



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



Tese de Doutorado

**ATIVIDADE FÍSICA, COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO E FUNÇÃO PULMONAR
EM ADOLESCENTES E GESTANTES: RESULTADOS DA COORTE DE
NASCIMENTOS DE 1993 DE PELOTAS E DO ESTUDO PAMELA**

Bruna Gonçalves Cordeiro da Silva

Pelotas, RS
Janeiro 2017

BRUNA GONÇALVES CORDEIRO DA SILVA

ATIVIDADE FÍSICA, COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO E FUNÇÃO PULMONAR
EM ADOLESCENTES E GESTANTES: RESULTADOS DA COORTE DE
NASCIMENTOS DE 1993 DE PELOTAS E DO ESTUDO PAMELA

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

Orientadora: Ana Maria Baptista Menezes

Coorientador: Fernando César Wehrmeister

Pelotas, 2017

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S586a Silva, Bruna Gonçalves Cordeiro da

Atividade física, comportamento sedentário e função pulmonar em adolescentes e gestantes : resultados da coorte de nascimentos de 1993 de Pelotas e do estudo Pamela / Bruna Gonçalves Cordeiro da Silva ; Ana Maria Baptista Menezes, orientadora ; Fernando César Wehrmeister, coorientador. — Pelotas, 2017.

232 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Pelotas, 2017.

1. Epidemiologia. 2. Atividade física. 3. Comportamento sedentário. 4. Função pulmonar. 5. Espirometria. I. Menezes, Ana Maria Baptista, orient. II. Wehrmeister, Fernando César, coorient. III. Título.

CDD : 614.4

Banca examinadora:

Profa. Dra. Ana Maria Baptista Menezes (presidente)

Programa de Pós-graduação em Epidemiologia – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Fernando César Wehrmeister (coorientador)

Programa de Pós-graduação em Epidemiologia – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Bernardo Lessa Horta (examinador)

Programa de Pós-graduação em Epidemiologia – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Inácio Crochemore Mohnsam da Silva (examinador)

Programa de Pós-graduação em Epidemiologia – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Marlos Rodrigues Domingues (examinador)

Escola Superior de Educação Física – Universidade Federal de Pelotas

AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas foram fundamentais para a conclusão de mais esta etapa da minha formação. Foram quatro anos de muito aprendizado e desafios. Sou muito grata a diversas pessoas ao longo desta trajetória.

Primeiramente, agradeço à minha orientadora Ana Menezes (Aninha) por ter me acolhido quando ingressei no Doutorado mal sabendo o que realmente era Epidemiologia. Obrigada, Aninha, por estar sempre pronta para me ajudar, pela paciência e pela confiança que depositaste em mim. Sou muito grata pela parceria que criamos e tenho orgulho em ser tua orientanda.

Gostaria de agradecer também ao meu coorientador, Fernando Wehrmeister. Muito obrigada por todo o apoio, pela amizade, pelas dicas e por estar sempre disposto a ajudar, em todos os momentos que precisei.

Agradeço ao meu orientador no exterior, professor Michael Pratt, que me recebeu com carinho em Atlanta (EUA) e me acompanhou por um ano no meu Doutorado Sanduíche. Agradeço por me guiar nas atividades desempenhadas na Emory University, pela paciência e pelos ensinamentos.

Faço um agradecimento especial também ao professor Pedro Hallal (Pedrinho) por ter me incentivado em diversos momentos; primeiro, para cursar Educação Física e, depois, para voltar para Pelotas e ingressar no PPGE. Agradeço também pela ajuda no processo de Doutorado Sanduíche no Exterior. Obrigada, Pedrinho, pelo apoio e amizade.

Agradeço à professora Moema Chatkin e, novamente, ao professor Pedro Hallal pelas excelentes contribuições que realizaram na avaliação do projeto de pesquisa desta tese. Agradeço também aos membros da banca examinadora, professores Bernardo Horta, Inácio Crochemore M. da Silva e Marlos Domingues, por terem aceitado o convite, pela disponibilidade e avaliação deste trabalho.

Gostaria de agradecer a todos os professores do PPGE, que muito me ensinaram nestes quatro anos. Obrigada por desempenharem seus papéis com

dedicação e competência, servindo de exemplos para nós. Ainda, agradeço aos funcionários do PPGE/Centro de Pesquisas por serem sempre carinhosos e estarem dispostos a ajudar. Agradeço também aos meus colegas de Doutorado pelo compartilhamento de conhecimentos e experiências.

Além das pessoas diretamente envolvidas na minha formação acadêmica, outras tantas, não menos importantes, me ajudaram “nos bastidores”. Um agradecimento imenso aos meus pais, Helen e Pedro, pela educação, pelo amor e apoio incondicional. Agradeço em especial à minha mãe, Helen Gonçalves, que desempenhou a difícil tarefa de ser mãe e minha professora no PPGE ao mesmo tempo. És um exemplo para mim, mãe! Agradeço também à minha avó Lia, pelo amor e carinho em todos os momentos, e à toda minha família pelo suporte e compreensão.

Ao meu namorado, Eduardo, agradeço imensamente por ter estado ao meu lado em todos os momentos, pelo carinho, amor, pela compreensão e parceria. Obrigada por ficar, literalmente, ao meu lado nas madrugadas de trabalho que moveram a escrita desta tese e por me apoiar sempre. Agradeço também à família do Eduardo pelo apoio e carinho.

Aos meus Queridos Amigos, Cacá, Esther, Gilmar, Guilherme, João Pedro, Juliana, Max e Paula, agradeço por estarem sempre presentes, me incentivando, dispostos a ouvir meus desabafos e prontos para me fazer rir. Às minhas amigas de sempre, Carol e Alice, agradeço pelo carinho e por me mostrarem que para amizades verdadeiras não existe distância.

Agradeço também algumas pessoas que entraram na minha vida pelo meio acadêmico, mas transcenderam as portas do PPGE. Um agradecimento mais que especial pelo incentivo, apoio e amizade à Shana Ginar e à Natália Lima, que entraram na minha vida em 2013 como colegas, mas que hoje são como irmãs. Agradeço também ao apoio e carinho da Andrea Ramirez, Bruna Figueira e Ana Roja, companheiras de sala, que se tornaram grandes amigas, e à Carol Coll e Paula Oliveira, que compartilharam momentos importantes desta trajetória comigo.

Muito obrigada.

RESUMO

SILVA, Bruna Gonçalves Cordeiro da. **Atividade física, comportamento sedentário e função pulmonar em adolescentes e gestantes: resultados da Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas e do estudo PAMELA**. 2017. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Epidemiologia. Universidade Federal de Pelotas.

Muito estudos têm mostrado a associação positiva entre atividade física e diversos desfechos em saúde. Indivíduos que não atingem as recomendações de atividade física apresentam maiores riscos de mortalidade e de desenvolver uma série de doenças. Ademais, o comportamento sedentário, que pode ter efeito independente da atividade física, também tem se mostrado associado com maiores riscos de morbimortalidade. Apesar disso, baixas prevalências de atividade física e altas prevalências de comportamento sedentário têm sido encontradas no mundo todo. Esse fato é especialmente preocupante por também ser observado em crianças e adolescentes. Outra população que apresenta níveis extremamente baixos de atividade física é a população de gestantes, embora a atividade física seja recomendada durante a gestação e sua prática esteja associada com benefícios à saúde materna e infantil. Estudos sobre a associação entre atividade física e função pulmonar são escassos na literatura. No entanto, a função pulmonar é um importante desfecho em saúde. Indivíduos com uma função pulmonar reduzida apresentam risco aumentado não apenas de doenças respiratórias, mas de mortalidade por todas as causas, câncer, cardiovascular e respiratória. Ainda, uma função pulmonar reduzida na infância está associada com um maior risco de mortalidade na vida adulta. Poucos estudos longitudinais avaliaram a associação da atividade física e função pulmonar em adolescentes. Além disso, não foram encontrados estudos longitudinais que avaliassem essa associação durante a gestação. Portanto, a presente tese de doutorado teve como objetivo: 1) avaliar a associação entre atividade física e comportamento sedentário e a função pulmonar em adolescentes pertencentes à Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas; 2) avaliar os efeitos de um programa de exercícios durante a gestação na função pulmonar em gestantes do estudo PAMELA. Para tal, três artigos originais compõem a tese. No primeiro artigo foi avaliada a associação prospectiva da atividade física dos 11 aos 15 anos e o ganho de função pulmonar dos 15 aos 18 anos em adolescentes da Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas. A atividade física foi autorrelatada aos 11 e 15 anos e a espirometria foi realizada aos 15 e 18 anos. Meninos que foram ativos (atividade física de lazer e total) aos 11 e 15 anos tiveram maiores ganhos de volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), capacidade vital

forçada (CVF) e pico de fluxo expiratório (PFE) do que os meninos que foram inativos em ambas idades. Análises de mediação mostraram que a altura aos 18 anos dos adolescentes explicou até 75% da associação entre atividade física e ganhos de função pulmonar. Nenhuma associação significativa foi encontrada entre as meninas. No segundo artigo foi avaliada a associação entre a trajetória de comportamento sedentário dos 11 aos 18 anos e a função pulmonar aos 18 anos em adolescentes da Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas. O tempo utilizado assistindo televisão, jogando videogame e usando o computador em um dia de semana foi autorrelatado aos 11, 15 e 18 anos. Para cada idade, o comportamento sedentário foi definido como a soma do tempo dessas três atividades de tela. A espirometria foi realizada aos 18 anos. Não foram encontradas diferenças significativas na função pulmonar aos 18 anos entre os adolescentes que tiveram baixos níveis de comportamento sedentário dos 11 aos 18 anos e aqueles que apresentaram sempre altos níveis. Por fim, no terceiro artigo foram avaliados os efeitos do exercício regular durante a gestação na função pulmonar de gestantes do estudo PAMELA. O estudo PAMELA consistiu de um ensaio controlado randomizado com dois grupos de gestantes, grupo intervenção e grupo controle. As gestantes do grupo intervenção participaram de um programa de exercício durante 16 semanas. A função pulmonar (VEF_1 e PFE) foi avaliada três vezes durante o estudo (início, meio e final) em ambos grupos. Gestantes do grupo intervenção que aderiram ao protocolo tiveram maior valor de PEF na avaliação do meio e também apresentaram maior ganho de PEF no segundo trimestre da gestação (do início ao meio do estudo) comparadas às gestantes do grupo controle. Sendo assim, conclui-se que a prática de atividade física durante o início da adolescência está associada com maiores ganhos de função pulmonar dos 15 aos 18 anos nos meninos, enquanto o comportamento sedentário baseado em tempo de tela durante adolescência não parece afetar a função pulmonar aos 18 anos em ambos os sexos. Além disso, a prática regular de exercício físico durante a gestação está associada a maiores valores e incrementos de PFE no segundo trimestre da gestação.

Palavras-chave: atividade física; exercício; comportamento sedentário; função pulmonar; espirometria; adolescentes; gestantes; estudos de coorte; ensaio controlado randomizado.

ABSTRACT

SILVA, Bruna Gonçalves Cordeiro da. **Physical activity, sedentary behavior and pulmonary function in adolescents and pregnant women: results from the 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort and PAMELA trial.** 2017. Dissertation (Doctoral Dissertation) – Postgraduate Program in Epidemiology. Federal University of Pelotas.

Several studies have shown the positive association between physical activity and many health outcomes. Individuals who do not achieve physical activity recommendations have shown higher risk of mortality and of developing diseases. Sedentary behaviors, which may be independent of the protective effect of meeting physical activity recommendations, have also shown to be associated with many negative health outcomes. Despite this, low levels of physical activity and high levels of sedentary behavior have been found worldwide. This is alarming since it is also found in young populations. Pregnant women are another population that shows very low levels of physical activity, although physical activity has been recommended during pregnancy and it is associated with maternal and child health benefits. Studies on physical activity and pulmonary function are scarce. However, pulmonary function is an important health outcome. Reduced pulmonary function has been shown to increase the risk not only for respiratory disorders, but also for all-cause, cancer, respiratory, and cardiovascular mortality. Moreover, reduced pulmonary function during childhood is associated with increased mortality risk in adulthood. Few longitudinal studies have evaluated the relationship between physical activity and pulmonary function in adolescents. Furthermore, there have been no longitudinal studies evaluating this relationship during pregnancy. Thus, the purpose of this doctoral dissertation was: 1) to evaluate the association between physical activity and sedentary behavior and pulmonary function in adolescents belonging the 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study, and 2) to evaluate the effects of a regular exercise program during pregnancy on pulmonary function in pregnant women from PAMELA trial. For this purpose, three original articles compose this dissertation. In the first article, the prospective association between physical activity from 11 to 15 years of age and pulmonary function gain from 15 to 18 years of age was evaluated in adolescents from the 1993 Pelotas Birth Cohort. Physical activity was self-reported at 11 and 15 years of age and spirometry was performed at 15 and 18 years of age. Boys who were active (leisure-time and total physical activity) at ages 11 and 15 had higher gains in FEV₁, FVC, and PEF than those who were inactive. Mediation analyses showed that height at age 18 accounted for until 75% of the association between physical activity and pulmonary function gains.

No significant associations were found amongst girls. In the second article, the association between the trajectory of screen-based sedentary behavior from ages 11 to 18 years and pulmonary function at 18 years in adolescents from the 1993 Pelotas Birth Cohort was evaluated. Time spent on television, video games, and computers during a weekday was self-reported at ages 11, 15 and 18 years. For each age, sedentary behavior was defined as the sum of time spent on these screen-based activities. Spirometry was performed at 18 years of age. There was no significant difference on pulmonary function between always low and always high sedentary behavior trajectory groups. Finally, in the third article, the effect of regular exercise during pregnancy on pulmonary function in pregnant women from PAMELA trial was evaluated. The PAMELA was a randomized controlled trial that included two groups, an intervention and a control group. The pregnant women in the intervention group participated in a 16-week exercise program. Pulmonary function (FEV₁ and PEF) was measured three times throughout the trial (pre-, middle-, post-test) in both groups. Participants in the intervention group with adherence to the protocol had higher values of PEF in the middle-test and also had higher increase in PEF from pre- to middle-test compared to the participants in the control group. Therefore, it was concluded that physical activity during early adolescence is associated with higher pulmonary function gains from 15 to 18 years in boys, while screen-based sedentary behavior during adolescence may not affect pulmonary function at 18 years in both sexes. Furthermore, regular exercise during pregnancy is associated with higher values and increase in PEF in the second trimester of pregnancy.

