008 Aug;37(4):704-9.
47. Viner RM, Cole TJ. 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. *Int J Obes (Lond)*. 2006 Sep;30(9):1368-74.
48. Watt MJ, Spriet LL. Regulation and role of hormone-sensitive lipase activity in human skeletal muscle. *Proc Nutr Soc*. 2004 May;63(2):315-22.
49. Wells JC. Sexual dimorphism of body composition. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2007 Sep;21(3):415-30.
50. Yoshioka M, Doucet E, St-Pierre S, et al. Impact of high-intensity exercise on energy expenditure, lipid oxidation and body fatness. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2001 Mar;25(3):332-9.

**Tabela 1.** Características dos adolescentes pertencentes à Coorte de nascimentos de Pelotas de 1993 (Brasil).

Variáveis	Meninos n(%)	Meninas n(%)
<b>Cor da pele</b>		
Branco	1480 (68,2)	1473 (65,5)
Negro	271 (12,6)	284 (12,6)
Mulato	316 (14,5)	388 (17,2)
Amarelo	44 (2,0)	49 (2,2)
Indígena	58 (2,7)	57 (2,5)
<b>Índice de Bens (IEN) - Quintil</b>		
1	445 (21,1)	418 (19,2)
2	414 (19,6)	437 (20,1)
3	401 (19,0)	456 (21,0)
4	414 (19,6)	443 (20,4)
5	436 (20,7)	420 (19,3)
<b>Estágio de Maturação - Tanner (pubic hair)</b>		
1	9 (0,5)	56 (2,7)
2	85 (4,7)	238 (11,4)
3	374 (20,5)	811 (38,8)
4	774 (42,3)	784 (37,5)
5	586 (32,0)	200 (9,6)
<b>AF total 11, 15 and 18 anos (≥300 minutos/semana)</b>		
Nunca	112 (6,3)	474 (24,6)
Uma vez	391 (21,9)	741 (38,5)
Duas vezes	725 (40,5)	544 (28,3)
Sempre	559 (31,3)	164 (8,6)
<b>AF moderada 11, 15 and 18 anos (≥150 minutos/semana)</b>		
Nunca	190 (10,5)	219 (11,3)
Uma vez	588 (32,4)	555 (28,5)
Duas vezes	702 (38,6)	712 (36,5)
Sempre	337 (18,5)	462 (23,7)
<b>AF vigorosa 11, 15 and 18 anos (≥75 minutos/semana)</b>		
Nunca	184 (10,2)	1,095 (56,2)
Uma vez	436 (24,1)	657 (33,7)
Duas vezes	696 (38,4)	173 (8,9)
Sempre	495 (27,3)	24 (1,2)
<b>Tempo de tela (horas/dia) em tercís - Média (DP)</b>		
Superior	7,7 (2,2)	7,5 (1,9)
Médio	4,3 (0,5)	4,3 (0,6)
Inferior	1,9 (0,9)	1,9 (0,9)
<b>IMC aos 11 anos em tercís - Média (DP)</b>		
Superior	22,6 (3,0)	22,6 (3,0)
Médio	17,7 (0,8)	17,8 (0,8)
Inferior	15,4 (0,8)	15,2 (1,0)
<b>Massa gorda (kg) - Média (DP)</b>	12,8 (9,4)	21,9 (9,3)
<b>Massa magra (kg) - Média (DP)</b>	54,3 (6,0)	36,5 (4,4)
<b>Índice de massa gorda (kg/m<sup>2</sup>) aos 18 anos - Média (DP)</b>	4,2 (3,0)	8,4 (3,6)
<b>Índice de massa magra (kg/m<sup>2</sup>) aos 18 anos - Média (DP)</b>	18,0 (1,6)	13,2 (1,4)

IEN= Indicador econômico nacional; AF=Atividade física; IMC= Índice de massa corporal; DP= Desvio padrão.

**Tabela 2.** Características da amostra em termos de AF total, moderada e vigorosa mensuradas aos 11, 15 e 18 anos.

Acompanhamento		% Ativos (≥300min./se)		AF Total (min./sem.)		AF Moderada (min./sem.)		AF Vigorosa (min./sem.)	
		n	%	n	Mediana (IIQ)	n	Mediana (IIQ)	n	Mediana (IIQ)
11 anos	<b>Total</b>	4293	48,0	4293	280 (140-545)	4312	150 (75-290)	4311	30 (0-180)
	<b>Meninos</b>	2120	58,4	2120	370 (180-662)	2130	140 (60-265)	2128	120 (16-330)
	<b>Meninas</b>	2173	38,0	2173	220 (110-415)	2182	167 (85-315)	2183	0 (0-45)
15 anos	<b>Total</b>	4324	48,2	4324	280 (120-580)	4326	120 (50-245)	4326	0 (0-195)
	<b>Meninos</b>	2110	62,6	2110	420 (190-810)	2115	100 (30-200)	2115	150 (0-420)
	<b>Meninas</b>	2214	34,5	2214	200 (90-390)	2211	150 (50-280)	2211	0 (0-0)
18 anos	<b>Total</b>	4060	57,3	4060	360 (152-680)	4104	240 (120-490)	4099	0 (0-360)
	<b>Meninos</b>	1989	69,5	1989	480 (250-850)	2014	300 (150-600)	2010	120 (0-600)
	<b>Meninas</b>	2071	45,6	2071	250 (120-510)	2090	210 (90-420)	2089	0 (0-0)

AF=Atividade física; IIQ= Intervalo interquartil.

**Tabela 3.** Associação entre AF Moderada e Vigorosa aos 11, 15 e 18 anos com massa gorda e magra aos 18 anos em meninos e meninas pertencentes à Coorte de nascimentos de Pelotas de 1993 (Brasil).

Intensidades da AF	Índice de Massa Gorda (IMG)						Índice de Massa Magra (IMM)					
	Meninos			Meninas			Meninos			Meninas		
	<i>n</i>	Coefficiente $\beta$ (IC95%)	<i>p</i>	<i>n</i>	Coefficiente $\beta$ (IC95%)	<i>p</i>	<i>n</i>	Coefficiente $\beta$ (IC95%)	<i>p</i>	<i>n</i>	Coefficiente $\beta$ (IC95%)	<i>P</i>
<b>AF Moderada aos 11 anos</b> (tercis)	1782		*0,7	1842		*0,3	1782		*0,003	1842		*0,005
1	724	0		590	0		724	0		590	0	
2	548	-0,14 (-0,48; 0,20)		577	0,00 (-0,42; 0,40)		548	0,13 (-0,04; 0,29)		577	0,11 (-0,06; 0,28)	
3	510	-0,01 (-0,36; 0,33)		675	0,27 (-0,13; 0,66)		510	0,30 (0,13; 0,48)		675	0,26 (0,10; 0,43)	
<b>AF Vigorosa aos 11 anos</b> (tercis)	1780		*0,4	1843		*0,6	1780		*0,4	1843		*0,008
1	413	0		1231	0		413	0		1231	0	
2	485	-0,07 (-0,48; 0,33)		369	-0,14 (-0,56; 0,27)		485	0,09 (-0,11; 0,29)		369	0,06 (-0,11; 0,23)	
3	882	-0,23 (-0,59; 0,13)		243	-0,20 (-0,70; 0,28)		882	0,12 (-0,07; 0,30)		243	0,32 (0,12; 0,52)	
<b>AF Moderada aos 15 anos</b> (tercis)	1796		*0,6	1914		*0,2	1796		*0,008	1914		*<0,001
1	681	0		553	0		681	0		553	0	
2	609	-0,18 (-0,51; 0,16)		631	0,18 (-0,22; 0,59)		609	-0,08 (-0,25; 0,08)		631	0,15 (-0,01; 0,31)	
3	506	-0,03 (-0,39; 0,32)		730	0,36 (-0,03; 0,75)		506	0,20 (0,02; 0,38)		730	0,31 (0,15; 0,47)	
<b>AF Vigorosa aos 15 anos</b> (tercis)	1796		*0,001	1914		*0,2	1796		*<0,001	1914		*0,02
1	436	0		1533	0		436	0		1533	0	
2	390	-0,50 (-0,92; -0,09)		223	0,07 (-0,43; 0,57)		390	0,28 (0,07; 0,49)		223	0,22 (0,02; 0,42)	
3	970	-0,65 (-1,00; -0,30)		158	-0,50 (-1,09; 0,07)		970	0,50 (0,34; 0,68)		158	0,23 (0,00; 0,46)	
<b>AF Moderada aos 18 anos</b> (tercis)	1901		*0,001	1949		*0,07	1901		*0,03	1949		*<0,001
1	500	0		779	0		500	0		779	0	
2	642	-0,08 (-0,43; 0,28)		658	0,27 (-0,09; 0,64)		642	0,12 (-0,06; 0,30)		658	0,27 (0,12; 0,42)	
3	759	-0,56 (-0,90; -0,21)		512	0,45 (0,05; 0,84)		759	0,24 (0,06; 0,41)		512	0,50 (0,34; 0,66)	
<b>AF Vigorosa aos 18 anos</b> (tercis)	1899		*0,4	1949		*0,3	1899		*<0,001	1949		*<0,001
1	786	0		1459	0		786	0		1459	0	
2	209	0,30 (-0,15; 0,77)		101	0,21 (-0,50; 0,93)		209	0,10 (-0,13; 0,34)		101	0,36 (0,07; 0,65)	
3	904	0,10 (-0,19; 0,39)		389	0,29 (-0,11; 0,69)		904	0,46 (0,30; 0,60)		389	0,34 (0,18; 0,50)	

\*Valor *P* de heterogeneidade.