Keywords: physical activity; exercise; sedentary behavior; pulmonary function; spirometry; adolescents; pregnant woman; cohort studies; randomized controlled trial.

Lista de abreviaturas e siglas

ACOG – *American Congress of Obstetricians and Gynecologists*

ATS – *American Thoracic Society*

BMI – *Body mass index*

CG – *Control group*

COPD – *Chronic obstructive pulmonary disease*

CVF – *Capacidade vital forçada*

DCNT – *Doenças crônicas não transmissíveis*

DEMI – *Débito expiratório máximo instantâneo*

ERS – *European Respiratory Society*

FEF_{25%} – *Fluxo expiratório forçado em 25% do volume da CVF*

FEF_{50%} – *Fluxo expiratório forçado em 50% do volume da CVF*

FEF_{75%} – *Fluxo expiratório forçado em 75% do volume da CVF*

FEF_{25-75%} – *Fluxo expiratório forçado médio de 25 a 75% da manobra de CVF*

FEV₁ – *Forced expiratory volume in one second*

FVC – *Forced vital capacity*

HR – *Hazard ratio*

IC95% – *Intervalo de confiança de 95%*

IG – *Intervention group*

IMC – *Índice de massa corporal*

MVPA – *Moderate-to-vigorous physical activity*

NDE – *Natural direct effects*

NIE – *Natural indirect effects*

OMS – *Organização Mundial de Saúde*

PA – *Physical activity*

PEF – *Peak expiratory flow*

PF – *Pulmonary function*

PFE – Pico de fluxo expiratório

PP – *Per protocol*

PPGE – Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia

RR – Risco relativo

SD – *Standard deviation*

TV – Televisão

UFPel – Universidade Federal de Pelotas

VEF₁ – Volume expiratório forçado no primeiro segundo

VEF₆ – Volume expiratório forçado nos primeiros seis segundos

VEF₁/CVF – Razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada

95%CI – *95% confidence interval*

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	14
PROJETO DE PESQUISA	15
1. Introdução	20
2. Revisão de literatura	23
2.1 Atividade física.....	23
2.2 Comportamento sedentário.....	26
2.3 Função pulmonar.....	30
2.4 Associação de atividade física e comportamento sedentário com a função pulmonar.....	33
3. Justificativa	50
4. Objetivos	53
4.1 Objetivo geral.....	53
4.2 Objetivos específicos.....	53
5. Hipóteses	54
6. Modelo teórico	55
7. Métodos	58
7.1. Delineamento do estudo.....	58
7.2. População alvo.....	58
7.3. Critérios de inclusão.....	58
7.4. Critérios de exclusão.....	58
7.5 Acompanhamentos da Coorte de 1993.....	59
7.6 Operacionalização das variáveis.....	62
7.7 Equipamentos e instrumentos.....	65
7.8 Cálculo de poder estatístico.....	67
7.9 Revisão sistemática.....	67
7.10 Trabalho de campo.....	67
7.11 Controle de qualidade.....	70
7.12 Plano de análise.....	70
7.13 Aspectos éticos.....	72
8. Limitações do estudo	73
9. Divulgação dos resultados	74
10. Financiamento	75
11. Cronograma	76
Referências	77
ALTERAÇÕES DO PROJETO DE PESQUISA	87
1. Alterações nos artigos planejados	88
2. Alteração no título da tese	89

3. Associação entre atividade física e função pulmonar durante a gestação: revisão de literatura.....	90
3.1 Estratégia de busca.....	91
3.2 Características e resultados dos estudos selecionados.....	95
Referências.....	97
RELATÓRIOS DOS TRABALHOS DE CAMPO.....	99
Trabalho de campo.....	100
Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas.....	101
Estudo PAMELA.....	133
ARTIGOS.....	166
Artigo 1: Physical activity in early adolescence and pulmonary function gain from 15 to 18 years of age in a birth cohort in Brazil.....	167
Artigo 2: The trajectory of screen-based sedentary behavior time during adolescence and pulmonary function at 18 years of age in a Brazilian birth cohort.....	178
Artigo 3: Effect of regular exercise on pulmonary function during pregnancy: a randomized controlled trial (PAMELA).....	201
NOTA À IMPRENSA.....	230

APRESENTAÇÃO

A presente tese de doutorado foi elaborada conforme as normas do Programa de Pós-graduação em Epidemiologia (PPGE) da Universidade Federal de Pelotas.

Inicialmente, o projeto de pesquisa, qualificado em outubro de 2014, é apresentado. Logo após, é apresentada uma seção com as alterações do projeto que foram realizadas após a qualificação do mesmo. Nessa seção, é apresentado também um novo tópico de revisão de literatura. Posteriormente, os relatórios dos trabalhos de campo do acompanhamento dos 18 anos da Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas e do estudo PAMELA são apresentados.

Seguidos dessas seções, os três artigos que compõem esta tese são apresentados. O primeiro artigo, intitulado “Physical activity in early adolescence and pulmonary function gain from 15 to 18 years of age in a birth cohort in Brazil”, teve como objetivo avaliar a associação entre atividade física durante a adolescência e o ganho de função pulmonar dos 15 aos 18 anos. Este artigo foi publicado no periódico *Journal of Physical Activity and Health*. O segundo artigo, intitulado “The trajectory of screen-based sedentary behavior time during adolescence and pulmonary function at 18 years of age in a Brazilian birth cohort”, avaliou a associação entre a trajetória de comportamento sedentário, baseado em tempo de tela, durante a adolescência e a função pulmonar aos 18 anos. Este artigo encontra-se submetido no periódico *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. O terceiro artigo, cujo título é “Effect of regular exercise on pulmonary function during pregnancy: a randomized controlled trial (PAMELA)”, teve como objetivo avaliar o efeito de um programa de exercício durante a gestação na função pulmonar. Este artigo, após considerações da banca, será enviado para os outros potenciais coautores e, após ajustes, será submetido para publicação. Os artigos estão apresentados conforme o formato requerido pelos periódicos os quais foram ou serão submetidos. Após a apresentação dos artigos, uma nota à imprensa encerra o volume desta tese.

Projeto de Pesquisa



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



**ATIVIDADE FÍSICA, COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO E FUNÇÃO
PULMONAR EM ADOLESCENTES PERTENCENTES À COORTE DE
NASCIMENTOS DE 1993 DE PELOTAS**

PROJETO DE PESQUISA

Bruna Gonçalves Cordeiro da Silva

Pelotas, RS
Outubro, 2014

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

**ATIVIDADE FÍSICA, COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO E FUNÇÃO
PULMONAR EM ADOLESCENTES PERTENCENTES À COORTE DE
NASCIMENTOS DE 1993 DE PELOTAS**

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

Bruna Gonçalves Cordeiro da Silva

Orientadora: Ana Maria Baptista Menezes

Coorientador: Fernando César Wehrmeister

Pelotas, 2014

Resumo

As doenças crônicas não transmissíveis tornaram-se a principal fonte de carga de morbimortalidade no país. Essas, de maneira geral, possuem diversos fatores de risco comportamentais conhecidos, dentre eles a inatividade física. Sabe-se que indivíduos que não atingem as recomendações de atividade física apresentam maiores riscos de mortalidade e de desenvolver uma série de doenças. Além disso, o comportamento sedentário, que pode ser independente da atividade física, tem se mostrado também associado com maiores riscos de morbimortalidade. Baixas prevalências de atividade física e altas prevalências de comportamento sedentário têm sido encontradas no mundo todo. Esse fato é especialmente preocupante por também ser observado em crianças e adolescentes. Indivíduos com uma função pulmonar reduzida apresentam maiores riscos de mortalidade e doenças, não só respiratórias. O desenvolvimento da função pulmonar é influenciado por diversos fatores. Com a revisão de literatura, foram encontrados alguns estudos mostrando que a função pulmonar pode ser influenciada positivamente pela atividade física. No entanto, essa relação parece ainda controversa na literatura. Ademais, estudos que avaliem o comportamento sedentário e sua associação com parâmetros de função pulmonar não foram encontrados. Sendo assim, esse projeto propõe avaliar a associação da mudança de atividade física no início da adolescência com o ganho de função pulmonar dos 15 aos 18 anos, a associação bidirecional entre atividade física e função pulmonar e a associação entre o comportamento sedentário durante a adolescência e a função pulmonar aos 18 anos de idade em adolescentes pertencentes à Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas. Para tal, serão utilizados dados de atividade física total e de lazer e de comportamento sedentário através do tempo de tela (televisão, videogame e computador) avaliados por questionário nos acompanhamentos da coorte. Os parâmetros de função pulmonar a serem utilizados serão: capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1) e nos seis primeiros segundos (VEF_6) e pico de fluxo expiratório (PFE). Esses parâmetros foram mensurados por espirometria nos acompanhamentos dos 15 e 18 anos da coorte. Serão realizadas análises ajustadas para fatores de confusão e estratificadas por sexo. Com isso, pretende-se conhecer a relação desses fatores comportamentais modificáveis com o desenvolvimento da função pulmonar na adolescência, visando contribuir para a criação de estratégias que almejem a prevenção de agravos e melhora da saúde e qualidade de vida durante a adolescência e vida adulta.

Artigos planejados

- 1) Atividade física e função pulmonar: uma revisão sistemática

- 2) Mudança de atividade física dos 11 aos 15 anos e ganho de função pulmonar dos 15 aos 18 anos em jovens pertencentes à Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas

- 3) Associação prospectiva entre comportamento sedentário na adolescência e função pulmonar aos 18 anos: Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas

1. INTRODUÇÃO

Com a transição demográfica e epidemiológica no Brasil, as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) tornaram-se a principal fonte de carga de morbimortalidade no país¹. As DCNT, de maneira geral, possuem diversos fatores de risco conhecidos, como tabagismo, consumo abusivo de álcool, dieta não saudável, inatividade física e obesidade². O plano de ação publicado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para os anos de 2013-2020 para prevenção e controle das DCNT tem como foco estratégias para as doenças cardiovasculares, cânceres, diabetes e as doenças respiratórias crônicas, e ainda quatro fatores de risco comportamentais (tabagismo, uso abusivo de álcool, dieta não saudável e inatividade física)³.

A atividade física e sua relação com muitas DCNT tem sido amplamente estudada^{4, 5}. Indivíduos considerados inativos fisicamente apresentam maiores riscos de mortalidade por todas as causas e de desenvolver uma série de doenças. Estima-se, ainda, que a inatividade física seja responsável no mundo todo por 6% da carga das doenças coronarianas, 7% da carga de diabetes do tipo II, 10% da carga de câncer de cólon e de câncer de mama⁶.

Além da atividade física, outro fator relacionado ao estilo de vida, que atualmente está em crescente investigação na área da saúde, é o comportamento sedentário. Este, geralmente estimado pelo tempo de tela ou pelo tempo de horas sentadas, mostra-se muitas vezes um comportamento independente da atividade física⁷. No entanto, o mesmo parece também estar fortemente associado com mortalidade por todas as causas e com o desenvolvimento de diversas DCNT⁸⁻¹⁰.

Atualmente, devido à urbanização e desenvolvimento tecnológico, em nível mundial são encontradas baixas prevalências de atividade física e altas prevalências de comportamento sedentário em diversas faixas etárias¹¹. No Brasil, em inquérito nacional recente nas capitais, foi encontrado que apenas 33,5% da população adulta (18 anos ou mais) atingiu os níveis recomendados de atividade física no lazer e 26,4% assistiam três ou mais horas de televisão

por dia¹². Ainda, em um estudo com dados da PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios) foi observada, para indivíduos dos 14 aos 24 anos, uma prevalência de atividade física no lazer de apenas 16,1%, sendo que 43,4% da população nessa faixa etária assistia televisão por três horas ou mais por dia¹³. Com isso, dada a sua importância para a saúde e as baixas prevalências encontradas, somada às altas prevalências de comportamento sedentário, a atividade física se estabelece como uma importante estratégia de saúde pública.

Assim como as demais DCNT, as doenças respiratórias são multifatoriais, sendo relacionadas a fatores genéticos, ambientais e comportamentais¹⁴⁻¹⁶. Diversos fatores de risco são comuns às DCNT e, portanto, possivelmente estão associados com o desenvolvimento de doenças respiratórias e com alterações na função pulmonar. Dentre os fatores comportamentais e ambientais associados com alterações na função pulmonar o tabagismo^{17, 18} e a poluição^{19, 20} estão bem estabelecidos como tal. Além disso, há algumas evidências, ainda inconsistentes, de que determinados hábitos na dieta^{21, 22} e a inatividade física^{23, 24} também sejam associados à função pulmonar.

Sabe-se que a função pulmonar está relacionada não só com agravos respiratórios, mas com diversos desfechos em saúde. Pesquisas mostram que indivíduos com função pulmonar reduzida apresentam maiores riscos de incidência de câncer de pulmão²⁵, mortalidade por todas as causas^{26, 27}, mortalidade por câncer de pulmão^{28, 29}, mortalidade por câncer em geral²⁶, mortalidade por doenças respiratórias e mortalidade por doenças cardiovasculares^{26, 27}.

Embora a atividade física seja um comportamento com reconhecido efeito protetor para as DCNT, sua relação com a função pulmonar ainda é controversa na literatura²⁴. Os mecanismos pelos quais a atividade física poderia melhorar a função pulmonar ainda não estão bem estabelecidos. Todavia, uma série de explicações para essa associação é encontrada na literatura. Um dos principais mecanismos seria devido ao exercício físico induzir maiores manobras respiratórias e essas, por consequência,

aumentarem a amplitude de movimento da caixa torácica levando, então, a uma maior capacidade ventilatória³⁰.