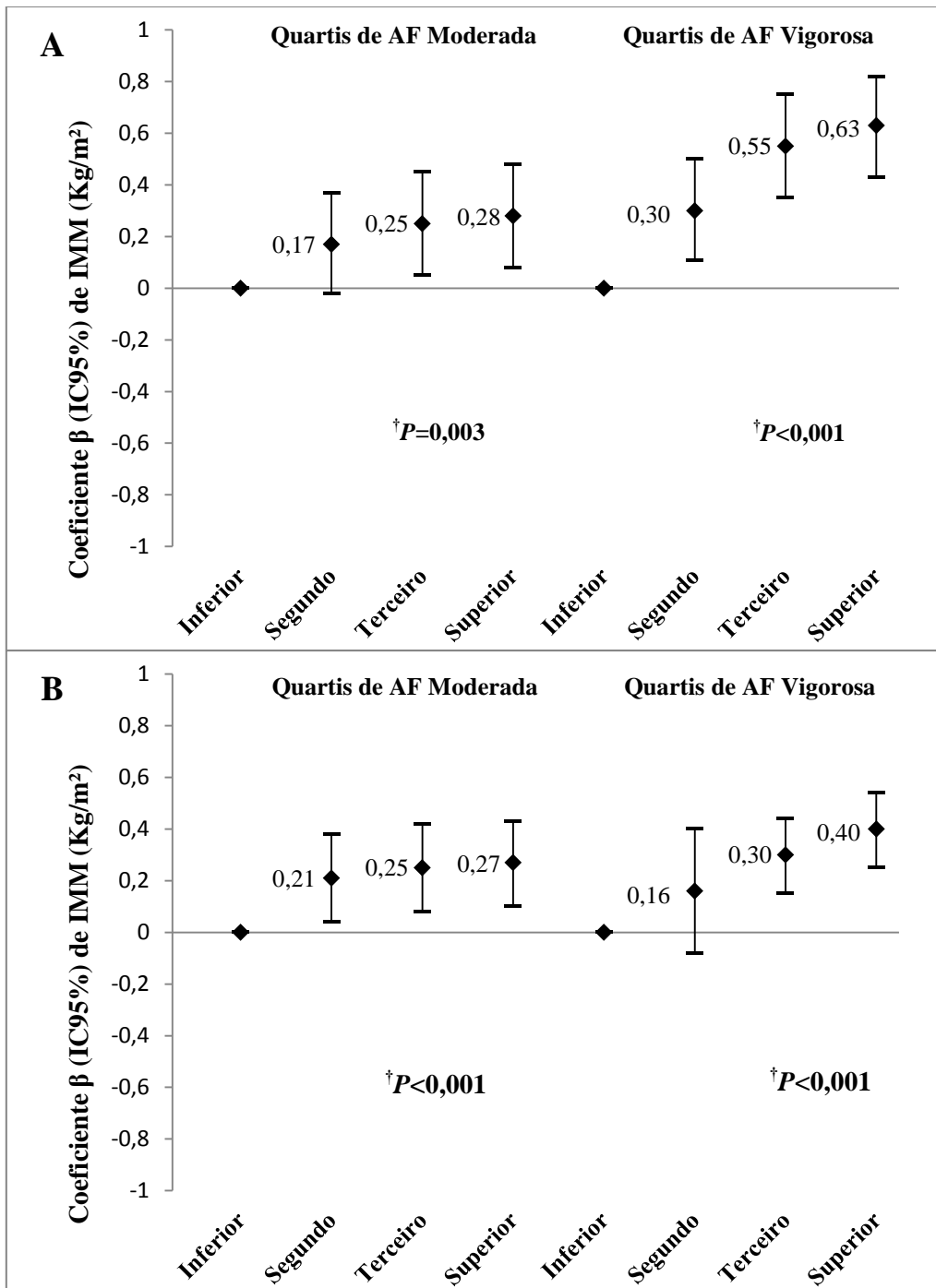


**Tabela 4.** Associação entre trajetórias de AF total, Moderada e Vigorosa aos 11, 15 e 18 anos com massa gorda e magra aos 18 anos em meninos e meninas pertencentes à Coorte de nascimentos de Pelotas de 1993 (Brasil).

Trajetórias de AF 11, 15 e 18 anos	Índice de Massa Gorda (IMG)						Índice de Massa Magra (IMM)					
	Bruta			Ajustada†			Bruta			Ajustada†		
	<i>n</i>	Coefficiente $\beta$ (IC95%)	<i>p</i>	<i>n</i>	Coefficiente $\beta$ (IC95%)	<i>p</i>	<i>n</i>	Coefficiente $\beta$ (IC95%)	<i>p</i>	<i>n</i>	Coefficiente $\beta$ (IC95%)	<i>P</i>
<b>Total (<math>\geq 300</math>min/sem)</b>	1703		*0,04	1368		*0,4	1703		$\leq 0,001$	1368		$\leq 0,001$
Nunca	113	0		93	0		113	0		93	0	
Uma vez	406	-0,86 (-1,50; -0,22)		323	-0,42 (-0,93; 0,08)		406	0,80 (0,47; 1,14)		323	0,57 (0,27; 0,87)	
Duas vezes	681	-0,79 (-1,40; -0,18)		546	-0,35 (-0,83; 0,13)		681	0,98 (0,66; 1,30)		546	0,83 (0,54; 1,12)	
Sempre	503	-0,87 (-1,50; -0,25)		406	-0,26 (-0,75; 0,24)		503	1,13 (0,81; 1,46)		406	0,99 (0,69; 1,29)	
<b>Moderada</b>	1731		*0,3	1386		*0,6	1731		$\leq 0,001$	1386		$\leq 0,004$
Nunca	180	0		149	0		180	0		149	0	
Uma vez	555	-0,46 (-0,98; 0,06)		437	0,02 (-0,38; 0,43)		555	0,23 (-0,03; 0,49)		437	0,25 (0,00; 0,50)	
Duas vezes	670	-0,47 (-0,97; 0,04)		542	0,05 (-0,35; 0,45)		670	0,29 (0,04; 0,54)		542	0,29 (0,05; 0,53)	
Sempre	326	-0,34 (-0,90; 0,22)		258	0,23 (-0,21; 0,68)		326	0,55 (0,27; 0,83)		258	0,40 (0,13; 0,68)	
<b>Vigorosa (<math>\geq 75</math>min/sem)</b>	1727		*0,02	1384		*0,03	1727		$\leq 0,001$	1384		$\leq 0,001$
Nunca	174	0		134	0		174	0		134	0	
Uma vez	410	-0,90 (-1,45; -0,36)		323	-0,64 (-1,08; -0,20)		410	0,48 (0,20; 0,75)		323	0,53 (0,27; 0,80)	
Duas vezes	667	-0,86 (-1,36; -0,34)		536	-0,54 (-0,95; -0,13)		667	0,54 (0,28; 0,80)		536	0,62 (0,37; 0,87)	
Sempre	476	-0,74 (-1,27; -0,20)		391	-0,53 (-0,96; -0,10)		476	0,88 (0,62; 1,15)		391	0,95 (0,69; 1,21)	
<b>Total (<math>\geq 300</math>min/sem)</b>	1797		*0,1	1576		*0,3	1797		$\leq 0,001$	1576		$\leq 0,001$
Nunca	467	0		405	0		467	0		405	0	
Uma vez	683	0,47 (0,05; 0,89)		597	0,20 (-0,10; 0,50)		683	0,24 (0,07; 0,41)		597	0,13 (-0,02;	
Duas vezes	499	0,45 (0,00; 0,90)		441	0,19 (-0,13; 0,52)		499	0,51 (0,33; 0,70)		441	0,34 (0,18; 0,50)	
Sempre	148	0,37 (-0,29; 1,03)		133	-0,13 (-0,61; 0,34)		148	0,49 (0,22; 0,76)		133	0,23 (-0,00;	
<b>Moderada</b>	1820		*0,1	1594		*0,9	1820		$\leq 0,001$	1594		*0,006
Nunca	205	0		176	0		205	0		176	0	
Uma vez	522	0,30 (-0,27; 0,88)		457	0,02 (-0,39; 0,44)		522	0,21 (-0,02; 0,45)		457	0,16 (-0,04;	
Duas vezes	661	0,43 (-0,13; 0,99)		580	0,07 (-0,33; 0,48)		661	0,51 (0,28; 0,74)		580	0,34 (0,13; 0,54)	
Sempre	432	0,68 (0,08; 1,28)		381	-0,05 (-0,48; 0,38)		432	0,50 (0,26; 0,74)		381	0,23 (0,02; 0,45)	
<b>Vigorosa (<math>\geq 75</math>min/sem)</b>	1821		*0,7	1595		*0,3	1821		$\leq 0,001$	1595		$\leq 0,001$
Nunca	1014	0		873	0		1014	0		873	0	
Uma vez	618	-0,02 (-0,38; 0,33)		549	-0,04 (-0,29; 0,22)		618	0,26 (0,12; 0,40)		549	0,27 (0,14; 0,39)	
Duas vezes	165	-0,32 (-0,91; 0,27)		152	0,04 (-0,37; 0,45)		165	0,28 (0,04; 0,52)		152	0,35 (0,14; 0,56)	
Sempre	24	-0,24 (-1,69; 1,21)		21	-0,94 (-1,97; 0,09)		24	1,04 (0,46; 1,63)		21	0,80 (0,29; 1,32)	

\*Valor P de heterogeneidade; § Valor P de tendência linear; †Ajustada para: Índice de bens, cor da pele, consumo de medicamentos para perda de peso, dieta para perda de peso, alta ingestão de gordura, IMC, tempo de tela (horas/semana) e escolaridade materna, IMC materno e AF materna aos 11 anos e maturação sexual (Tanner/pelos pubianos) aos 15 anos; IMC= Índice de massa corporal; AF= Atividade física.

**Nunca, uma vez, duas vezes e sempre**= vezes que atingiu os pontos de corte  $\geq 300$  (min/sem),  $\geq 150$  (min/sem) and  $\geq 75$  (min/sem) para AF total, moderada e vigorosa, respectivamente, aos 11, 15 e 18 anos.



Ajustada para: Índice de bens, cor da pele, consumo de medicamentos para perda de peso, dieta para perda de peso, alta ingestão de gordura, IMC, tempo de tela (horas/semana) e escolaridade materna, IMC materno e AF materna aos 11 anos e maturação sexual (Tanner/pelos pubianos) aos 15 anos; IMC= Índice de massa corporal; IMM= Índice de massa magra; AF= Atividade física; †Valor P de tendência linear.

**Figura 1.** Efeitos da AF moderada e vigorosa acumulada aos 11, 15 e 18 anos sobre ao IMM aos 18 anos em meninos (A) e meninas (B) pertencentes à Coorte de nascimentos de Pelotas de 1993 (Brasil).

## **Artigo 3**

Após revisão da banca, ajustes e tradução para o Inglês, este artigo será submetido para o periódico *International Journal Obesity* (IJO).

# **EFEITOS DA ATIVIDADE FÍSICA MODERADA A VIGOROSA DURANTE A ADOLESCÊNCIA SOBRE A GORDURA CORPORAL EM ADULTOS JOVENS**

Efeitos da atividade física moderada a vigorosa sobre a massa gorda em jovens

Virgílio Viana Ramires<sup>1</sup>

Samuel Carvalho Dumith<sup>2</sup>

Fernando Cesar Wehrmeister<sup>1</sup>

Helen Gonçalves<sup>1</sup>

**1** – Programa de Pós-graduação em Epidemiologia, Universidade Federal de Pelotas, Brasil.

**2** – Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, Universidade Federal do Rio Grande, Brasil.

## **ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA**

**Rua:** Marechal Deodoro, 1160 – 3º Piso

**Bairro:** Centro

**CEP:** 96020-220

**Cidade:** Pelotas

**Estado:** Rio Grande do Sul

**País:** Brasil

**E-mail:** [virgiloramires@hotmail.com](mailto:virgiloramires@hotmail.com)

## RESUMO

**Introdução:** A prática de atividade física tem sido inversamente associada com a gordura corporal. O tempo e a intensidade adequada para obter os efeitos benéficos da atividade física sobre a gordura corporal ainda não estão bem estabelecidos na literatura. **Objetivo:** Verificar os efeitos longitudinais e transversais da prática de atividade física moderada a vigorosa (AFMV) durante a adolescência (13 e 18 anos) sobre a massa gorda aos 18 anos. **Métodos:** Uma subamostra de adolescentes (N=396), pertencentes à coorte de nascimentos de Pelotas de 1993, foi estudada. Informações sobre a atividade física foram coletadas por meio de acelerômetros. A massa gorda (MG) foi avaliada aos 13 anos pela técnica de diluição do deutério e aos 18 anos através do DXA. O efeito da prática de AFMV durante a adolescência sobre a massa gorda aos 18 anos foi testado através de regressão linear simples e múltipla. **Resultados:** Nas análises transversais, pertencer ao tercil superior de AFMV entre os meninos ( $\beta = -0,90$  IC95% -1,37; -0,44) e aos tercis médio ( $\beta = -0,55$  IC95% -0,94; -0,17) e superior ( $\beta = -0,55$  IC95% -0,94; -0,16) entre as meninas foi inversamente associado com a MG aos 18 anos. Também, cada hora adicional de AFMV se mostrou inversamente associada com a MG de meninos ( $\beta = -0,37$  IC95% -0,57; -0,18) e meninas ( $\beta = -0,43$  IC95% -0,75; -0,11) aos 18 anos. Efeitos mantidos mesmo após o ajuste das análises. Contrariamente, nas associações longitudinais nenhum efeito se manteve após o ajuste. **Conclusão:** A prática de AFMV na adolescência não apresentou efeitos longitudinais sobre a MG no início da idade adulta.

**Palavras Chave:** Atividade motora, Composição corporal, Adolescência, Estudos longitudinais, acelerômetros.

## ABSTRACT

**Background:** Physical activity practice has been inversely associated with body fat. The benefits regarding intensity and duration of physical activity on body fat have not yet been established. **Goal:** To verify cross-sectional and longitudinal effects of moderate to vigorous physical activity (MVPA) during adolescence (13-18 years) on body fat at 18 years. **Methods:** Subsample of adolescents (N=396) belonging to the 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort was studied. Data about physical activity were collected using accelerometers at the 13 and 18 years. Fat mass (FM) was evaluated at 13 years using deuterium dilution technique and at 18 years by DXA. The effect of MVPA practice during adolescence on fat mass at 18 years was tested through simple and multiple linear regressions. **Results:** In a cross-sectional analysis, boys belonging to the upper tertile ( $\beta = -0.90$  CI95% -1.37; -0.44), and girls belonging to the middle ( $\beta = -0.55$  CI95% -0.94; -0.17) or upper ( $\beta = -0.55$  CI95% -0.94; -0.16) tertiles at 18 years showed an inverse association between MVPA and FM. Furthermore, each additional hour of MVPA was also inversely associated with FM in boys ( $\beta = -0.37$  CI95% -0.57; -0.18) and girls ( $\beta = -0.43$  CI95% -0.75; -0.11) at 18 years. The cross sectional associations were maintained even after the adjusted analysis. In a longitudinal analysis, neither effect remained after adjusting for covariates. **Conclusion:** Increased MVPA practice in adolescence was not associated with smaller amounts of FM in early adulthood.

**Keywords:** motor activity, body composition, adolescence, longitudinal studies, accelerometers.

## INTRODUÇÃO

A gordura corporal desempenha importantes funções no organismo necessárias à manutenção da vida<sup>1</sup>. Todavia, quando acumulada em excesso poderá promover uma série de agravos de saúde<sup>2</sup>, ter repercussão negativa sobre desfechos de saúde na vida adulta<sup>3</sup> e aumentar o risco de morte prematura<sup>4</sup>. As elevadas prevalências e incidências de sobrepeso e obesidade observadas nas últimas décadas destacaram um problema de saúde atual.<sup>5</sup> A adolescência é uma fase de grande vulnerabilidade para a aquisição de gordura corporal<sup>6</sup> e um período da vida em que a prática de atividade física tem sido bastante recomendada, em virtude dos diversos benefícios trazidos à saúde, entre os quais a redução da adiposidade.<sup>7</sup>

A prática regular de atividades físicas moderadas a vigorosas (AFMV) e sua relação com a gordura corporal em adolescentes têm sido estudada e, em geral, os resultados apontam que os praticam maior quantidade de AFMV apresentam menores medidas nos indicadores de gordura corporal, tais como, índice de massa corporal (IMC), circunferência da cintura (CC), dobras cutâneas (DC), percentual de gordura corporal (%G) e massa gorda (MG), em estudos transversais<sup>8-12</sup> e longitudinais<sup>13-16</sup>.

Todavia, a relação longitudinal entre a prática de AFMV com a gordura corporal durante a adolescência ainda não está bem estabelecida na literatura, especialmente considerando a MG propriamente dita como desfecho. Em recente revisão<sup>14</sup> sobre a relação entre a prática de atividade física com a gordura corporal em adolescente foi reportado que somente três estudos<sup>15, 17, 18</sup>, cujos resultados não são consistentes, foram conduzidos com este objetivo. Assim, a realização de investigações que possam contribuir para o esclarecimento desta relação é de grande importância para a literatura.



Neste contexto, o presente estudo foi desenvolvido como objetivo de investigar os efeitos longitudinais e transversais da prática de AFMV sobre a MG durante a adolescência e início da idade adulta.

## MÉTODOS

Este é um estudo longitudinal desenvolvido com adolescentes pertencentes à coorte de nascimentos de Pelotas de 1993. Desde o período perinatal até os 18 anos de idade uma série de acompanhamentos foram realizados. Informações detalhadas sobre os métodos e dados dos acompanhamentos desta coorte foram publicadas anteriormente<sup>19-21</sup>. Aos 13 anos, uma subamostra de 568 indivíduos da coorte foi selecionada para participar de um subestudo sobre atividade física e composição corporal. Houve 42 perdas de acompanhamento e 15 recusas aos 13 anos. Dos que foram localizados e participaram do estudo, 498 adolescentes forneceram dados válidos de atividade física e 511 de composição corporal<sup>22</sup>. Aos 18 anos, todos os pertencentes à coorte de nascimentos de 1993 foram procurados e 4.106 foram localizados (taxa de acompanhamento= 81,3%)<sup>19</sup>. Outros dados (ex.: condições de saúde, renda e escolaridade) foram coletados aos 13 anos com um responsável (em geral a mãe) e aos 18 anos com os jovens através de questionários aplicados por entrevistadores treinados<sup>19-21</sup>.