Ademais, o comportamento sedentário, que também tem se mostrado associado a diversos desfechos em saúde, é um tema relativamente recente na literatura e estudos que avaliem sua relação com a função pulmonar são escassos.

Com base no exposto, pretende-se investigar a relação entre a atividade física e o comportamento sedentário durante a adolescência com a função pulmonar. A identificação de fatores comportamentais modificáveis relacionados com a função pulmonar poderá contribuir para o desenvolvimento de estratégias visando a prevenção de agravos respiratórios e melhora da saúde e qualidade de vida durante a adolescência e vida adulta.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Atividade física

2.1.1 Definição e recomendações

Atividade física é definida como qualquer movimento corporal produzido por músculos esqueléticos que gere gasto energético. Por outro lado, o exercício é uma subcategoria da atividade física, sendo uma atividade planejada, estruturada e repetitiva, tendo como objetivo melhorar ou manter a aptidão física³¹.

As atuais recomendações de atividade física da OMS, visando benefícios para a saúde, para indivíduos de 5 a 17 anos sugerem que os mesmos devem acumular pelo menos 60 minutos de atividade física moderada ou vigorosa por dia, sendo a maior parte dessas de caráter aeróbio. Recomenda-se também que atividades físicas de intensidade vigorosa e atividades de força sejam incluídas pelo menos três vezes na semana. Para adultos (18 – 64 anos) são recomendados pelo menos 150 minutos por semana de atividade física moderada ou 75 minutos de atividade física de intensidade vigorosa. Da mesma forma, são recomendadas atividades aeróbias e atividades de força muscular³².

2.1.2 Mensuração

A mensuração da atividade física não é tarefa fácil, pois trata-se de um comportamento complexo, uma vez que seus vários domínios (lazer, ocupacional, doméstico, deslocamento) nem sempre são compreendidos³³. No entanto, a avaliação da atividade física é fundamental para diversas questões como: entender a relação entre a atividade física e desfechos em saúde, monitorar os níveis de atividade física das populações, entender os correlatos e

determinantes da atividade física e ajudar a explicar porquê algumas pessoas ou grupos são mais ativos que outros, bem como avaliar o impacto e efetividade de programas de promoção da saúde³⁴.

A atividade física pode ser medida de forma subjetiva e objetiva. Sobre a primeira, instrumentos de autorrelato são as ferramentas mais utilizadas, incluindo entrevistas, questionários, recordatório e diários de atividades³⁵. Os métodos baseados no autorrelato são os mais baratos e a forma mais fácil de coletar dados de atividade física de grandes amostras, sendo bem aceitos por participantes de pesquisa³³. Esses métodos possuem algumas limitações, como a dificuldade de precisão na frequência, duração e intensidade da atividade física, capturar todos os domínios e também devido a problemas de recordatório^{35, 36}. Apesar disso, questionários estruturados podem fornecer uma medida de atividade física por domínios e estimativas válidas de gasto energético e o tempo gasto em diferentes níveis de intensidade ou tipo de atividade³³. Ademais, questionários aplicados na adolescência correlacionam-se bem com medidas objetivas de atividade física³⁷.

Por outro lado, a atividade física pode ser medida de forma objetiva através de calorimetria, marcadores fisiológicos, monitores cardíacos, sensores de movimento, como pedômetros e acelerômetros, e observações diretas³⁸. Mensurações objetivas de atividade física são utilizadas visando maior precisão nas estimativas de gasto energético e remoção dos vieses de recordatório. Apesar das vantagens desse tipo de medida, elas são mais complexas, necessitando de treinamento especializado, dependem maior tempo de coleta, são mais caras e menos aceitas por participantes das pesquisas³⁸.

Os sensores de movimento, especialmente os acelerômetros, vêm sendo amplamente utilizados em pesquisas. Os acelerômetros, em geral, fornecem medidas acuradas e confiáveis da quantidade de atividade física³⁹. Contudo, possuem algumas limitações específicas como a não diferenciação dos domínios da atividade física, não captam todos os tipos de movimento e há falta de padronização na utilização e interpretação dos resultados, o que dificulta a comparação entre os estudos³³. Portanto, a escolha do método a ser utilizado para mensuração da atividade física depende de diversos fatores

como número de indivíduos avaliados, tempo disponível para coleta e recursos financeiros para tal³⁸.

2.1.3 Atividade física e saúde

Os estudos epidemiológicos sobre a relação da atividade física e a saúde começaram a partir dos estudos de Morris que, na década de 50, desenvolveu pesquisas mostrando que trabalhadores cujas atividades eram mais ativas fisicamente tiveram menores taxas de mortalidade por doença cardiovascular comparados a trabalhadores cujas atividades eram mais sedentárias⁴⁰.

A partir de então, um corpo crescente de evidências mostrou associação entre a atividade física e desfechos em saúde^{5, 6, 41}. Em estudo recente, Lee e colaboradores mostraram que indivíduos fisicamente inativos têm maiores riscos relativos (RR) de mortalidade por todas as causas (RR=1,28; IC95%:1,21-1,36) e de desenvolver morbidades como doenças coronarianas (RR=1,16; IC95%:1,04-1,30), diabetes do tipo II (RR=1,20; IC95%:1,10-1,33), câncer de cólon (RR=1,32; IC95%:1,23-1,39) e câncer de mama (RR=1,33; IC95%:1,26-1,42). Ainda, os autores mostraram que a inatividade física foi responsável por aproximadamente 9% das mortes prematuras no mundo todo no ano de 2008⁶. Além disso, os benefícios da atividade física para a saúde estendem-se para todas faixas etárias. Recente meta-análise evidenciou que intervenções com atividade física para crianças são capazes de diminuir fatores de risco para doenças cardiovasculares nessa população⁵.

2.1.4 Prevalências

Apesar das evidências relevantes da importância da atividade física para a saúde, conforme já mencionado, altas prevalências de inatividade são encontradas em diferentes populações⁴². No mundo todo, a prevalência de inatividade para adultos é de 31,1%, sendo que 80,3% dos adolescentes (13 a

15 anos) não atingem as recomendações de 60 minutos de atividade física moderada à vigorosa por dia¹¹.

No Brasil, em um estudo de tendência temporal de atividade física foi mostrado que a prática de atividade física no lazer permaneceu estável de 2006 a 2009, com apenas cerca de 14% da população sendo considerada ativa⁴³. Além disso, entre os adolescentes brasileiros (13 a 15 anos) participantes da PeNSE (Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar), a prevalência de ativos no ano de 2009 foi de apenas 43,1%, considerando a atividade física em diversos domínios (escola, deslocamento e lazer)⁴⁴. Ambas pesquisas citadas utilizaram questionários para medir a atividade física.

Assim, salienta-se a importância de criar políticas públicas que incentivem a prática de atividade física na população, especialmente entre os jovens, uma vez que um jovem ativo tem maior probabilidade de tornar-se um adulto ativo⁴⁵.

2.2 Comportamento sedentário

2.2.1 Definição

O conceito de comportamento sedentário refere-se a atividades que não aumentam substancialmente o gasto energético acima dos níveis de repouso, incluindo atividades como ficar sentado, ficar deitado, assistir televisão e outras atividades baseadas em tela. Ainda, de forma operacional, o comportamento sedentário pode ser definido como atividades que envolvam gasto energético de 1,0 a 1,5 METs⁴⁶. Um MET é o gasto energético do repouso, frequentemente definido em termos de consumo de oxigênio como 3,5 ml/kg/min.

Deve ser ressaltado que o conceito de comportamento sedentário difere do conceito de inatividade física, sendo esse último utilizado quando o indivíduo não atinge as recomendações de atividade física⁴⁷ de 150 minutos

por semana para adultos e 300 minutos por semana para crianças e adolescentes³². Outra questão importante sobre o comportamento sedentário consiste na sua independência parcial em relação à atividade física^{48, 49}. Dessa forma, entende-se que um indivíduo possa ter comportamento sedentário e atingir as recomendações de atividade física, sendo considerado, portanto, um indivíduo também ativo.

2.2.2 Mensuração

Assim como a atividade física, o comportamento sedentário pode ocorrer em diversos domínios e sua mensuração pode ser realizada de forma subjetiva ou objetiva⁷. Como medidas subjetivas, a forma mais comum de medir comportamento sedentário é através de questões sobre o tempo sentado durante o dia ou, especificamente para crianças e adolescentes, questões sobre o tempo em atividades baseadas em tela (televisão, computador e videogame)^{50, 51}. Essas medidas subjetivas apresentam vantagens em relação à aplicabilidade, tempo e custo, além de apresentarem boa validade e repetibilidade⁵⁰. Por outro lado, possuem problemas já descritos que são inerentes ao autorrelato e, dependendo da questão, podem não refletir a quantidade total despendida em comportamento sedentário durante um dia⁵².

Com relação às medidas objetivas de comportamento sedentário, os acelerômetros, apesar de terem sido criados para medir atividade física, são os equipamentos mais utilizados para a mensuração objetiva^{7, 39}. Para medir o comportamento sedentário, similarmente à atividade física, os acelerômetros apresentam as vantagens e desvantagens já descritas. Com isso, a escolha do método de medida do comportamento sedentário deve depender da população a ser estudada, do tamanho da amostra, tempo e recursos disponíveis para a coleta.

2.2.3 Comportamento sedentário e saúde

Estudos sobre a influência do comportamento sedentário na saúde são relativamente recentes⁵³. No ano de 1996, Gortmaker e colaboradores estudaram a relação entre horas assistindo televisão e o sobrepeso em crianças e adolescentes (10 a 15 anos). Os autores mostraram que aqueles que assistiam televisão por mais de 5 horas por dia apresentaram um *odds* 5 vezes maior de ter sobrepeso do que aqueles que assistiam um período máximo de duas horas por dia. Ainda, estudaram em um período de quatro anos a incidência de sobrepeso e encontraram um *odds* 8 vezes maior de desenvolver sobrepeso naqueles que assistiam televisão por 5 horas ou mais por dia quando comparados àqueles que assistiam até duas horas por dia⁵⁴. Atualmente, na área de pesquisa da atividade física e saúde, o estudo das consequências do comportamento sedentário tem conquistado espaço na literatura internacional de forma crescente⁴⁸.

Uma revisão atual de estudos prospectivos sobre a relação do comportamento sedentário na infância e desfechos em saúde mostrou que as evidências da relação desse com gordura corporal, pressão arterial, lipídeos e massa óssea são ainda insuficientes em crianças, e destacaram a falta de estudos com alta qualidade⁵⁵. Outra revisão recente sobre o tema em adultos também não encontrou evidências suficientes sobre a associação do comportamento sedentário com medidas relacionadas ao peso corporal e risco cardiovascular⁸. No entanto, essa mesma revisão encontrou evidências moderadas da associação desse comportamento com o risco de diabetes tipo II e fortes evidências de sua associação com mortalidade por doença cardiovascular e por todas as causas. Além disso, recente meta-análise sobre o tempo sentado por dia e mortalidade por todas as causas mostrou que maior quantidade de tempo total sentado por dia está associado com maiores riscos de mortalidade por todas as causas (HR=1,04; IC95%:1,02-1,05), mesmo tendo seu efeito atenuado quando ajustado pela atividade física (HR=1,02; IC95%1,01-1,03)¹⁰.

2.2.4 Prevalências

A criação de tecnologias domésticas e laborais, mudanças no modo de produção industrial, mudanças no sistema de transporte e na construção de ambientes das cidades têm levado a uma redução na energia despendida para realizar diversas tarefas da vida diária⁵⁶. Nesse sentido, passamos, atualmente, muito tempo de nossas vidas em atividades sedentárias. Alguns dados, avaliados de forma objetiva, de países de renda alta mostram que, em média, a população adulta fica aproximadamente de 8 a 10 horas por dia em atividades sedentárias^{57, 58} e crianças e adolescentes de 6 a 8 horas por dia⁵⁷. Estudo realizado em 20 países, utilizando questionário, mostrou que a média de tempo sentado por dia em adultos foi de 5 horas⁵⁹.

No Brasil, em estudo populacional recente com adultos da cidade de Pelotas, foi encontrada uma média de tempo sentado de aproximadamente 6 horas por dia⁵³. Em outra pesquisa, com dados da PeNSE, aproximadamente 80% dos adolescentes brasileiros relataram assistir televisão durante duas horas ou mais por dia⁴⁴. Ambos os estudos utilizaram questionário.

Sendo assim, ressalta-se a importância de mais estudos longitudinais sobre a associação do comportamento sedentário e diversos desfechos em saúde, para podermos ter um corpo de evidências consistentes das consequências de tal comportamento. Conquanto, com as evidências já existentes e com as altas e crescentes prevalências de comportamento sedentário, intervenções visando a redução do tempo gasto em comportamento sedentário juntamente com a promoção da atividade física são de extrema importância para a saúde pública.

2.3 Função Pulmonar

2.3.1 Definição, mensuração e parâmetros

Os pulmões são órgãos do sistema respiratório responsáveis pelas trocas gasosas, as quais objetivam a oxigenação do sangue e eliminação do dióxido de carbono. A função pulmonar consiste em um conjunto de parâmetros que refletem como o pulmão está realizando seu trabalho e, conseqüentemente, como está a saúde do sistema respiratório⁶⁰.

Existem diversos testes para avaliar a função pulmonar, sendo os mais utilizados a espirometria, a pletismografia corporal e a capacidade de difusão⁶¹. De maneira geral, a espirometria mede a passagem de ar para dentro e para fora dos pulmões e também a velocidade pela qual o ar é expirado^{62, 63}. A pletismografia corporal avalia a quantidade de ar presente nos pulmões, o volume de ar presente após uma inspiração profunda e o volume que permanece nos pulmões após uma expiração completa. Já, o teste de capacidade de difusão avalia a passagem dos gases dos pulmões para a corrente sanguínea⁶⁴.

Dentre esses, a espirometria é o teste de função pulmonar mais utilizado⁶¹, sendo adequado para ser realizado em crianças acima de 6 anos e demais faixas etárias, possuindo poucas contraindicações⁶⁵. Os principais parâmetros de função pulmonar que podem ser obtidos através da espirometria são: capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado em determinado tempo (VEF_t), razão VEF_t/CVF , fluxo expiratório forçado médio ($FEF_{a-b\%}$) e o pico de fluxo expiratório (PFE)⁶². A definição de cada um desses parâmetros, de acordo com Pereira⁶², encontra-se no Quadro 1.

Quadro 1. Definições básicas dos principais parâmetros de função pulmonar.

Parâmetro de Função Pulmonar	Definição *
Capacidade Vital Forçada (CVF)	Volume máximo de ar exalado com esforço máximo, a partir de máxima inspiração.
Volume Expiratório Forçado (VEF _t)	Volume de ar expirado num tempo especificado durante a manobra de CVF; geralmente utilizado o VEF ₁ , que é o volume de ar exalado no primeiro segundo da manobra de CVF.
Razão VEF _t /CVF ou VEF _t %	Razão derivada através da equação: $VEF_t\% = VEF_t/CVF \times 100$; dependendo do valor, sugere presença ou ausência de distúrbios obstrutivos.
Fluxo Expiratório Forçado médio (FEF _{a-b%})	Fluxo expiratório forçado médio de um segmento obtido durante a manobra de CVF; comumente utilizado como FEF _{25-75%} , que é o fluxo expiratório forçado médio na faixa intermediária da CVF (entre 25 e 75% da curva de CVF).
Pico de Fluxo Expiratório (PFE)	Fluxo máximo de ar durante a manobra de capacidade vital forçada.

* De acordo com Pereira (2002)⁶².

Para a interpretação de testes espirométricos é normalmente utilizada a comparação dos resultados encontrados com valores de referência, conhecidos previamente e obtidos de uma amostra representativa da população de interesse. Para cada parâmetro estudado, valores previstos podem ser obtidos através de equações baseadas em curvas de regressão dos parâmetros estudados, levando em consideração a altura, idade e o sexo do indivíduo⁶⁵.

A mensuração da função pulmonar é importante para: detectar presença de alguma doença ou alteração pulmonar, avaliar a gravidade de alguma doença pulmonar já diagnosticada, os efeitos de exposições comportamentais ou ambientais, o efeito de terapias, o risco de procedimentos cirúrgicos, invalidez ou deficiência⁶⁵ e para monitoramentos e vigilância epidemiológica⁶⁴.

Como já descrito, diversos fatores podem influenciar a função pulmonar, desde fatores genéticos a fatores ambientais e comportamentais^{14, 16}. Há fortes evidências de que o baixo peso ao nascer esteja associado com uma função pulmonar reduzida^{66, 67}. Também há fortes evidências de que o fumo tenha um efeito negativo sobre a função pulmonar^{17, 18}, enquanto assume-se que a atividade física e a aptidão física tenham efeito positivo sobre a mesma^{23, 24}. Ainda, com relação à dieta, a ingestão de vitamina A e de ácidos graxos poli-insaturados parecem ter efeito positivo sobre a função pulmonar^{21, 22}. Fatores ambientais como a poluição extra e intradomiciliar estão associados com a piora da função pulmonar e são bem estabelecidos como fatores de risco^{19, 20}.

2.3.2 Função pulmonar e saúde

Sabe-se que indivíduos com agravos respiratórios possuem alterações nos testes de função pulmonar^{14, 62}. Estudos têm evidenciado que indivíduos com reduzida função pulmonar possuem riscos maiores de agravos e mortalidade²⁵⁻²⁹. Menezes e colaboradores, em estudo realizado recentemente na América Latina, mostraram em análises ajustadas que a cada aumento de um litro no VEF₁ há uma redução de 38% no risco de mortalidade por todas as causas (*Hazard Ratio* (HR)=0,62; IC95%:0,46-0,83), de 62% no risco de mortalidade por doença cardiovascular (HR=0,38; IC95%:0,23-0,61) e de 74% no risco de mortalidade por doenças respiratórias (HR=0,26; IC95%:0,08-0,80)²⁷. Corroborando com isso, Knuiman e colaboradores encontraram que uma redução de 10% no VEF₁ esteve associada em homens e mulheres com mortalidade por todas as causas (HR=1,12; IC95%:1,08-1,17; HR=1,10; IC95%:1,06-1,15), mortalidade por doença coronariana (HR= 1,10; IC95%:1,03-1,18; HR=1,06; IC95%:1,00-1,14), mortalidade por câncer (HR=1,10; IC95%:1,03-1,20; HR=1,10; IC95%:1,01-1,20) e mortalidade por doenças respiratórias (HR=1,6; IC95%:1,41-1,83; HR=1,27; IC95%:1,07-1,50)²⁶.

Assim, esses fatos evidenciam a importância da avaliação e monitoramento da função pulmonar, desde a infância e adolescência, bem como a identificação de fatores associados, objetivando sua melhora.

2.4 Associação de atividade física e comportamento sedentário com a função pulmonar

2.4.1 Estratégia de busca

A busca na literatura sobre a relação entre a prática de atividade física e o comportamento sedentário com a função pulmonar foi realizada de forma sistemática. Essa busca sistemática foi conduzida na base de dados Pubmed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>), sendo realizada em 05 de maio de 2014 e atualizada em 22 de setembro de 2014.

A estratégia de busca na base de dados foi seguida conforme descrição na Tabela 1. De forma resumida, essa busca aconteceu em três partes: a) busca de artigos que analisaram a relação entre atividade física e função pulmonar; b) busca de artigos que analisaram a relação entre comportamento sedentário e função pulmonar; e c) todas as referências encontradas nas etapas anteriores foram exportadas para uma biblioteca única no programa EndNote, onde as duplicatas foram excluídas.

Para realizar a busca no Pubmed, foi utilizada uma combinação de termos livres encontrados na literatura e descritores “MeSH” (*Medical Subject Heading*), previamente consultados. Dessa forma, com o objetivo de localizar artigos sobre função pulmonar foram utilizados os termos “respiratory function tests”, “lung function”, “pulmonary function”, “spirometric function”, “lung volumes”, “spirometry” e “respiration”. Para localizar artigos sobre atividade física foram utilizados os termos “motor activity”, “physical fitness”, “physical activity”, “exercise” e “sports”. Com o intuito de encontrar artigos sobre comportamento sedentário os termos “sedentary behavior”, “sedentary

lifestyle”, “sedentariness” e “screen time” foram utilizados. Ainda, para localizar artigos de estudos longitudinais e revisões foram utilizados os termos “longitudinal studies”, “cohort studies”, “follow-up studies”, “prospective studies”, “clinical trials”, “randomized controlled trials”, “review” e “meta-analysis”. Todos os termos foram incluídos para buscas em todos os campos.

Como limites da busca na base de dados foram incluídos estudos realizados em humanos e nas idades do nascimento aos 24 anos (nascimento – 18 anos e 19 – 24 anos). Não foram incluídos limites de idioma e de data da publicação.

Tabela 1. Estratégias de busca sistematizada da literatura para localização de referências sobre a relação entre atividade física, comportamento sedentário e função pulmonar.

Busca por termos (Pubmed)	Localizados	Limites*
#1 respiratory function tests OR lung function OR pulmonary function OR spirometric function OR lung volumes OR spirometry OR respiration	761549	-
#2 motor activity OR physical fitness OR physical activity OR exercise OR sports	545959	-
#3 sedentary behavior OR sedentary lifestyle OR sedentariness OR screen time	44385	-
#4 longitudinal studies OR cohort studies OR follow-up studies OR prospective studies OR clinical trials OR randomized controlled trials OR review OR meta-analysis	4306958	-
#1 AND #2 AND #4	29009	5061
#1 AND #3 AND #4	601	156
Total (com duplicatas)	-	5217
Total	-	5153

* Estudos em humanos e idades 0-24 anos

Após a busca no Pubmed, o processo de revisão da literatura aconteceu em outras três etapas: leitura de títulos, resumos e artigos na íntegra. Esse processo está ilustrado detalhadamente na Figura 1. Dessa maneira, com a estratégia de busca na base de dados utilizada foram localizados, excluindo duplicatas, 5153 títulos. Foram selecionados, a partir da leitura desses títulos, 407 resumos. Após leitura dos resumos foram selecionados 42 artigos. Foi realizada a leitura na íntegra desses artigos e a partir dessa foram selecionados 16 artigos de interesse para essa revisão. Além disso, foi realizada a busca nas listas de referências dos artigos selecionados e, através dessa, foram encontrados 5 artigos de interesse. Com isso, foram incluídos nessa revisão um total de 21 artigos.

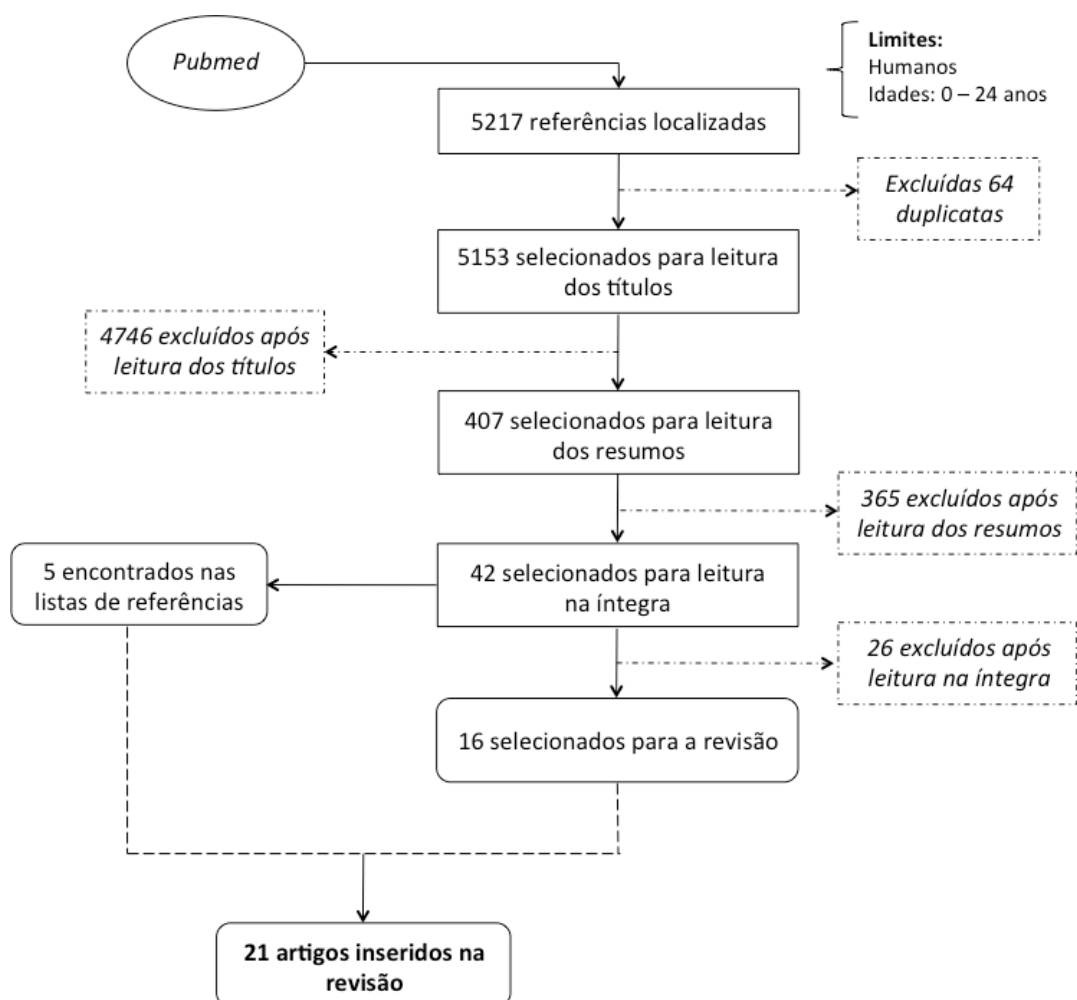


Figura 1. Fluxograma da revisão de literatura sobre a relação entre atividade física, comportamento sedentário e função pulmonar.

Para obtenção dos artigos selecionados que não estavam com acesso livre utilizou-se o Portal de Periódicos CAPES/MEC (<http://www.periodicos.capes.gov.br>), através de conexão com *proxy* da Universidade, e o contato por meio de e-mail com os autores dos artigos.

Nas etapas de seleção dos artigos, foram excluídos artigos que não avaliaram a relação entre a atividade física ou o comportamento sedentário com a função pulmonar, estudos que avaliaram a aptidão cardiorrespiratória ou que os testes pulmonares foram realizados apenas durante exercício físico (testes em esteira ou ciclo ergômetro), estudos que avaliaram os benefícios de exercícios físicos, como a natação, apenas como tratamento de doenças respiratórias e estudos cuja amostra era exclusivamente de população asmática ou com outras doenças. Embora não seja objetivo do presente projeto verificar a associação entre atividade física, comportamento sedentário e asma ou sintomas respiratórios, os artigos encontrados que utilizaram esses últimos como desfecho não foram excluídos dessa revisão, uma vez que, por tratar-se de um projeto de pesquisa, julgou-se importante conhecer de forma ampla os estudos publicados na área.

As características e resumo dos principais resultados dos artigos selecionados estão no Quadro 2.

Quadro 2. Resumo dos artigos selecionados sobre associação de variáveis relacionadas à atividade física ou comportamento sedentário e função pulmonar.