A atividade física, aos 13 anos, foi coletada por meio acelerômetros ActiGraph, modelo GT1M (ActiGraph Corporation, Pensacola, FL). Todos participantes foram orientados a utilizar sempre o acelerômetro na cintura, retirando-o somente para banho ou natação. Para mais de 80% dos adolescentes as informações de atividade física compreendem quatro dias consecutivos. Detalhes sobre os métodos utilizados para a coleta dessa prática com acelerômetros encontram-se publicados por Reichert *et al*<sup>22</sup>. A análise dos dados foi realizada com a utilização do software MAHuffe ([www.mrc-epid.com.ac.uk/](http://www.mrc-epid.com.ac.uk/)). A medida de atividade

física dada por este acelerômetro é expressa em counts por minutos (cpm), registrados em uma “epoch” de 5 segundos, que consiste no intervalo de tempo no qual os counts são sumarizados pelo acelerômetro<sup>23</sup>. As atividades foram classificadas como AFMV (ponto de corte de 2296 cpm<sup>24</sup>) baseadas em “bouts” de 5 minutos, os quais agrupam atividades destas intensidades realizadas consecutivamente.<sup>25</sup> Informações sobre o processamento dos dados e construção das variáveis relativos ao acompanhamento dos 13 anos também encontram-se publicadas<sup>26</sup>.

Aos 18 anos, a prática de atividade física foi mensurada através de acelerômetros modelo GENEActiv (GENEActiv ActivInsight, Kimbolton, UK), que expressa a medida de atividade física em aceleração da gravidade ( $1000\text{mg}=1\text{g}=9,81\text{m/s}^2$ ) captada em três eixos. Os adolescentes foram orientados a utilizar o acelerômetro no punho da mão não dominante, durante as 24 horas do dia, incluindo banho e outras atividades aquáticas. O período de utilização dos acelerômetros variou de quatro a sete dias, contendo um dia do final de semana. Os dados foram processados no GENEActiv software e analisados com R-package GGRI (<http://cran.r-project.org>). O registro das atividades foi realizado baseado em uma “epoch” de 5 segundos. As atividades físicas foram classificadas em moderadas a vigorosas (ponto de corte de  $100\text{mg}^{27}$ ), considerando um “bout” de 5 minutos. Maiores informações sobre a coleta de dados aos 18 anos, processamento e análise dos dados de acelerometria podem ser encontradas em outros dois artigos.<sup>28, 29</sup>

No que tange a composição corporal, no subestudo realizado aos 13 anos, o peso foi medido com a utilização da balança Tanita scale, modelo BF-680W, com precisão de 0,1kg. A MG (kg) foi medida através da técnica de diluição do deutério e calculada pela subtração da MM da massa corporal total.<sup>22</sup> Aos 13 e 18 anos a altura ortostática dos adolescentes foi medida com a utilização de um estadiômetro de madeira e alumínio com precisão de 0,1cm.

No acompanhamento dos 18 anos, o peso foi obtido em balança de alta precisão (0,01kg). A MG (kg) foi obtida através da densitometria por absorção de raios-x de dupla energia, com a utilização do equipamento de absorptometria por raios-X de dupla energia (DXA), modelo Lunar Prodigy (GE Healthcare, Germany).

Em ambos os acompanhamentos, as medidas de composição corporal foram realizadas com os participantes vestindo roupas leves e descalços. Também, os procedimentos foram realizados por equipe previamente treinada para operar todos os equipamentos e realizar a antropometria.

Em virtude da recomendação de ajustar a MG para altura dos indivíduos, a variável MG aos 13 e 18 anos foi operacionalizada com índice de massa gorda (IMG), o qual é obtido, através da divisão da MG pelo quadrado da altura ( $MG/Altura^2$ ), expressa em  $(kg/m^2)^{30, 31, 32}$ .

Uma série de variáveis dos adolescentes, coletadas aos 13 e 18 anos, foi considerada nos ajustes das análises para fatores de confusão. Do acompanhamento de 13 anos as variáveis utilizadas foram: renda familiar (em Reais), cor da pele (branca, preta e outras), tempo de tela em horas/dia (TV, videogame e computador), IMC, alta ingestão de gordura e baixa ingestão de fibras (através do escore de Block)<sup>33</sup>, e nível maturacional conforme o instrumento de nivelamento puberal, proposto por Tanner<sup>34</sup> para os pelos pubianos dos meninos e a ocorrência da menarca para as meninas (sim/não). Do acompanhamento de 18 anos utilizaram-se as seguintes variáveis: renda familiar (em Reais), cor da pele (branca, preta e outras), tempo de tela em horas/dia (TV, videogame e computador), IMC, consumo diário de gorduras (por questionário de frequência alimentar: vezes por dia) e prática de dieta para perda de peso no último ano (sim/não).

Em relação às análises, as características principais da amostra estão descritas em médias e desvios padrão para as variáveis contínuas e em frequências absolutas e relativas

para as variáveis categóricas. Os minutos diários e a diferença do tempo de prática de AFMV mensurada aos 13 e 18 anos foram categorizados em tercís, para verificação das relações transversais e longitudinais da AFMV com o IMG. Adicionalmente, foi testada a relação do tempo diário de AFMV em horas/dia, bem como suas diferenças absoluta (diferença em horas por dia de AFMV aos 18 e 13 anos) e relativa (diferença percentual entre AFMV aos 18 e 13 anos) com o IMG aos 18 anos. Em relação ao IMG, a variável foi explorada nas análises de forma contínua (em  $\text{kg/m}^2$ ) e em suas diferenças absoluta (diferença em  $\text{kg/m}^2$  do IMG aos 18 e 13 anos) e relativa (diferença percentual do IMG aos 18 e 13 anos) entre as medidas realizadas aos 13 e 18 anos. Análises bivariadas e multivariadas foram conduzidas através de regressões lineares simples e múltiplas para verificação das associações brutas e ajustadas entre AFMV e IMG. Os resultados das regressões estão apresentados em betas ( $\beta$ ) e seus respectivos intervalos de confiança de 95% (IC95%). As análises foram estratificadas por sexo em razão do dimorfismo sexual no desenvolvimento da gordura corporal<sup>35</sup> e nas diferenças dos níveis de atividade física. Valores de *P* menores que 0,05 foram aceitos como estatisticamente significativos. Todas as análises foram realizadas em 2014/15 no pacote estatístico Stata versão 12.1.

Todas as etapas deste estudo foram aprovadas pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Pelotas, sob os protocolos Of.094/05 e Of.05/11 para os acompanhamentos de 2006 e 2011, respectivamente.

## **RESULTADOS**

Dos 511 adolescentes, entrevistados aos 13 anos, 396 também foram avaliados aos 18 anos, com dados válidos de acelerometria e de composição corporal, compondo a amostra deste estudo, sendo 52% homens. A análise das diferenças entre os indivíduos acompanhados aos 13 anos e que foram perdidos aos 18 anos mostra que o maior percentual de perdas ocorreu

no tercil inferior de prática de AFMV ( $P=0.004$ ) (Tabela 1). Comparados aos acompanhados aos 13 e 18 anos, eles praticavam (52 vs. 61 minutos/dia), respectivamente. Para as demais variáveis investigadas, não houve diferenças significativas entre aqueles que foram acompanhados e os que deixaram de ser.

As características da população estudada estão descritas na Tabela 2. Em relação à prática de AFMV, destaca-se o aumento do tempo de prática entre os meninos nos dois momentos (de 55 para 65 minutos/dia) e a redução entre as meninas (de 45 para 31 minutos/dia). Além disso, o do tempo de prática de AFMV, entre os 13 e 18 anos, sofreu uma redução no tercil inferior (de 34 para 27 minutos/dia) e um aumento nos tercis médio (de 56 para 67 minutos/dia) e superior (de 86 para 138) entre os meninos. Para as meninas houve uma redução nos tercis inferior (de 26 para 11 minutos/dia) e médio (de 45 para 31 minutos/dia) e manutenção no tercil superior (73 minutos/dia). Quanto à composição corporal, os meninos apresentaram IMG constante entre os 13 e 18 anos – com uma mediana de  $3,0 \text{ kg/m}^2$ , em ambos os acompanhamentos. As meninas apresentaram um aumento de  $2,7 \text{ kg/m}^2$  na mediana, passando de  $5,1$  para  $7,8 \text{ kg/m}^2$  no mesmo período.

Os efeitos prospectivo e transversal da prática de AFMV aos 13 e 18 anos estão descritos na Tabela 3. Nas análises transversais, pertencer ao tercil superior ( $\beta= -0,90 \text{ kg/m}^2$  IC95%=-1.37; -0.44) entre os meninos e o tercil médio ( $\beta= -0,55 \text{ kg/m}^2$  IC95%=-0.97; -0.17) e superior ( $\beta= -0,55 \text{ kg/m}^2$  IC95%=-0.97; -0.16) entre as meninas esteve associado a menor IMG aos 18 anos. Também, a prática de cada hora/dia adicional de AFMV foi associada a menos  $0,37 \text{ kg/m}^2$  (IC95%=-0,57; -0,18) e menos  $0,43 \text{ kg/m}^2$  (-0,75; -0.11) no IMG aos 18 anos de meninos e meninas, respectivamente. Tais efeitos foram mantidos após ajuste para as covariáveis. Nas análises prospectivas, os resultados mostraram que, entre meninos, pertencer ao tercil superior de tempo de prática diária de AFMV aos 13 anos esteve associado com menor IMG aos 18 anos ( $\beta= -1,31 \text{ kg/m}^2$  IC95%=-2,37; -0,25). Além disso, a cada hora a

mais de AFMV praticada por eles, aos 13 anos, correspondeu a uma redução de 1,29 kg/m<sup>2</sup> (IC95%= -2,33; -0,25) no IMG aos 18 anos. Após o ajuste das análises este efeito não se manteve. Nas meninas nenhuma associação prospectiva foi observada.

Os efeitos, para ambos os sexos, da mudança na prática de AFMV dos 13 aos 18 anos sobre o IMG aos 18 anos e sobre a mudança no IMG dos 13 aos 18 anos estão mostrados nas Tabelas 4 e 5. A diferença absoluta (horas/dia) na mudança da AFMV praticada aos 13 e 18 anos foi associada com uma redução de 0,49 kg/m<sup>2</sup> (IC95%=-0,96; -0,02) no IMG dos meninos aos 18 anos. Após ajuste para as covariáveis os efeitos não permaneceram (Tabela 4). Nas análises da associação entre a mudança na prática de AFMV (tercis, absoluta e relativa) e do IMG (absoluto e relativo) entre os 13 e 18 anos, somente nas análises brutas para as meninas o percentual de mudança na AFMV foi associado com uma redução de 0,49 kg/m<sup>2</sup> (IC95% -0,95; -0,04) e com redução de 13% (IC95% -25,0; -2,0) na diferença entre o IMG (Tabela 5).

## **DISCUSSÃO**

Este estudo investigou as associações longitudinal e transversal entre a prática de AFMV durante a adolescência com a gordura corporal no início da idade adulta e, entre os achados mais importantes verificou-se que a mudança na prática de AFMV dos 13 aos 18 anos não permaneceu associada com redução na quantidade de gordura corporal aos 18 anos após o ajuste para covariáveis. Além disso, somente o efeito em curto prazo da prática de AFMV foi associado com menor quantidade de gordura corporal aos 18 anos.

Achados de estudos transversais têm demonstrado que a atividade física está inversamente relacionada com a gordura corporal em adolescentes.<sup>8-11</sup> Igualmente, neste estudo, os efeitos transversais da AFMV encontrados para meninos e meninas foram

consistentes mesmo após o ajuste para covariáveis. Ainda que em achados de estudos epidemiológicos transversais não seja possível estabelecer causalidade pela ausência de temporalidade<sup>36, 37</sup>, deve-se considerar a importância dos efeitos agudos da prática de atividade física sobre a gordura corporal. Tais efeitos podem ser observados após uma sessão de atividade física<sup>38</sup> e se manter com a manutenção da prática através de uma série de adaptações metabólicas e enzimáticas.<sup>39</sup> Todavia, os efeitos tendem a não se manter se a prática for suspensa.<sup>40</sup>

A dúvida sobre qual intensidade e duração da atividade física é necessária para promover a redução da gordura corporal persiste.<sup>14</sup> Todavia, de modo geral, os achados apontam que a prática de AFMV tende a relacionar-se inversamente com os indicadores de gordura corporal (dobras cutâneas, circunferência da cintura e percentual de gordura) e a MG na adolescência<sup>14</sup>. Neste estudo, a prática de AFMV aos 13 e 18 anos não promoveu uma redução da MG aos 18 anos. Especula-se, portanto, que o fraco ou inexistente efeito da atividade física moderada sobre a MG atenuaria ou anularia o efeito da atividade física vigorosa, justificando o não efeito das AFMV sobre a gordura corporal aos 18 anos entre os adolescentes estudados. Em outras análises, Ramires *et al*<sup>41</sup> observaram, entre adolescentes da mesma coorte – ao avaliarem a relação entre as trajetórias de atividade física total, moderada e vigorosa com a MG – que somente a trajetória de atividades físicas vigorosas dos 11 aos 18 anos estavam inversamente associadas à MG aos 18 anos (dados não publicados). Outros dois estudos internacionais verificaram associação longitudinal das atividades físicas moderadas e vigorosas com a gordura corporal e encontraram efeito redutor somente para as atividades vigorosas<sup>42, 43</sup>.

Acredita-se que o efeito das AFMV sobre a gordura corporal seja mediado pela intensidade e o tempo de atividade, uma vez que há uma variação na proporção de minutos praticados de modo moderado e vigoroso. Portanto, a diferença encontrada pode ser

determinante na capacidade que as AFMV têm de promover efeitos sobre a gordura corporal. Ao analisar a relação das AFMV, atividade física moderada e atividade física vigorosa aos 13 anos sobre a MG dos meninos aos 18 anos, os efeitos foram:  $\beta = -0,07 \text{ kg/m}^2$  IC95% = -0,12; -0,01,  $\beta = -0,08 \text{ kg/m}^2$  IC95% = -0,17; 0,01 e  $\beta = -0,18 \text{ kg/m}^2$  IC95% = -0,30; -0,06 para cada minuto adicional de atividade física em cada intensidade, respectivamente (dados não apresentados). Com isso foi possível observar que embora a AFMV tenha sido inversamente associada à MG aos 18 anos, somente a atividade física vigorosa apresentou efeito inverso sobre a MG quando dissociadas esta da moderada. Também, verificou-se que entre os meninos que pertenciam ao tercil superior de prática de AFMV, em ambas as idades avaliadas, o tempo médio de atividade física moderada aos 13 anos foi quase o dobro da vigorosa (55 e 32 minutos/dia), respectivamente (dados não apresentados). Portanto, com base nestas análises, a quantidade de atividades moderadas e vigorosas que compõem o tempo de AFMV tem efeito sobre a gordura corporal. Devido a falta de informação sobre o tempo específico de atividade física moderada e atividade física vigorosa aos 18 anos não foi possível analisar separadamente a relação entre as mudanças no tempo e intensidade da prática.

Importantes limitações metodológicas podem ter influenciado nos resultados deste estudo. Em relação à medida de atividade física temos os diferentes modelos de acelerômetros utilizados nos acompanhamentos dos 13 (Actigraph) e 18 (GENEActiv) anos, os quais registram a medida em counts/minutos (cpm) e aceleração da gravidade (mg), respectivamente. Além disso, foram utilizados diferentes parâmetros para determinar os pontos de corte para AFMV aos 13 e 18 anos. Todavia, acreditamos que as estratégias utilizadas, tais como, a padronização da variável em minutos/dia e horas/dia e sua categorização em tercis tenham contribuído para atenuar estas limitações. Adicionalmente, em publicação recente, Rowlands *et al*<sup>44</sup> verificaram que há uma forte correlação ( $r=0,93$ ) entre



as medidas de aceleração da gravidade registradas pelos dois dispositivos. A mensuração da MG realizada com métodos diferentes aos 13 e 18 anos, deutério e DXA, respectivamente, também representa uma limitação do estudo. Todavia, acreditamos que a tomada das medidas de MG em (kg) em ambos os acompanhamentos e suas padronizações em IMG ( $\text{kg/m}^2$ )<sup>30</sup>, tenham auxiliado na atenuação dessas diferenças. Em razão da quantidade de gordura não ser independente da altura dos indivíduos é adequado que se padronize a MG. O IMG ajusta a MG para o tamanho dos indivíduos e, possibilita que o processo de crescimento linear dos adolescentes não afete estas medidas<sup>31, 32</sup>. Outra limitação identificada foi a maior taxa de perdas entre aqueles com menor tempo de prática de AFMV, o que pode ter afetado nossas análises através da subestimação das medidas de efeito. Todavia, não houve diferença entre eles em relação à massa gorda aos 13 anos.

Apesar das limitações apontadas há que se ressaltar o aspecto inovador deste estudo por ser o primeiro estudo a avaliar os efeitos da mudança na prática de AFMV sobre a MG, operacionalizada como IMG. Ainda, a informação da AFMV obtida por meio de acelerômetros (medida objetiva) e sua posterior operacionalização, em diversas derivações (tercis, absoluta e relativa), e a composição corporal, mensurada por métodos de grande precisão<sup>45</sup> devem ser salientadas positivamente. Teve-se também o cuidado das análises serem ajustadas para uma série de covariáveis associadas com o desenvolvimento da gordura corporal em adolescentes, conforme literatura.

Com base nos achados desse estudo, conclui-se que o efeito da prática de AFMV durante a adolescência não se mostrou suficiente para promover uma menor quantidade de MG no início da idade adulta. Sugere-se que novos estudos avaliem os efeitos da atividade física sobre a MG realizando análises longitudinais considerando as intensidades moderadas e vigorosas isoladamente e com diferentes pontos de corte para o tempo de prática. Desse

modo, será possível compreender que intensidade e duração de atividade física pode reduzir a gordura corporal durante a adolescência e início da vida adulta.

## **AGRADECIMENTOS**

Este artigo foi realizado com dados do estudo “Coorte de Nascimentos de Pelotas, 1993”, conduzido por pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas. A coorte de nascimentos de 1993 é atualmente financiada pelo Wellcome Trust através do programa Major Awards for Latin America on Health Consequences of Population Change. Fases anteriores do estudo foram financiadas pela União Europeia, Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (PRONEX), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Ministério da Saúde. Parte do processo de análise deste estudo foi financiado pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Rio Grande do Sul (Fapergs). O primeiro autor agradece também, ao CNPq e a Capes, pela concessão de bolsas de doutorado.

## **CONFLITO DE INTERESSE**

Não há conflitos de interesse.