Autores e ano	País	Objetivo	Delineamento e amostra	Desfechos de interesse avaliados	Resultados principais
Pherwani et al. 1989 ⁶⁸	Índia	Estudar o efeito da natação vigorosa na função pulmonar.	Transversal; 45 nadadores e 45 controles não atletas com idades de 7 a 22 anos.	CV, VRE, VRI, CVF, PFE, VEF ₁ , FEF _{25%} , FEF _{50%} e FEF _{75%} .	Nadadores tiveram melhores valores de CV, VRI, CVF, VEF ₁ , FEF _{25%} do que os controles não-atletas.
Doherty e Dimitriou 1997 ⁶⁹	Grécia	Comparar o volume pulmonar em uma amostra de nadadores gregos, atletas de esportes terrestres e controles sedentários por meio de escala alométrica.	Transversal; 459 indivíduos (10-21 anos), incluindo 159 nadadores, 130 atletas terrestres e 170 indivíduos sedentários.	CVF, VEF ₁ , VEF ₁ /CVF e PFE.	Nadadores (de ambos os sexos) tiveram valores mais elevados de VEF ₁ (ajustado para estatura) do que atletas terrestres e indivíduos sedentários.
Twisk et al. 1998 ¹⁴	Holanda	Investigar o <i>tracking</i> dos parâmetros de função pulmonar e a relação do desenvolvimento da função pulmonar e os parâmetros de estilo de vida (fumo, álcool, dieta, atividade física, aptidão neuromotora e cardiopulmonar).	Longitudinal, observacional; 167 indivíduos saudáveis com idades entre 13 e 27 anos.	CVF, VEF ₁ e PFE.	Atividade física foi inversamente relacionada ao PFE. Mudanças na atividade física foram positivamente associada a mudanças em CVF.
Caballero et al. 1999 ⁷⁰	Espanha	Avaliar os efeitos de atividades físicas competitivas (esportes) sobre o sistema cardiorrespiratório e a performance física em crianças.	Transversal; 74 meninos com idade de 6 e 7 anos (41 de escola pública e 33 de escola esportiva).	CVF, VEF ₁ , PFE e VEF ₁ /CVF (avaliados pré e pós-sessão de exercício físico).	Não houve diferença nos parâmetros de função pulmonar entre os meninos de escola pública (menos ativos) e de escola esportiva (mais ativos).

Autores e ano	País	Objetivo	Delineamento e amostra	Desfechos de interesse avaliados	Resultados principais
Eisenmann et al. 1999 ⁷¹	Canadá	Examinar a relação entre indicadores de atividade física (gasto energético e tempo em atividade física de intensidade moderada a vigorosa - MVPA) e função pulmonar.	Transversal; 424 meninos e 366 meninas saudáveis de 9 a 18 anos de idade, pertencentes ao estudo "Québec Family Study".	PFE, CVF, VEF ₁ e VEF ₁ /CVF.	Os indicadores de atividade física apresentaram correlação significativa apenas com VEF ₁ /CVF em meninas de 16 a 18 anos. Meninos de 9 a 12 anos com valores maiores de gasto energético tiveram valores mais elevados de PFE e meninos de 16 a 18 com valores maiores de MVPA tiveram valores menores de VEF ₁ /CVF.
Rasmussen et al. 2000 ²³	Dinamarca	Investigar se a aptidão física na infância teria impacto no risco de desenvolver asma na adolescência através de um acompanhamento de 10 anos.	Longitudinal, observacional; 757 crianças saudáveis (não-asmáticas) de 8 a 11 anos, pertencentes ao estudo "Odense Schoolchild Study".	Desenvolvimento de asma e presença de sintomas.	Indivíduos com níveis mais baixos de aptidão física tiveram maior incidência de asma do que aqueles com maior aptidão física. Em análise ajustada para diversos fatores, aptidão física foi inversamente relacionada com o desenvolvimento de asma.
Corbo et al. 2005 ⁷²	Itália	Analisar a relação entre algumas condições respiratórias (chiado, asma e tosse crônica) com hábitos de dieta, IMC, atividade física e hábito de assistir TV.	Transversal; 19.995 crianças de 6 a 7 anos de idade participantes do estudo "SIDRIA-2".	Chiado atual, tosse crônica e asma.	O hábito de assistir TV foi associado com chiado (> 3 horas/dia), com tosse crônica e asma (> 5 horas/dia). Quando ajustada para todos as exposições, apenas assistir TV por mais de 5 horas esteve associado ao chiado. Não foi encontrada associação dos desfechos com a atividade física.
Firincieli et al. 2005 ⁷³	Estados Unidos	Investigar a associação entre atividade física e chiado em crianças de uma cidade do interior envolvida no programa "Head Start".	Transversal; Crianças com idade de 3 a 5 anos de idade participantes do programa "Head Start" (n=54 acelerometria; n=144 questionário de sintomas).	Chiado e asma.	Chiado e asma nos últimos 12 meses foram mais prevalentes nas crianças com níveis mais baixos de atividade física.

Autores e ano	País	Objetivo	Delineamento e amostra	Desfechos de interesse avaliados	Resultados principais
Kippelen et al. 2005 ⁷⁴	França	Determinar se qualquer alteração nas vias aéreas ocorrem durante uma temporada esportiva em atletas de resistência saudáveis treinando em uma região Mediterrânea.	Longitudinal, observacional; 13 atletas de resistência, e do sexo masculino (22±1 anos), e 6 indivíduos sedentários saudáveis (25±1 anos; grupo controle).	Sintomas de asma: tosse, chiado, aperto no peito e falta de ar; CVF, VEF ₁ , VEF ₁ /CVF, FEF _{25-75%} pré e pós-exercício físico.	Na início da temporada, a CVF do grupo controle foi menor do que a do grupo de atletas. Durante um ano, no grupo de atletas houve um decréscimo na CVF em um dos períodos da temporada esportiva e os sintomas de asma permaneceram estáveis para ambos os grupos.
Nourry et al. 2005 ⁷⁵	França	Determinar se 8 semanas de treinamento de corrida intermitente pode melhorar a função pulmonar e afetar a ventilação em exercício em crianças pré-puberes.	Longitudinal, experimental; 18 crianças não-atletas, saudáveis (10±0,8 anos) divididos de forma randomizada em grupo treino (n=9) e grupo controle (n=9).	CVF, VEF ₁ , PFE, FEF _{75%} , FEF _{50%} , FEF _{25%} pré e pós-exercício e suas alterações pré e pós-exercício (pós - pré; Δ) e frequência respiratória.	O grupo controle não apresentou alterações no parâmetros de função pulmonar após 8 semanas. O grupo treino obteve incrementos significativos em: CVF, VEF ₁ , PFE, FEF _{75%} e FEF _{50%} com o treinamento. Nas alterações pré e pós-exercício, apenas o grupo treino teve aumento para ΔCVF, ΔVEF ₁ , ΔPFE e ΔFEF _{75%} após o treinamento.
Berntsen et al. 2008 ⁷⁶	Noruega	Avaliar a associação entre atividade física e função pulmonar em crianças escolares da Noruega.	Transversal; 2537 crianças de 9 a 10 anos de idade pertencentes a uma coorte de nascimentos de 1992 (Oslo Birth Cohort).	CVF e VEF ₁ .	Os valores de VEF ₁ e CVF foram mais altos para os mais ativos, mesmo após ajuste para fatores de confusão. Quando as análises foram estratificadas por sexo, as associações permaneceram significativas apenas para as meninas.
Corbo et al. 2008 ⁷⁷	Itália	Examinar as associações independentes de IMC, participação regular em esportes, hábito de assistir TV e dieta com a prevalência de chiado e asma.	Transversal; 20.016 crianças de 6 a 7 anos pertencentes ao estudo "SIDRIA-2".	Chiado e asma.	O hábito de assistir TV (> 5 horas/dia) foi associado com chiado e asma. Quando ajustadas as análises para as demais exposições, o hábito de assistir TV associado com chiado (> 3 horas/dia) e com asma (> 5 horas/dia). A prática regular de esportes não apresentou associação com os desfechos.

Autores e ano	País	Objetivo	Delineamento e amostra	Desfechos de interesse avaliados	Resultados principais
Trabelsi et al. 2008 ¹⁶	Tunísia	Avaliar o impacto da morfologia ao nascimento, atividade física, antropometria, fatores socioeconômicos e ambientais (poluição e tabagismo) na função pulmonar em crianças saudáveis da Tunísia.	Transversal; 756 crianças saudáveis da Tunísia com idade entre 6 e 16 anos foram selecionadas randomicamente de uma população de crianças escolares.	CVF, VEF ₁ , PFE, VEF ₁ /CVF, FEF _{50%} e FEF _{25-75%} .	A função pulmonar (CVF, VEF ₁ , PFE, FEF _{50%} e FEF _{25-75%}) aumentou proporcionalmente daqueles que não praticavam esportes, para aqueles que praticavam na escola e para aqueles que praticavam também no clube. Nas análises ajustadas multivariadas a atividade física não mostrou associação com a função pulmonar.
Khalili e Elkins 2009 ⁷⁸	Irã	Investigar o efeito de um programa de exercício físico sobre a função pulmonar de crianças com deficiência intelectual.	Longitudinal, experimental; 44 crianças de 12 anos de idade com Síndrome de Down ou outra deficiência intelectual, divididas em grupo experimental (n=24) e controle (n=20).	CVF e VEF ₁ .	Após a intervenção, o grupo experimental obteve incrementos significativos no VEF ₁ e na CVF, enquanto não houve alteração significativa nos valores do grupo controle após o período de 8 semanas.
Font-Ribera et al. 2011 ⁷⁹	Inglaterra	Examinar se a natação em diferentes momentos no início da infância está associada com a prevalência de asma e sintomas aos 7 e 10 anos de idade.	Longitudinal, observacional; 5738 crianças de 7 a 10 anos de idade pertencentes a coorte de ALSPAC (The Avon Longitudinal Study of Parents and Children).	Sintomas atuais: chiado, asma, VEF ₁ , CVF, FEF _{25-75%} e hiperresponsividade brônquica aos 8 anos.	Crianças com alta frequência de natação dos 0 aos 7 anos tiveram menor <i>odds</i> de asma e maiores valores de FEF _{25-75%} . A natação foi associada com valores mais altos de CVF, VEF ₁ e VEF ₁ /CVF aos 8 anos.

Autores e ano	País	Objetivo	Delimitação e amostra	Desfechos de interesse avaliados	Resultados principais
Gabrilo et al. 2011 ⁶⁰	Croácia	Investigar as mudanças na função pulmonar durante 1 ano de acompanhamento de jovens atletas de nado sincronizado e relacionar o estado da função pulmonar com seu sucesso competitivo.	Longitudinal, observacional; 24 atletas de nado sincronizado com idade de 14 a 16 anos, que praticavam o esporte de 3 a 5 anos.	CVF, VEF ₁ , PFE, VEF ₁ /CVF, FEF _{25-75%} , FEF _{25%} , FEF _{50%} , ventilação máxima voluntária.	Após 1 ano, houve aumento na função pulmonar das atletas. Os valores % de função pulmonar das atletas foram mais altos do que as médias normais para idade e peso. Houve correlação positiva do sucesso competitivo com a CVF.
Dunham e Harms 2012 ⁸⁰	Estados Unidos	Determinar se o treinamento intervalado de alta intensidade (HIT) incrementaria a força dos músculos respiratórios e as taxas de fluxo expiratório mais do que o treinamento de resistência.	Longitudinal, experimental; 15 adultos saudáveis, ativos, não atletas randomizados em grupo HIT (20,2±2,1 anos; n=8) e grupo resistência (21,3±2,3 anos; n=7).	PFE, VEF ₁ , CVF, VEF ₁ /CVF, FEF _{25-75%} , pressão inspiratória e expiratória máximas.	Ambos os grupos incrementaram a pressão máxima inspiratória pós treinamento. Não houve alteração na pressão expiratória máxima e nem nas taxas de fluxo expiratório com o treinamento em nenhum grupo.
Menezes et al. 2012 ²⁴	Brasil	Avaliar a associação entre mudanças na atividade física dos 11 aos 15 anos de idade e a função pulmonar aos 15 anos.	Longitudinal, observacional (com medida transversal de função pulmonar); 4325 adolescentes dos 11 aos 15 anos pertencentes a Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas.	CVF, VEF ₁ , VEF ₆ e PFE.	As meninas mais ativas no lazer aos 11 e 15 anos tiveram melhores valores de CVF e FEV ₆ do que aquelas que foram inativas aos 11 e 15 anos. Aquelas que se tornaram ativas aos 15 anos tiveram maior PFE do que aquelas que foram inativas aos 11 e 15 anos. Nos meninos, aqueles que se tornaram inativos no lazer tiveram piores PFE do que aqueles que foram inativos aos 11 e 15 anos.

Autores e ano	País	Objetivo	Delineamento e amostra	Desfechos de interesse avaliados	Resultados principais
Rosenkranz et al. 2012 ⁸¹	Estados Unidos	Determinar se 8 semanas de treinamento com exercícios de alta intensidade melhorariam a responsividade das vias aéreas em crianças pré-púberes, não asmáticas e inativas.	Longitudinal, experimental; 16 pré-púberes (n=14 meninas) com idade de 7 a 12 anos, saudáveis e inativos, randomizados em grupo treino (n=8) e grupo controle (n=8).	VEF ₁ , CVF, VEF ₁ /CVF, FEF _{25-75%} pré e pós-exercício físico e pós EVH (<i>eucapnic voluntary hyperventilation</i>).	Houve melhora no grupo treino no Δ VEF ₁ no pós-exercício e pós-EVH e no Δ FEF ₂₅₋₇₅ com o treinamento.
Degens et al. 2013 ⁸²	Inglaterra, Finlândia e Hungria	Comparar, em um estudo transversal, a função respiratória em atletas master de atletismo e controles sedentários.	Transversal; Adultos (24 a 86 anos), sendo 71 mulheres e 84 homens atletas master (Finlândia e Hungria) e 39 mulheres e 45 homens controles sedentários (Inglaterra).	VEF ₁ , CVF, PFE, VEF ₁ /CVF e idade pulmonar predita.	Valores de VEF ₁ , CVF e PFE dos atletas foram mais altos que dos controles. O VEF ₁ /CVF foi maior em controles do que em atletas. Atletas tiveram idade pulmonar predita mais baixa do que os controles.
Paulo et al. 2013 ⁸³	Portugal	Verificar os efeitos da atividade física na composição corporal (IMC e circunferência da cintura) e nos valores espirométricos e verificar se há correlação entre os valores da composição corporal e os volumes pulmonares.	Transversal; 86 indivíduos, saudáveis, com idades entre 18 e 31 anos, alunos do ensino superior público de Portugal, divididos em: grupo experimental (praticantes de exercício físico – n=58) e grupo controle (sedentários – n=28).	CVF, VEF ₁ e DEMI (débito expiratório máximo instantâneo).	O grupo experimental obteve valores significativamente maiores para CVF, VEF ₁ e DEMI do que o grupo controle.