## REFERÊNCIAS

1. Camerom N. Human growth and development: Academic Press, London, UK; 2002.
2. Ludwig DS. Childhood obesity--the shape of things to come. *N Engl J Med*. 2007 Dec 6;357(23):2325-7.
3. Baker JL, Olsen LW, Sorensen TI. Childhood body-mass index and the risk of coronary heart disease in adulthood. *N Engl J Med*. 2007 Dec 6;357(23):2329-37.
4. Bjorge T, Engeland A, Tverdal A, Smith GD. Body mass index in adolescence in relation to cause-specific mortality: a follow-up of 230,000 Norwegian adolescents. *Am J Epidemiol*. 2008 Jul 1;168(1):30-7.
5. Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev*. 2004 May;5 Suppl 1:4-104.
6. Rogol AD, Roemmich JN, Clark PA. Growth at puberty. *J Adolesc Health*. 2002 Dec;31(6 Suppl):192-200.
7. Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, et al. Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr*. 2005 Jun;146(6):732-7.
8. Ekelund U, Luan J, Sherar LB, Esliger DW, Griew P, Cooper A. Moderate to vigorous physical activity and sedentary time and cardiometabolic risk factors in children and adolescents. *JAMA*. 2012 Feb 15;307(7):704-12.
9. Jimenez-Pavon D, Fernandez-Vazquez A, Alexy U, Pedrero R, Cuenca-Garcia M, Polito A, et al. Association of objectively measured physical activity with body components in European adolescents. *BMC Public Health*. 2013 Jul 18;13(1):667.
10. Martinez-Gomez D, Ruiz JR, Ortega FB, Veiga OL, Moliner-Urdiales D, Mauro B, et al. Recommended levels of physical activity to avoid an excess of body fat in European adolescents: the HELENA Study. *Am J Prev Med*. 2010 Sep;39(3):203-11.
11. Moliner-Urdiales D, Ruiz JR, Ortega FB, Rey-Lopez JP, Vicente-Rodriguez G, Espana-Romero V, et al. Association of objectively assessed physical activity with total and central body fat in Spanish adolescents; the HELENA Study. *Int J Obes (Lond)*. 2009 Oct;33(10):1126-35.
12. Ness AR, Leary SD, Mattocks C, Blair SN, Reilly JJ, Wells J, et al. Objectively measured physical activity and fat mass in a large cohort of children. *PLoS Med*. 2007 Mar;4(3):e97.
13. Must A, Tybor DJ. Physical activity and sedentary behavior: a review of longitudinal studies of weight and adiposity in youth. *Int J Obes (Lond)*. 2005 Sep;29 Suppl 2:S84-96.

14. Ramires VV, Dumith SC, Goncalves H. Longitudinal Association Between Physical Activity and Body Fat During Adolescence: A Systematic Review. *J Phys Act Health*. 2014 Nov 19.
15. Riddoch CJ, Leary SD, Ness AR, Blair SN, Deere K, Mattocks C, et al. Prospective associations between objective measures of physical activity and fat mass in 12-14 year old children: the Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC). *BMJ*. 2009;339:b4544.
16. Wilks DC, Besson H, Lindroos AK, Ekelund U. Objectively measured physical activity and obesity prevention in children, adolescents and adults: a systematic review of prospective studies. *Obes Rev*. 2011 May;12(5):e119-29.
17. Hallal PC, Reichert FF, Ekelund U, Dumith SC, Menezes AM, Victora CG, et al. Bidirectional cross-sectional and prospective associations between physical activity and body composition in adolescence: birth cohort study. *J Sports Sci*. 2012;30(2):183-90.
18. Kwon S, Burns TL, Levy SM, Janz KF. Which contributes more to childhood adiposity-high levels of sedentarism or low levels of moderate-through-vigorous physical activity? The Iowa Bone Development Study. *J Pediatr*. 2013 Jun;162(6):1169-74.
19. Goncalves H, Assuncao MC, Wehrmeister FC, Oliveira IO, Barros FC, Victora CG, et al. Cohort profile update: The 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort follow-up visits in adolescence. *Int J Epidemiol*. 2014 Aug;43(4):1082-8.
20. Victora CG, Araujo CL, Menezes AM, Hallal PC, Vieira Mde F, Neutzling MB, et al. Methodological aspects of the 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. *Rev Saude Publica*. 2006 Feb;40(1):39-46.
21. Victora CG, Hallal PC, Araujo CL, Menezes AM, Wells JC, Barros FC. Cohort profile: the 1993 Pelotas (Brazil) birth cohort study. *Int J Epidemiol*. 2008 Aug;37(4):704-9.
22. Reichert FF, Menezes AM, Kingdom Wells JC, Ekelund E, Rodrigues FM, Hallal PC. A methodological model for collecting high-quality data on physical activity in developing settings-the experience of the 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort study. *J Phys Act Health*. 2009 May;6(3):360-6.
23. Ayabe M, Kumahara H, Morimura K, Tanaka H. Epoch length and the physical activity bout analysis: an accelerometry research issue. *BMC Res Notes*. 2013;6:20.
24. Evenson KR, Catellier DJ, Gill K, Ondrak KS, McMurray RG. Calibration of two objective measures of physical activity for children. *J Sports Sci*. 2008 Dec;26(14):1557-65.

25. Orme M, Wijndaele K, Sharp SJ, Westgate K, Ekelund U, Brage S. Combined influence of epoch length, cut-point and bout duration on accelerometry-derived physical activity. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2014;11(1):34.
26. Reichert FF, Hallal PC, Wells JC, Horta BL, Ekelund U, Menezes AM. Objectively measured physical activity in the 1993 Pelotas (Brazil) birth cohort. *Med Sci Sports Exerc.* 2012 Dec;44(12):2369-75.
27. Hildebrand M, VT VANH, Hansen BH, Ekelund U. Age group comparability of raw accelerometer output from wrist- and hip-worn monitors. *Med Sci Sports Exerc.* 2014 Sep;46(9):1816-24.
28. da Silva IC, van Hees VT, Ramires VV, Knuth AG, Bielemann RM, Ekelund U, et al. Physical activity levels in three Brazilian birth cohorts as assessed with raw triaxial wrist accelerometry. *Int J Epidemiol.* 2014 Dec;43(6):1959-68.
29. Knuth AG, Assuncao MC, Goncalves H, Menezes AM, Santos IS, Barros AJ, et al. [Methodological description of accelerometry for measuring physical activity in the 1993 and 2004 Pelotas (Brazil) birth cohorts]. *Cad Saude Publica.* 2013 Mar;29(3):557-65.
30. VanItallie TB, Yang MU, Heymsfield SB, Funk RC, Boileau RA. Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fat mass: potentially useful indicators of nutritional status. *Am J Clin Nutr.* 1990 Dec;52(6):953-9.
31. Wells JC. A critique of the expression of paediatric body composition data. *Arch Dis Child.* 2001 Jul;85(1):67-72.
32. Wells JC, Cole TJ. Adjustment of fat-free mass and fat mass for height in children aged 8 y. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2002 Jul;26(7):947-52.
33. Block G, Gillespie C, Rosenbaum EH, Jenson C. A rapid food screener to assess fat and fruit and vegetable intake. *Am J Prev Med.* 2000 May;18(4):284-8.
34. Tanner JM. *Fetus into Man: Physical Growth from Conception to Maturity*: Harvard University Press; 1990.
35. Wells JC. Sexual dimorphism of body composition. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2007 Sep;21(3):415-30.
36. Grimes DA, Schulz KF. Descriptive studies: what they can and cannot do. *Lancet.* 2002 Jan 12;359(9301):145-9.
37. Rothman KJ, Greenland S. Causation and causal inference in epidemiology. *Am J Public Health.* 2005;95 Suppl 1:S144-50.

38. Talanian JL, Galloway SD, Heigenhauser GJ, Bonen A, Spriet LL. Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. *J Appl Physiol* (1985). 2007 Apr;102(4):1439-47.
39. Horowitz JF. Fatty acid mobilization from adipose tissue during exercise. *Trends Endocrinol Metab*. 2003 Oct;14(8):386-92.
40. Despres JP, Bouchard C, Savard R, Tremblay A, Marcotte M, Theriault G. Effects of exercise-training and detraining on fat cell lipolysis in men and women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1984;53(1):25-30.
41. Ramires VV, Dumith SC, Wehremeister FC, Goncalves H. Effects of physical activity during adolescence on body composition to 18 years: birth cohort of Pelotas, 1993. 2015.
42. Carson V, Rinaldi RL, Torrance B, Maximova K, Ball GD, Majumdar SR, et al. Vigorous physical activity and longitudinal associations with cardiometabolic risk factors in youth. *Int J Obes (Lond)*. 2014 Jan;38(1):16-21.
43. Cohen DA, Ghosh-Dastidar B, Conway TL, Evenson KR, Rodriguez DA, Beckman R, et al. Energy balance in adolescent girls: the trial of activity for adolescent girls cohort. *Obesity (Silver Spring)*. 2014 Mar;22(3):772-80.
44. Rowlands AV, Fraysse F, Catt M, Stiles VH, Stanley RM, Eston RG, et al. Comparability of measured acceleration from accelerometry-based activity monitors. *Med Sci Sports Exerc*. 2015 Jan;47(1):201-10.
45. Gately PJ, Radley D, Cooke CB, Carroll S, Oldroyd B, Truscott JG, et al. Comparison of body composition methods in overweight and obese children. *J Appl Physiol* (1985). 2003 Nov;95(5):2039-46.

**Tabela 1.** Comparação entre adolescentes acompanhados aos 13 anos e que foram perdidos aos 18 anos, em relação às variáveis em estudo. Coorte de nascimentos de 1993 de Pelotas, Brasil (2011).