CV: capacidade vital; VRE: volume de reserva expiratória; VRI: volume de reserva inspiratória; CVF: capacidade vital forçada; PFE: pico de fluxo expiratório; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF₆: volume expiratório forçado nos primeiros seis segundos; VEF₁/CVF: razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada; FEF_{25%}: fluxo expiratório forçado em 25% do volume da CVF; FEF_{50%}: fluxo expiratório forçado em 50% do volume da CVF; FEF_{75%}: fluxo expiratório forçado em 75% do volume da CVF; FEF_{25-75%}: fluxo expiratório forçado médio de 25 a 75% da manobra de CVF; DEMI: débito expiratório máximo instantâneo; IMC: índice de massa corporal; MVPA: atividade física moderada a vigorosa; TV: televisão; ; Δ : variação “pós” em relação ao “pré”.

2.4.2 Características dos estudos selecionados

Dos 21 artigos selecionados, o mais antigo foi publicado no ano de 1989⁶⁸ e os mais recentes foram publicados em 2013^{82, 83}. Dentre todos selecionados, apenas quatro foram realizados em países de média e baixa renda, sendo um na Índia⁶⁸, um na Tunísia¹⁶, um no Irã⁷⁸ e um no Brasil²⁴. A maioria dos estudos (13 estudos) foi realizado no continente Europeu.

Com relação ao delineamento, apesar de terem sido incluídos na busca alguns termos relativos a estudos longitudinais, praticamente metade dos estudos selecionados (11 estudos) utilizou delineamento transversal^{16, 68-73, 76, 77, 82, 83}. Dentre os dez estudos que utilizaram delineamento longitudinal, seis deles foram de caráter observacional^{14, 23, 24, 60, 74, 79} e quatro experimentais^{75, 78, 80, 81}.

Os estudos selecionados apresentaram tamanhos de amostra variados. O estudo com maior amostra investigou de forma transversal um total de 20.016 crianças italianas, pertencentes ao estudo “SIDRIA-2” (Estudos Italianos sobre Doenças Respiratórias em Crianças e Ambiente)⁷⁷. Já, o estudo com menor tamanho de amostra investigou de forma experimental um total de 15 adultos jovens⁸⁰. Ainda, destaca-se que, de todos os selecionados, dez estudos tiveram uma amostra menor do que 100 indivíduos^{60, 68, 70, 73-75, 78, 80, 81, 83}, três de 100 a 500 indivíduos^{14, 69, 82} e oito tiveram um tamanho de amostra superior a 500^{16, 23, 24, 71, 72, 76, 77, 79}.

As características das amostras estudadas nos artigos selecionados foram bastante diversificadas também. Alguns estudos avaliaram uma amostra de atletas e não atletas^{68, 69, 74, 82}, um estudo avaliou uma amostra exclusiva de atletas⁶⁰ e um estudo avaliou exclusivamente uma amostra de adolescentes com deficiência intelectual⁷⁸. Ademais, as faixas etárias estudadas foram também variadas e alguns estudos excederam a faixa etária escolhida nos filtros de busca (24 anos)^{14, 74, 82, 83}. O estudo que utilizou menor grupo de idade em sua amostra investigou crianças de 3 a 5 anos⁷³, enquanto aquele com faixa etária mais elevada investigou uma amostra de

adultos com indivíduos dos 24 aos 86 anos⁸². Além disso, com exceção de quatro artigos^{60, 68, 70, 74}, ambos os sexos foram incluídos nas amostras.

Com relação à avaliação da atividade física, diferentes métodos foram empregados. Nos estudos transversais e longitudinais observacionais, alguns utilizaram a comparação de grupos de indivíduos que tinham prática regular de exercícios físicos ou eram atletas com grupo de indivíduos considerados inativos ou insuficientemente ativos^{68-70, 74, 82, 83}. Dois estudos utilizaram, como *proxy* de atividade física, variáveis relacionadas ao desempenho físico como exposição^{23, 60}. Dos estudos que mediram a atividade física, apenas um estudo utilizou a medida objetiva, através de acelerômetros⁷³. Os demais estudos utilizaram o autorrelato de atividade física. A maioria dos estudos avaliou a atividade física no domínio do lazer, sendo que apenas três avaliaram a atividade física total^{14, 71, 73}.

Relativo ao comportamento sedentário, salienta-se que apenas dois artigos avaliaram a relação desse com a função pulmonar^{72, 77}. Nesses estudos, para medir o comportamento sedentário, foi utilizado o número de horas assistindo televisão por dia.

Sobre as medidas de função pulmonar, todos que apresentaram medidas de parâmetros de função pulmonar como desfecho obtiveram essas medidas por meio de espirometria^{14, 16, 24, 60, 68-71, 74-76, 78-83}. Os parâmetros mais avaliados nos artigos foram a CVF e o VEF₁. Entretanto, alguns artigos utilizaram como desfecho incidência de asma²³, prevalência de asma^{72, 73, 77, 79} ou sintomas relacionados^{23, 72-74, 77, 79}, sendo o chiado o sintoma mais utilizado. Apenas em um estudo a asma foi avaliada por diagnóstico médico²³, os demais que avaliaram asma ou sintomas relacionados utilizaram questionários para medir esses desfechos.

Além disso, de maneira geral, dos estudos observacionais selecionados, poucos realizaram análises levando em consideração variáveis importantes que poderiam estar confundindo a associação entre atividade física e função pulmonar. As variáveis mais utilizadas para ajustes nas análises foram sexo^{16, 23, 24, 69, 71, 72, 76, 77, 79}, altura^{14, 16, 24, 69, 71, 76}, idade^{14, 16, 23, 60, 69, 71, 72, 76, 77}, índice de massa corporal^{23, 24, 72, 77, 79}, peso ao nascer^{16, 24, 76,}

⁷⁹, escolaridade^{24, 72, 77, 79}, exposição ao fumo^{23, 24, 72, 76, 77, 79}, variáveis relacionadas ao ambiente como local de residência^{72, 77}, meteorologia na época da coleta^{72, 74, 77}, exposição à poluição^{16, 74} e histórico familiar de asma^{72, 77, 79}.

2.4.3 Resultados dos estudos selecionados

2.4.3.1 Atividade física, comportamento sedentário e mensuração de parâmetros de função pulmonar

Como nem todos os artigos selecionados utilizaram como desfecho a mensuração direta de parâmetros de função pulmonar, a descrição dos resultados será dividida entre estudos que utilizaram essa mensuração como desfecho e estudos que utilizaram asma ou sintomas relacionados.

Dos 21 artigos selecionados como de interesse, 17 mediram, por espirometria, algum parâmetro de função pulmonar e avaliaram sua relação com a atividade física. Desses, 15 encontraram associação (independente da direção) entre a atividade física e algum parâmetro de função pulmonar. De maneira geral, a atividade física associou-se de forma positiva com o desfecho. No entanto, dois estudos não encontraram associação significativa entre qualquer dos parâmetros de função pulmonar mensurados e atividade física^{70, 80}.

Sobre os dois estudos que não encontraram tal associação, um deles comparou parâmetros de função pulmonar entre meninos de 6 e 7 anos que realizavam atividade física apenas na escola (menos ativos) com meninos que participavam também de escolas esportivas (mais ativos)⁷⁰. O outro estudo comparou a função pulmonar de adultos jovens que realizaram dois tipos diferentes de treinamento físico durante 4 semanas e não encontraram alteração da função pulmonar em qualquer dos grupos nesse período⁸⁰. Salienta-se que o primeiro estudo possui a limitação do delineamento transversal somado à falta de ajuste de variáveis importantes nas análises e

a maneira como foi avaliada a atividade física. Pode-se considerar ainda como limitação que a medida de atividade física foi baseada apenas na participação em escola esportiva ou não. No segundo estudo citado, o pequeno período de intervenção e o pequeno tamanho amostral podem ter contribuído para a ausência de resultados significativos.

Com relação aos estudos que encontraram associação entre a atividade física e algum parâmetro de função pulmonar, todos encontraram associação positiva com pelo menos um dos parâmetros mensurados. Contudo, dois estudos apresentaram também associação inversa entre atividade física e um dos parâmetros^{14, 74}. Twisk e colaboradores, apesar de terem encontrado associações positivas entre mudanças na atividade física e a CVF, encontraram que a atividade física foi inversamente relacionada ao PFE¹⁴. Kippelen e colaboradores, encontraram que para o grupo de atletas estudado houve decréscimo da CVF em determinado período da temporada esportiva. Contudo, os autores atribuíram este fato devido ao cansaço, por ser uma época de treinos exaustivos⁷⁴.

A heterogeneidade nos métodos utilizados nos estudos, desde amostra, delineamento e mensuração da atividade física, dificulta a sumarização e comparação dos resultados. Ao analisarmos os estudos de caráter observacional que utilizaram uma única amostra, sem comparação de grupos (atletas e não-atletas), e que mediram a atividade física de forma similar (autorrelato), de um total de cinco estudos^{14, 16, 24, 71, 76}, todos encontraram associações positivas entre atividade física por autorrelato e algum parâmetro de função pulmonar. Todavia, as evidências dessa associação não são consistentes.

Twisk e colaboradores, conforme já descrito, avaliaram indivíduos com idades entre 13 e 27 anos, encontraram associação positiva entre mudanças na atividade física e CVF, mas encontraram associação inversa com PFE¹⁴. Eisenmann e colaboradores avaliaram crianças e adolescentes (9 – 18 anos) e encontraram correlação significativa da atividade física apenas com a razão VEF₁/CVF em meninas de 16 a 18 anos, valores maiores de PFE nos meninos mais ativos de 9 a 12 anos e valores menores para a razão VEF₁/CVF em meninos mais ativos de 16 a 18 anos⁷¹. No estudo de Berntsen

e colaboradores, crianças de 9 a 10 anos de idade tiveram valores mais elevados de VEF₁ e CVF, mas, após estratificação por sexo, as associações permaneceram significativas apenas para as meninas⁷⁶. Ainda, Trabelsi e colaboradores encontraram para crianças e adolescentes (6 – 16 anos) melhores valores parâmetros de função pulmonar (CVF, VEF₁, PFE, FEF) conforme maior nível de atividade física, porém, após análises multivariadas, essa associação perdeu significância¹⁶. Por fim, Menezes e colaboradores encontraram que meninas ativas aos 11 e 15 anos tiveram melhores valores de CVF e VEF₆ e aquelas que tornaram-se ativas aos 15 anos tiveram maiores valores de PFE, comparadas às inativas aos 11 e 15 anos. Nesse mesmo estudo, foram observados menores valores de PFE nos meninos que tornaram-se inativos aos 15 anos quando comparados aqueles que sempre foram inativos²⁴.

Faz-se importante destacar que apenas dois destes cinco estudos utilizaram delineamento longitudinal^{14, 24}. Além disso, um dos dois estudos, apesar de ter avaliado a trajetória de atividade física de forma prospectiva, realizou a avaliação da função pulmonar de forma transversal, em apenas um momento, não eliminando assim a possibilidade de causalidade reversa na associação estudada²⁴.

Nenhum dos estudos selecionados que obteve a mensuração de parâmetros de função pulmonar como desfecho avaliou o comportamento sedentário como exposição. Portanto, essa relação permanece desconhecida.

2.4.3.2 Atividade física, comportamento sedentário e asma ou sintomas respiratórios

Dentre os 21 artigos selecionados, seis avaliaram a associação entre atividade física e asma ou sintomas respiratórios^{23, 72-74, 77, 79}, sendo que dois utilizaram esses desfechos juntamente com parâmetros de função pulmonar^{74, 79}. Os resultados apenas para função pulmonar desses últimos foram descritos no tópico anterior.

Dos seis que utilizaram como desfechos asma ou sintomas respiratórios, três encontraram associação inversa com a atividade física^{23, 73, 79}, enquanto três não encontraram associação^{72, 74, 77}. Assim sendo, nenhum dos estudos encontrou associação direta entre atividade física e asma ou sintomas respiratórios.

Dentre os três que encontraram associação positiva, dois utilizaram delineamento longitudinal^{23, 79} e todos avaliaram a atividade física na infância. Rasmussen e colaboradores investigaram se a aptidão física na infância (8 – 10 anos) teria impacto no desenvolvimento de asma. Os autores encontraram que, após 10 anos de acompanhamento, os indivíduos com níveis mais baixos de aptidão física tiveram maior incidência de asma do que aqueles com maior aptidão física²³. Font-Ribera e colaboradores examinaram se a prática de natação no início da infância estava associada com a prevalência de asma e sintomas respiratórios aos 7 e 10 anos de idade. Esses autores encontraram que as crianças que mais praticaram natação tiveram menor *odds* de ter asma do que aquelas que praticaram pouca natação no início da infância. Ainda, as crianças que mais praticaram natação e que já possuíam asma tiveram menor *odds* de ter asma aos 10 anos do que aquelas que praticaram pouco⁷⁹. Por fim, Firrincieli e colaboradores investigaram a associação transversal entre atividade física e asma ou chiado em crianças de 3 a 5 anos de idade. Esses autores encontraram que as crianças com níveis mais baixos de atividade física (medida por acelerometria) tinham asma ou chiado⁷³.