Variáveis	Acompanhados aos 13 anos	% Acompanhados aos 18 anos	*Valor-P
<b>Sexo</b>			0,6
Masculino	245	83,3	
Feminino	237	81,1	
<b>Cor da pele</b>			0,4
Branco	323	80,8	
Preto	132	86,4	
Outras	22	81,8	
<b>Tempo de tela</b>			1,0
<4 horas/dia	67	82,1	
>4 horas/dia	415	82,0	
<b>Estágios de Tanner meninos (pelos pubianos)</b>			0,07
1	109	87,2	
2	103	83,5	
3	33	69,7	
<b>Menarca – meninas</b>			1,0
Não	55	81,8	
Sim	182	80,8	
<b>Alto consumo de gordura</b>			0,7
Não	265	81,5	
Sim	217	83,0	
<b>Baixo consumo de fibras</b>			0,5
Não	230	83,5	
Sim	252	81,0	
<b>Tercil AFMV (minutos/dia)</b>			0,004
Inferior	161	73,9	
Médio	161	87,6	
Superior	160	85,0	
<b>Renda familiar em Reais - 11 anos (Quartil)</b>			1,0
1	87	82,8	
2	87	81,6	
3	109	81,6	
4	107	84,1	
5	92	80,4	
<b>Tercil IMG aos 13 anos</b>			0,9
Inferior	145	82,1	
Médio	140	82,9	
Superior	140	80,7	
<b>Tercil IMG aos 18 anos</b>			0,5
Inferior	149	92,4	
Médio	133	91,3	
Superior	148	88,6	

\*Teste do  $\chi^2$  Fischer.

**Tabela 2.** Características da amostra de pertencentes à Coorte de Nascimentos de Pelotas de 1993(n=396).

Variáveis	Meninos	Meninas
	n(%)	n(%)
<b>Sexo</b>	204 (52)	192 (48)
<b>Cor da pele</b>		
Branco	189 (72)	158 (65)
Preto	62 (24)	74 (30)
Outras	11 (4)	12 (5)
<b>Tempo de tela aos 13 anos</b>		
<4 horas/dia	226 (87)	210 (85)
>4 horas/dia	34 (13)	36 (15)
<b>Tempo de tela aos 18 anos</b>		
<4 horas/dia	96 (43)	74 (34)
>4 horas/dia	129 (57)	144 (66)
<b>Estágios de Tanner meninos (pelos pubianos) - 13 anos</b>		
1	120 (45)	--
2	109 (41)	--
3	36 (14)	--
<b>Menarca – meninas 13 anos</b>		
Não	--	57 (23)
Sim	--	189 (77)
<b>Alto consumo de gordura – 13 anos</b>		
Não	142 (55)	136 (55)
Sim	118 (45)	110 (45)
<b>Baixo consumo de fibras – 13 anos</b>		
Não	133 (51)	108 (44)
Sim	127 (49)	138 (56)
<b>Dieta para perda de peso - 18 anos</b>		
Não	226 (92)	204 (86)
Sim	19 (8)	33 (14)
<b>AFMV Tercis (minutos/dia) aos 13 anos – Média (DP)</b>		
Inferior	34 (9)	26 (7)
Médio	56 (6)	45 (5)
Superior	86 (16)	73 (17)
<b>AFMV Tercis (minutos/dia) aos 18 anos – Média (DP)</b>		
Inferior	27 (14)	11 (6)
Médio	67 (14)	31 (6)
Superior	138 (60)	73 (32)
<b>Renda familiar em Reais aos 11 anos - Mediana (IIQ)</b>	660 (338; 1183)	670 (395; 1170)
<b>Renda familiar em Reais aos 18 anos - Mediana (IIQ)</b>	1600 (800; 2741)	1400 (800; 2400)
<b>IMG aos 13 anos - Mediana (IIQ)</b>	3,0 (2,3; 4,8)	5,1 (3,7; 7,0)
<b>IMG aos 18 anos - Mediana (IIQ)</b>	3,0 (2,0; 5,6)	7,8 (6,0; 10,4)
<b>IMC aos 13 anos - Mediana (IIQ)</b>	19,3 (17,4; 21,4)	19,9 (17,9; 23,3)
<b>IMC aos 18 anos - Mediana (IIQ)</b>	22,0 (20,5; 24,7)	22,4 (20,7; 26,4)
<b>AFMV – minutos/dia aos 13 anos – Mediana (IIQ)</b>	55 (40; 73)	45 (32; 59)
<b>AFMV – minutos/dia aos 18 anos – Mediana (IIQ)</b>	65 (38; 105)	31 (16; 51)

IMG= Índice de massa gorda; IMC= Índice de massa corporal; AFMV= Atividade física moderada a vigorosa; DP= Desvio padrão; IIQ=Intervalo interquartil.



**Tabela 3.** Efeitos longitudinais e transversais da atividade física moderada a vigorosa (AFMV) sobre o Índice de massa gorda (IMG) aos 18 anos em meninos e meninas da Coorte de nascimentos de 1993 de Pelotas (Brasil).

Sexo	Variáveis de AFMV	AFMV aos 13 anos X IMG aos 18 anos				AFMV aos 18 anos X IMG aos 18 anos			
		Análise Bruta		§Análise Ajustada		Análise Bruta		†Análise Ajustada	
		<i>n</i>	Coefficiente $\beta$ (IC95%)	<i>n</i>	Coefficiente $\beta$ (IC95%)	<i>n</i>	Coefficiente $\beta$ (IC95%)	<i>n</i>	Coefficiente $\beta$ (IC95%)
Meninos	<b>AFMV tercis (minutos/dia)</b>	207	<i>P</i> =0,04	182	<i>P</i> =0,8	186	<i>P</i> =0,03	180	<i>P</i> <0,001
	Inferior		0		0		0		0
	Médio		-0,53 (-1,60; 0,53)		0,26 (-0,70; 1,22)		-0,56 (-1,65; 0,52)		-0,35 (-0,80; 0,09)
	Superior		-1,31 (-2,37; -0,27)		-0,03 (-1,04; 0,98)		-1,45 (-2,53; -		-0,90 (-1,37; -0,44)
	<b>AFMV (horas/dia)</b>	207	<i>P</i> =0,02	182	<i>P</i> =0,7	186	<i>P</i> =0,002	180	<i>P</i> <0,001
		-1,29 (-2,33; -0,25)		-0,18 (-1,18; 0,82)		-0,70 (-1,14; -		-0,37 (-0,57; -0,18)	
Meninas	<b>AFMV tercis (minutos/dia)</b>	205	<i>P</i> =0,8	178	<i>P</i> =0,8	188	<i>P</i> =0,06	179	<i>P</i> =0,006
	Inferior		0		0		0		0
	Médio		-0,36 (-1,59; 0,88)		0,30 (-0,63; 1,23)		-1,53 (-2,80; -		-0,55 (-0,94; -0,17)
	Superior		-0,05 (-1,31; 1,20)		0,20 (-0,75; 1,16)		-0,66 (-1,93; 0,61)		-0,55 (-0,94; -0,16)
	<b>AFMV (horas/dia)</b>	205	<i>P</i> =0,7	178	<i>P</i> =0,9	188	<i>P</i> =0,3	179	<i>P</i> =0,009
		0,25 (-1,23; 1,74)		0,06 (-1,09; 1,20)		-0,52 (-1,50; 0,45)		-0,43 (-0,75; -0,11)	

§Ajustado para: renda familiar em Reais aos 11 anos, tempo de tela (horas/dia), índice de massa gorda, cor da pele, alta ingestão de gordura; baixa ingestão de fibras, pelos pubianos (meninos) e menarca (meninas) aos 13 anos;

†Ajustado para: renda familiar em Reais, tempo de tela (horas/dia), índice de massa corporal, cor da pele, ingestão de gordura (vezes por dia) e dieta para perda de peso aos 18 anos;

Valor *P* para heterogeneidade.

**Tabela 4.** Efeitos da mudança na prática de atividade física moderada a vigorosa (AFMV) dos 13 aos 18 anos sobre o índice de massa gorda (IMG) aos 18 anos em meninos e meninas pertencentes à Coorte de nascimento de 1993 de Pelotas (Brasil).

Sexo	Mudanças na prática de AFMV dos 13 aos 18 anos	IMG (kg/m <sup>2</sup> ) aos 18 anos					
		Análise Bruta		Análise Ajustada Modelo “A”	Análise Ajustada Modelo “B”		
		<i>n</i>	Coefficiente $\beta$ (IC95%)	<i>n</i>	Coefficiente $\beta$ (IC95%)	<i>n</i>	Coefficiente $\beta$ (IC95%)
Meninos	$\Delta$ AFMV 13 para 18 anos (Tercil)	186	<i>P</i> =0,3	184	<i>P</i> =0,6	162	<i>P</i> =0,7
	Inferior		0		0		0
	Médio		-0,31 (-1,40; 0,78)		-0,30 (-1,40; 0,80)		-0,37 (-1,33; 0,59)
	Superior		-0,80 (-1,89; 0,29)		-0,53 (-1,64; 0,59)		-0,04 (-0,99; 0,90)
	$\Delta$ AFMV 13 para 18 anos (horas/dia)	186	<i>P</i> =0,04	184	<i>P</i> =0,1	162	<i>P</i> =0,4
			-0,49 (-0,96; -0,02)		-0,35 (-0,82; 0,13)		-0,18 (-0,57; 0,21)
Meninas	AFMV - % Mudança	186	<i>P</i> =0,3	184	<i>P</i> =0,3	162	<i>P</i> =0,4
			-0,22 (-0,65; 0,21)		-0,21 (-0,65; 0,23)		-0,10 (-0,46; 0,27)
	$\Delta$ AFMV 13 para 18 anos (Tercil)	188	<i>P</i> =0,5	187	<i>P</i> =0,4	162	<i>P</i> =0,3
	Inferior		0		0		0
	Médio		-0,73 (-2,0; 0,55)		-0,74 (-2,07; 0,60)		-0,85 (-1,87; 0,18)
	Superior		-0,24 (-1,53; 1,04)		-0,07 (-1,46; 1,32)		-0,52 (-1,57; 0,53)
Meninas	$\Delta$ AFMV 13 para 18 anos (horas/dia)	188	<i>P</i> =0,2	187	<i>P</i> =0,2	162	<i>P</i> =0,09
			-0,60 (-1,51; 0,31)		-0,46 (-1,42; 0,50)		-0,62 (-1,35; 0,10)
	AFMV - % Mudança	188	<i>P</i> =0,5	187	<i>P</i> =0,7	162	<i>P</i> =0,07
		-0,21 (-0,86; 0,43)		-0,14 (-0,80; 0,51)		-0,46 (-0,94; 0,03)	

**Modelo “A”** - Ajustado para: renda familiar em Reais aos 11 anos, tempo de tela (horas/dia), AFMV (minutos/dia), cor da pele, alta ingestão de gordura; baixa ingestão de fibras, pelos pubianos (meninos) e menarca (meninas) aos 13 anos;

**Modelo “B”** – Modelo “A” + IMG aos 13 anos;

Valor *P* para heterogeneidade; **AFMV**= Atividade física moderada a vigorosa; **IMG**= Índice de massa gorda.