Dos três estudos que não encontraram associação significativa, dois avaliaram a associação transversal com asma e sintomas em amostra de crianças de 6 e 7 anos pertencentes ao estudo “SIDRIA-2”, sendo que um avaliou a associação entre atividade física em quatro categorias e chiado, tosse e asma⁷² e o outro a associação entre prática regular de esportes em quatro categorias com chiado e asma⁷⁷. Já, Kippelen e colaboradores investigaram se houve alteração nos sintomas de asma em atletas e controles durante uma temporada esportiva, mostrando que os sintomas de asma permaneceram estáveis durante toda a temporada tanto em atletas quanto em controles⁷⁴.

Dentre os seis estudos que utilizaram como desfecho a asma ou sintomas relacionados, dois avaliaram a associação desse com o comportamento sedentário^{72, 77}. Conforme já descrito anteriormente, esses dois estudos utilizaram o tempo assistindo televisão por dia para medir o comportamento sedentário. Ademais, ambos os estudos foram realizados em amostra de crianças de 6 e 7 anos pertencentes ao estudo “SIDRIA-2”. No estudo de 2005, Corbo e colaboradores encontraram que o hábito de assistir televisão (TV) por 3 horas ou mais por dia mostrou-se associado com o chiado e por mais de 5 horas mostrou-se associado com tosse crônica e asma, mesmo após ajuste para algumas variáveis de confusão. Quando realizadas análises ajustadas também para as demais exposições estudadas (IMC, hábitos alimentares e atividade física), apenas assistir televisão por mais de 5 horas foi associada a chiado⁷². Em estudo publicado em 2008, Corbo e colaboradores encontraram, após ajuste para algumas variáveis de confusão, que o hábito de assistir TV por mais de 5 horas por dia foi associado com a presença de chiado e asma. Quando ajustadas as análises também para as demais exposições estudadas (IMC, hábitos alimentares e prática regular de esportes), o hábito de assistir TV por mais de 3 horas por dia apresentou associação com chiado e por mais de 5 horas por dia permaneceu associado com asma⁷⁷.

3. JUSTIFICATIVA

A Organização Mundial de Saúde (OMS) publicou recentemente as recomendações para a prática de atividade física para diferentes grupos populacionais³², reforçando a importância da prática de atividade física para obter benefícios à saúde. Ainda, a Academia Americana de Pediatria, em 2001, publicou um documento recomendando que crianças e jovens não deveriam ficar expostos à televisão por tempo superior a duas horas por dia⁸⁴. Entretanto, as elevadas prevalências de inatividade física e de comportamentos sedentários e as baixas prevalências de atividade física em nível mundial são evidenciadas pela literatura^{11, 42}. Esses dados são especialmente preocupantes nas faixas etárias mais jovens.

Estudos que avaliem fatores associados com alterações na função pulmonar, sem sintomas clínicos, são escassos. No entanto, uma pior função pulmonar pode predizer o desenvolvimento de doença respiratória¹⁴ e está fortemente associada com mortalidade^{26, 27}.

Com a revisão de literatura realizada para o presente projeto, foram identificados poucos estudos que avaliaram a associação entre atividade física e função pulmonar e, ainda mais raros, aqueles que avaliaram a associação entre variáveis relacionadas ao comportamento sedentário e à função pulmonar. Somado a isso, os resultados dos estudos mostram-se bastante contraditórios e poucos foram realizados em países de renda média e baixa.

Ademais, a maioria dos estudos utilizou delineamento transversal. Sabe-se que tal delineamento de pesquisa é inadequado para avaliar associações temporais. Principalmente no que se refere a essa temática, a causalidade reversa é uma questão relevante e inerente quando o delineamento longitudinal não é utilizado. Indivíduos com a função pulmonar prejudicada podem ser menos ativos, possivelmente por sentirem desconforto durante a realização de tais atividades. Por outro lado, pode-se

também pensar que esses indivíduos podem buscar a atividade física visando uma melhora de suas capacidades ou por recomendação médica⁸⁵.

Estudo anteriormente realizado na Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas também teve como objetivo verificar a associação entre a atividade física e a função pulmonar²⁴. Embora os autores tenham encontrado algumas associações positivas entre a atividade física e parâmetros de função pulmonar, a avaliação do desfecho foi realizada apenas no acompanhamento dos 15 anos, não permitindo aos autores desconsiderar a possibilidade de causalidade reversa na associação estudada. Nesse sentido, com a realização do presente estudo, utilizando dados longitudinais de função pulmonar dos indivíduos aos 15 e 18 anos, poder-se-á avançar nessa perspectiva.

Além disso, muitos dos estudos encontrados utilizaram apenas amostra de atletas e a maioria deixou de considerar fatores de confusão importantes nas análises. Ainda, os diferentes métodos utilizados para avaliar a atividade física dificultam a interpretação dos resultados encontrados.

Com relação à plausibilidade dessa associação, embora os mecanismos pelos quais a atividade física melhoraria a função pulmonar ainda não estejam bem estabelecidos, diversas explicações são encontradas na literatura. Eisenmann e colaboradores afirmam que a possível relação entre atividade física e função pulmonar pode ser explicada por fatores genéticos, ambientais e comportamentais⁷¹. Uma das explicações refere-se ao fato do exercício físico induzir maiores manobras respiratórias, que podem aumentar a amplitude de movimento da caixa torácica, resultando em maior capacidade ventilatória³⁰. Hark e colaboradores avaliaram os padrões respiratórios durante duas atividades sedentárias (assistir televisão e ler um livro). Os mesmos encontraram taxas mais baixas de suspiros espontâneos enquanto os indivíduos assistiam televisão. Assim, a combinação de diminuição da atividade física e incremento de horas em frente a atividades de tela podem contribuir para diminuição de inspiração profunda⁸⁶. Ademais, outras explicações afirmam que o desenvolvimento das vias respiratórias no início da infância é dependente de expansões regulares dos pulmões obtidas

através de exercícios⁸⁷. Assim sendo, a associação entre atividade física, comportamento sedentário e função pulmonar é plausível.

Considerando-se também que o principal componente do estreitamento das vias aéreas é a constrição do músculo liso e que uma diminuição da resistência das vias aéreas após inspiração profunda foi demonstrada em asmáticos e não-asmáticos⁸⁸, algumas explicações baseiam-se nos efeitos da atividade física na asma. Nesse sentido, de acordo com Lucas e colaboradores, a fisiopatologia dos benefícios do exercício na asma está relacionada à inspiração profunda e ativação do músculo liso¹⁵. Ainda, por outro lado, a associação entre asma ou sintomas respiratórios e atividade física poderia ser devido ao fato de que o chiado ou o diagnóstico de asma em crianças pode consciente ou inconscientemente levar pais a restringirem as atividades físicas de seus filhos, ou mesmo a própria criança, por medo de exacerbar os sintomas. Nesse sentido, se restrições externas ou internas são colocadas no nível de atividade física da criança devido aos sintomas, pode-se concluir que a asma ou presença de sintomas pode levar à diminuição dos níveis de atividade física e não o contrário⁷³.

Dessa forma, monitorar a função pulmonar e identificar possíveis fatores comportamentais modificáveis associados, através de estudos com metodologias robustas, será de grande valia para a literatura da área e para a elaboração de estratégias de políticas públicas de prevenção e de promoção da saúde. Além disso, com a utilização de dados longitudinais prospectivos de uma grande amostra, será possível, a partir desse estudo, verificar alguns critérios de causalidade dessa associação, como temporalidade, gradiente biológico e força da associação.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

- Avaliar a associação da atividade física e do comportamento sedentário com a função pulmonar em adolescentes pertencentes à Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas;

4.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a associação entre a atividade física total e no lazer aos 11 e 15 anos com o ganho de função pulmonar dos 15 aos 18 anos;
- Avaliar a bidirecionalidade da associação entre atividade física e função pulmonar;
- Avaliar a associação entre os diferentes comportamentos de tela (televisão, videogame e computador) durante a adolescência (aos 11, 15 e 18 anos) com a função pulmonar aos 18 anos.

5. HIPÓTESES

- Cerca de 90% dos adolescentes terão parâmetros de função pulmonar adequados;
- Uma maior variação (ganho) da função pulmonar dos 15 aos 18 anos estará associada com:
 - Jovens que foram ativos aos 11 e aos 15 anos;
 - Jovens que tornaram-se ativos aos 15 anos;
- Uma menor quantidade de atividade física dos 15 aos 18 anos estará associada com uma pior função pulmonar aos 15 anos;
- Uma maior função pulmonar aos 18 anos estará associada com menor tempo de tela aos 11, 15 e 18 anos.

6. MODELO TEÓRICO

A fim de melhor compreender os fatores que podem determinar a função pulmonar durante a adolescência (desfecho a ser estudado), elaborou-se um modelo teórico esquematizado na Figura 2.

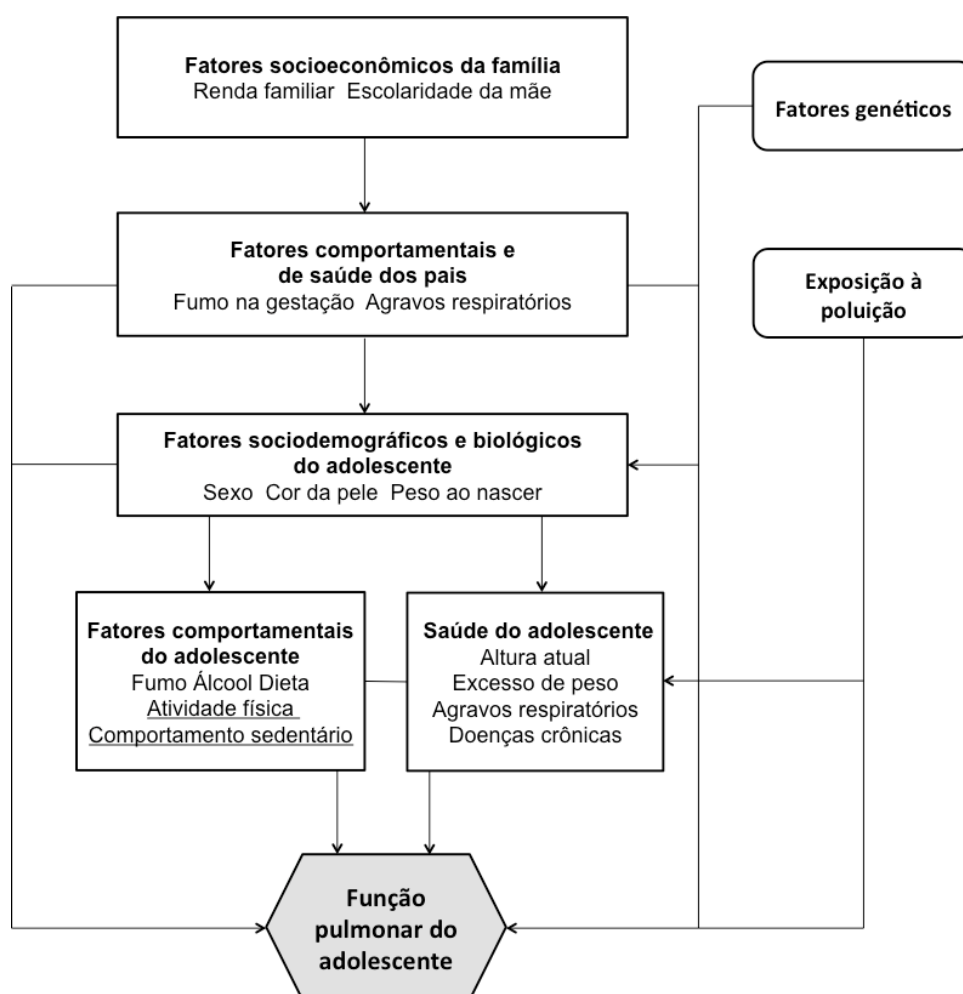


Figura 2. Modelo teórico de determinação da função pulmonar na adolescência.

Em virtude da função pulmonar ser influenciada por diversos fatores, no modelo teórico foram propostos diferentes níveis de determinação. Em

nível mais distal, estão os fatores relacionados à família e aos pais. Em nível intermediário, estão os fatores sociodemográficos e biológicos do adolescente e, em nível proximal, estão os fatores comportamentais e relacionados a saúde do adolescente. De maneira independente dos demais, estão os fatores genéticos e a exposição à poluição.

Assim sendo, no modelo teórico proposto os fatores socioeconômicos da família podem exercer influência direta sobre fatores comportamentais e a saúde dos pais. Esses, por sua vez, poderão influenciar nos fatores sociodemográficos e biológicos do adolescente, mas podem também ter influência direta no desenvolvimento da função pulmonar do mesmo. De forma similar, os fatores sociodemográficos e biológicos do adolescente irão influenciar os fatores comportamentais e a saúde do adolescente, mas podem também ter influência direta sobre a função pulmonar. Os fatores comportamentais e a saúde do adolescente poderão ter influência uns sob os outros e ambos poderão influenciar diretamente, em nível proximal, a função pulmonar do adolescente. Além disso, os fatores genéticos terão influência direta nos fatores sociodemográficos e biológicos e na saúde do adolescente, podendo diretamente influenciar a função pulmonar. Por fim, a exposição à poluição poderá influenciar diretamente a saúde do adolescente e também o desenvolvimento de sua função pulmonar.

A função pulmonar na adolescência pode ser influenciada de maneira positiva ou negativa por essas variáveis. Com relação aos fatores socioeconômicos da família, uma pior condição socioeconômica está associada a uma pior função pulmonar⁸⁹⁻⁹¹. Fatores comportamentais negativos dos pais como o fumo durante a gestação estão associados a uma pior função pulmonar do filho⁹². Histórico de agravos respiratórios nos pais também está associado a uma maior probabilidade do filho ter agravos respiratórios e uma pior função pulmonar^{93, 94}.