**Tabela 5.** Efeitos da mudança na prática de atividade Física moderada a vigorosa (AFMV) entre os 13 e 18 anos sobre a mudança absoluta e relativa no índice de massa gorda (IMG) aos 18 anos em meninos e meninas pertencentes à Coorte de nascimentos de 1993 de Pelotas (Brasil).

Mudanças na prática de AFMV dos 13 aos 18 anos	Δ Índice de Massa Gorda (13 aos 18 anos)			% de Mudança no Índice de Massa Gorda (13 aos 18 anos)			
	Análise Bruta (n=164)	Análises Ajustadas (n=162)		Análise Bruta (n=164)	Análises Ajustadas (n=162)		
		Modelo "A"	Modelo "B"		Modelo "A"	Modelo "B"	
	Coefficiente β (IC95%)	Coefficiente β (IC95%)	Coefficiente β (IC95%)	Coefficiente β (IC95%)	Coefficiente β (IC95%)	Coefficiente β (IC95%)	
<b>Meninos</b>	<b>ΔAFMV 13 para 18</b>	<i>P</i> =0,8	<i>P</i> =0,7	<i>P</i> =0,7	<i>P</i> =0,5	<i>P</i> =0,5	<i>P</i> =0,5
	Inferior	0	0	0	0	0	0
	Médio	-0,31 (-1,27; 0,64)	-0,29 (-1,29; 0,70)	-0,37 (-1,33; 0,59)	-10,0 (-40,0; 19,0)	-12,0 (-43,0; 19,0)	-14,0 (-44,0; 16,0)
	Superior	-0,02 (-0,96; 0,93)	0,07 (-0,90; 1,05)	-0,04 (-0,99; 0,90)	10,0 (-20,0; 39,0)	7,0 (-24,0; 37,0)	4,0 (-26,0; 34,0)
	<b>ΔAFMV (horas/dia)</b>	<i>P</i> =0,4	<i>P</i> =0,5	<i>P</i> =0,4	<i>P</i> =0,6	<i>P</i> =0,6	<i>P</i> =0,4
		-0,19 (-0,58; 0,21)	-0,14(-0,54; 0,27)	-0,18 (-0,57; 0,21)	-3,0 (-15,0; 9,0)	-4,0 (-16,0; 9,0)	-5,0 (-17,0; 8,0)
<b>AFMV - % Mudança</b>	<i>P</i> =0,8	<i>P</i> =0,7	<i>P</i> =0,6	<i>P</i> =0,8	<i>P</i> =0,9	<i>P</i> =0,8	
	-0,04 (-0,40; 0,32)	-0,07 (-0,44; 0,31)	-0,10 (-0,46; 0,27)	1,0 (-10,0; 12,0)	-0,8 (-13,0; 11,0)	-2,0 (-13,0; 10)	
<b>Meninas</b>	<b>ΔAFMV 13 para 18</b>	<i>P</i> =0,3	<i>P</i> =0,3	<i>P</i> =0,3	<i>P</i> =0,2	<i>P</i> =0,2	<i>P</i> =0,2
	Inferior	0	0	0	0	0	0
	Médio	-0,76 (-1,70; 0,18)	-0,84 (-1,86; 0,19)	-0,85 (-1,87; 0,18)	-16,0 (-40,0; 8,0)	-20,0 (-45,0; 6,0)	-21,0 (-44,0; 2,0)
	Superior	-0,50 (-1,43; 0,43)	-0,56 (-1,60; 0,49)	-0,52 (-1,57; 0,53)	-22,0 (-46,0; 2,0)	-23,0 (-49,0; 2,0)	-18,0 (-42,0; 5,0)
	<b>ΔAFMV (horas/dia)</b>	<i>P</i> =0,06	<i>P</i> =0,08	<i>P</i> =0,09	<i>P</i> =0,07	<i>P</i> =0,1	<i>P</i> =0,1
		-0,62 (-1,28; 0,04)	-0,64 (-1,37; 0,09)	-0,62 (-1,35; 0,10)	-16,0 (-32,0; 1,0)	-15,0 (-33,0; 3,0)	-13,0 (-29,0; 3,0)
<b>AFMV - % Mudança</b>	<i>P</i> =0,04	<i>P</i> =0,051	<i>P</i> =0,07	<i>P</i> =0,03	<i>P</i> =0,051	<i>P</i> =0,1	
	-0,49 (-0,95; -0,04)	-0,48 (-0,96; 0,00)	-0,46; (-0,95; 0,03)	-13,0 (-25,0; -2,0)	-12,0 (-24,0; 0,04)	-9,0 (-20,0; 3,0)	

**Modelo "A"** – Ajustado para: renda familiar em Reais aos 11 anos, tempo de tela (horas/dia), AFMV (minutos/dia), cor da pele, alta ingestão de gordura; baixa ingestão de fibras, pelos pubianos (meninos) e menarca (meninas) aos 13 anos;

**Modelo "B"** – Ajustado para: Modelo "A" + IMG aos 13 anos;

Valor *P* para heterogeneidade.

## **Matéria para imprensa**

## **Atividade física combate a gordura corporal durante a adolescência?**

As prevalências de sobrepeso e obesidade entre adolescentes aumentaram nos últimos anos. A obesidade pode trazer consequências graves à saúde em curto e longo prazo. Por exemplo, adolescentes com sobrepeso e obesidade têm mais risco de desenvolver depressão ou se isolar, ter diabetes, hipertensão, problemas respiratórios (asma e apneia do sono) e dor nas costas. Estas condições tendem a persistir após a adolescência e aumentar o risco de morte prematura.

A prática de atividade física tem sido recomendada como uma das estratégias para prevenir e tratar o excesso de peso. Diversos estudos já demonstraram que adolescentes mais ativos fisicamente apresentam menores medidas de gordura corporal, mas poucos trabalhos investigaram o efeito da intensidade da atividade física (mais forte/vigorosa ou mais leve) sobre a massa gorda de adolescentes. O professor de Educação Física Virgílio Ramires, doutorando da Pós-graduação em epidemiologia da UFPEL, sob orientação da Dra. Helen Gonçalves e do Dr. Samuel Dumith, conduziu uma pesquisa que avaliou os efeitos da prática de atividade física (aos 11, 15 e 18 anos de idade) sobre a massa gorda aos 18 anos. Os dados foram coletados com os pertencentes ao estudo dos nascidos em 1993, em Pelotas.

O estudo analisou dados de 3.986 adolescentes. A prática de atividade física foi avaliada por meio de questionários e as atividades físicas relatadas pelos jovens foram classificadas de acordo com sua intensidade, em moderadas (intensidade média) e vigorosas (intensidade forte). A gordura corporal foi avaliada através do equipamento moderno (DXA), que mede (em kg) as quantidades de massas óssea, magra e gorda do corpo.

Os resultados indicaram que praticar atividades físicas de intensidade vigorosa aos 11, 15 e 18 anos, tais como futebol e handebol, pode reduzir a quantidade de gordura corporal, mas somente em homens aos 18 anos. O menor envolvimento das meninas em atividades físicas vigorosas foi uma das principais razões apontadas pelos pesquisadores para não observação dos efeitos nas mulheres.

Também foi verificada a importância das atividades físicas moderadas e vigorosas para o ganho de massa muscular. Quanto maior o tempo acumulado de prática de atividades físicas moderadas e vigorosas durante a adolescência, maior foi a quantidade de massa muscular apresentada por meninos e meninas aos 18 anos. Mas os maiores benefícios foram observados para quem sempre praticava atividades de intensidade vigorosa.

Os autores concluíram que apesar das atividades de intensidade moderada não terem demonstrado efeito sobre a gordura corporal, são importantes pelo seu efeito no aumento da massa magra, o que pode representar uma alternativa para o aumento do gasto energético e consequente redução de peso e gordura corporal, especialmente entre meninas. Além disso, a prática regular deste tipo de atividade promove outros benefícios à saúde. No entanto, se a prática atividade física for realizada com o objetivo de redução de gordura corporal, atividades que necessitam de maior esforço e gasto energético (por exemplo: futebol, corridas, lutas e ciclismo) são requeridas. Neste contexto os autores recomendam que as práticas esportivas sejam amplamente difundidas entre adolescentes, especialmente nas escolas, com o objetivo de criar o hábito e o gosto por praticar atividades físicas com grande potencial de gasto energético e, consequentemente redução da gordura corporal, contribuindo assim, para o combate a epidemia da obesidade.