Com relação a fatores sociodemográficos do adolescente, o peso ao nascer pode ter forte influência sobre o desenvolvimento da função pulmonar. Indivíduos que nasceram com baixo peso tendem a ter uma função pulmonar reduzida^{66, 67}. Por outro lado, jovens do sexo masculino apresentam valores mais elevados de função pulmonar²⁴, bem como indivíduos de cor da pele

branca⁹⁵. Além disso, o hábito de fumar está fortemente associado com uma piora da função pulmonar^{17, 18} e o consumo de álcool pode também levar a uma piora da função pulmonar⁹⁶, enquanto alguns hábitos na dieta, como o consumo de vitamina A e de ácidos graxos poli-insaturado, podem influenciar de forma positiva a função pulmonar^{21, 22}. Ademais, a prática de atividade física pode influenciar positivamente na função pulmonar do adolescente^{23, 24} e o comportamento sedentário pode ter um efeito negativo na mesma⁷⁷. Relativos à saúde e características do adolescente, indivíduos mais altos apresentam valores mais elevados de função pulmonar¹⁶, enquanto o excesso de peso⁹⁷, possuir agravos respiratórios⁶⁵ e doenças crônicas⁶² estão associados a uma pior função pulmonar.

Além desses fatores, a função pulmonar é influenciada por fatores genéticos⁹⁸. E, por fim, sabe-se que a exposição à poluição tem um forte efeito negativo sobre a função pulmonar^{19, 20}.

7. MÉTODOS

7.1. Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo longitudinal prospectivo e observacional. Este projeto utilizará dados da Coorte de Nascimentos de 1993 da cidade de Pelotas, RS. Serão considerados todos os acompanhamentos realizados até o momento, com foco nos acompanhamentos realizados durante a adolescência (aos 11, 15 e 18 anos de idade).

7.2. População alvo

Indivíduos nascidos na zona urbana da cidade de Pelotas no ano de 1993.

7.3. Critérios de inclusão

Serão incluídos todos os participantes vivos pertencentes à Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas.

7.4. Critérios de exclusão

Foram excluídos indivíduos impossibilitados física ou mentalmente de responderem aos questionários ou de realizar os exames necessários. Ainda,

para as provas de função pulmonar foram adotados os seguintes critérios de exclusão (autorrelato):

- Cirurgia torácica ou abdominal nos últimos três meses;
- Cirurgia ocular ou deslocamento de retina nos últimos três meses;
- Doenças do coração;
- Internações por problemas cardíacos nos últimos três meses;
- Gestaçã;o;
- Tuberculose ativa (em tratamento no momento do teste).

7.5 Acompanhamentos da Coorte de 1993

7.5.1 Logística

Todos os nascidos vivos na zona urbana da cidade de Pelotas no ano de 1993, cujas famílias residiam no local, foram elegíveis para participar de um estudo longitudinal com o objetivo de avaliar fatores relacionados à saúde dos participantes.

Para localização dos recém-nascidos no ano de 1993 ocorreram visitas diárias às cinco maternidades da cidade de primeiro de janeiro a 31 de dezembro desse ano. Um questionário contendo informações demográficas, socioeconômicas, reprodutivas, comportamentais, assistência médica e morbidades da família foi aplicado às mães dos recém-nascidos, além da coleta de dados maternos e do recém-nascido. Ao total, foram 5265 nascidos vivos e houve 16 recusas em participar do estudo. Assim, foram obtidas informações para 5249 nascidos vivos, caracterizando o estudo perinatal e o tamanho de amostra dessa coorte.

Subamostras dos participantes da coorte foram visitadas quando os mesmos tinham um, três e seis meses e com um, quatro, seis e nove anos de idade. Já nos anos de 2004, 2008 e 2011, aos 11, 15 e 18 anos respectivamente, todos os membros da coorte foram acompanhados. O

resumos dos acompanhamentos realizados com todos os participantes da Coorte de 1993 (perinatal, 11, 15 e 18 anos) está ilustrado na Figura 3. Informações detalhadas sobre todos os acompanhamentos realizados até o momento estão descritas nos artigos de Victora e colaboradores^{99, 100}, Araújo e colaboradores¹⁰¹ e Gonçalves e colaboradores¹⁰².

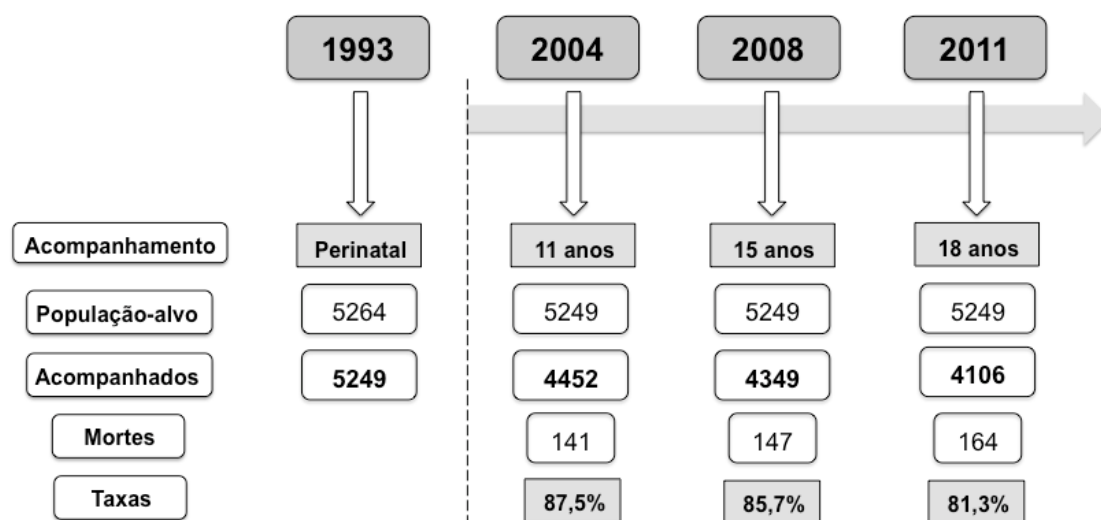


Figura 3. Resumo dos acompanhamentos perinatal, dos 11, 15 e 18 anos da Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas.

Nos acompanhamentos dos 11, 15 e 18 anos, todos os 5249 participantes da coorte foram procurados. As taxas de acompanhamento foram de 87,5% aos 11 anos, 85,7% aos 15 anos e 81,3% aos 18 anos, incluindo os óbitos ocorridos. De todos os participantes da coorte, no acompanhamento dos 11 anos foram detectadas 141 mortes, aos 15 anos, 147 mortes e aos 18 anos, 164 mortes. Dessa forma, os tamanhos amostrais desses acompanhamentos foram: 4452, 4349 e 4106 indivíduos, respectivamente.

7.5.2 Variáveis coletadas

Nos acompanhamentos das coortes de Pelotas uma grande gama de variáveis são coletadas. Na Tabela 2 estão descritas as principais variáveis obtidas nos acompanhamentos dos 11, 15 e 18 anos de idade da Coorte de 1993.

Tabela 2. Principais variáveis coletas nos acompanhamentos dos 11, 15 e 18 anos de idade da Coorte de Nascimentos de 1993.

Acompanhamento	Principais variáveis coletadas
11 anos	Relativo aos pais: situação socioeconômica, emprego materno, escolaridade materna, idade materna, estado civil materno, história reprodutiva, antropometria da mãe, fumo e consumo de álcool do pai, saúde mental da mãe, morbidades da mãe e do pai, atividade física da mãe; Relativo ao indivíduo: cor da pele, antropometria, dobras cutâneas, hábitos alimentares, desenvolvimento cognitivo, desempenho escolar, idade da menarca, morbidades e uso de medicamentos, atividade física, comportamento sedentário, trabalho infantil, saúde bucal, eventos estressores, imagem corporal, fumo, consumo de álcool e violência.
15 anos	Saúde mental, composição corporal (peso, circunferência da cintura e do quadril, dobras cutâneas tripectral e subescapular), fatores de risco para DCNT (fumo, consumo de álcool, dieta, atividade física, comportamento sedentário, violência, pressão arterial, função pulmonar e coleta sanguínea), capital humano (situação socioeconômica, estado civil, escolaridade, emprego, história reprodutiva e altura).
18 anos	Saúde mental, composição corporal (DXA, pletismografia, <i>Photonic scanner</i> , peso, circunferência da cintura, dobras cutâneas tripectral e subescapular, deutério, músculo adutor do polegar), fatores de risco para DCNT (fumo, consumo de álcool, dieta, atividade física objetiva e subjetivamente, comportamento sedentário, violência, pressão arterial, função pulmonar, ultrassom da carótida e coleta sanguínea), capital humano (situação socioeconômica, estado civil, escolaridade, emprego, história reprodutiva, altura, quociente de inteligência e qualidade de vida).

7.6 Operacionalização das variáveis

7.6.1 Desfechos

Como desfechos do estudo serão utilizados os parâmetros de função pulmonar obtidos por meio de espirometria realizada nos acompanhamentos dos 15 e 18 anos de idade. Os parâmetros utilizados como desfecho serão: CVF, VEF₁, VEF₆ e PFE.

Todas as manobras durante os testes espirométricos foram conduzidas com o indivíduo em posição sentada com a coluna ereta. Para os testes foram utilizados *clip* nasal e bocais descartáveis. Foram realizados até oito manobras, sendo consideradas aceitáveis aqueles testes com no mínimo três manobras adequadas cuja variação de VEF₁ e CVF fosse inferior a 150 ml nas duas melhores manobras. Esses critérios estão de acordo com os padrões de qualidade da *American Thoracic Society* (ATS) e *European Respiratory Society* (ERS)^{63, 103}.

Nos acompanhamentos da Coorte de 1993, a espirometria foi sempre realizada em dois momentos, pré e pós-broncodilatador (salbutamol 400 mcg). Para este projeto serão utilizados apenas os dados pré-broncodilatador.

As medidas dos parâmetros de função pulmonar serão utilizados de forma contínua, em valores absolutos, e para CVF e VEF₁ serão também utilizados os valores percentuais do previsto. Esses últimos serão calculados através de equações de predição recomendadas para brasileiros pela Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT), de acordo com sexo e faixa etária⁶². As equações que serão utilizadas estão descritas no Quadro 3.

Quadro 3. Valores previstos de parâmetros de função pulmonar para indivíduos brasileiros, de acordo com faixa etária e sexo.

Sexo Feminino (15 a 19 anos)
$CVF = 2,7183^{(\text{logn estatura (cm)} \times 1,7374 + \text{logn idade} \times 0,2823 + \text{logn peso (kg)} \times 0,1491 - 9,0562)}$ Limite inferior = previsto x 0,87
$VEF_1 = 2,7183^{(\text{logn estatura (cm)} \times 1,9293 + \text{logn idade} \times 0,2255 + \text{logn peso (kg)} \times 0,1105 - 9,8100)}$ Limite inferior = previsto x 0,87
Sexo Masculino (15 a 24 anos)
$CVF = 2,7183^{(\text{logn estatura (cm)} \times 1,31 + \text{logn idade} \times 0,317 + \text{logn peso (kg)} \times 0,3529 - 7,6487)}$ Limite inferior = previsto x 0,81
$VEF_1 = 2,7183^{(\text{logn estatura (cm)} \times 1,2158 + \text{logn idade} \times 0,19 + \text{logn peso (kg)} \times 0,3077 - 6,6830)}$ Limite inferior = previsto x 0,82

logn: logaritmo de base natural

Para avaliar o ganho de função pulmonar, será realizada a subtração dos parâmetros de função pulmonar obtidos aos 15 anos daqueles obtidos aos 18 anos de idade, criando-se, então, uma variável de ganho de função pulmonar dos 15 aos 18 anos (artigo 2).

7.6.2 Variáveis independentes

7.6.2.1 Exposições

As variáveis independentes (exposições) principais desse projeto serão a atividade física e o comportamento sedentário.

A atividade física foi coletada por autorrelato em minutos por semanas. Será utilizado um ponto de corte de 300 minutos por semana ou mais, para classificar o indivíduo como ativo ou inativo, de acordo com as recomendações atuais para a faixa etária³². Essa classificação será utilizada tanto para atividade física total (deslocamento e lazer) como apenas para atividade física no lazer. A partir disso, para a mudança de atividade física

(total e lazer) dos 11 aos 15 anos de idade serão criadas quatro categorias: inativo-inativo, ativo-inativo, inativo-ativo e ativo-ativo (artigo 2).

O comportamento sedentário foi coletado, por autorrelato, como o tempo em tela em horas por semana despendido com televisão, videogame e computador. Como não existem pontos de corte recomendados para comportamento sedentário, o tempo de tela total dos indivíduos será somado e dicotomizado pela mediana em sedentário ou não sedentário aos 11, 15 e 18 anos de idade. Com isso, serão criadas categorias de trajetória de comportamento sedentário ao longo da adolescência. Será utilizada também a variável cumulativa de comportamento sedentário, de forma contínua, construída a partir da soma de horas por semana de tempo de tela aos 11, 15 e 18 anos de idade (artigo 3).

7.6.2.2 Covariáveis

Outras variáveis independentes serão utilizadas nas análises dos artigos do presente projeto. No Quadro 4 estão descritas essas covariáveis, bem como o acompanhamento no qual foram obtidas, sua classificação e a sua operacionalização.

Quadro 4. Variáveis independentes que serão utilizadas nas análises dos artigos.

Variável	Acompanhamento	Classificação	Operacionalização
Sexo	Perinatal	Dicotômica	Sexo masculino e sexo feminino
Cor da pele	15 anos	Categórica	Branca, parda, preta, indígena, amarela
Peso ao nascer	Perinatal	Dicotômica	≥ 2500 g (peso normal) e < 2500 g (baixo peso)
Renda familiar	Perinatal	Categórica	Quintis de renda familiar
Escolaridade da mãe	Perinatal	Numérica discreta	Anos completos de estudo da mãe
Altura da mãe	Perinatal	Numérica contínua	Altura da mãe em centímetros
Fumo da mãe durante a gestação	Perinatal	Dicotômica	Mãe fumou durante a gestação (Sim/Não)
Altura do adolescente	15 e 18 anos	Numérica contínua	Altura do adolescente em centímetros
IMC do adolescente	11, 15 e 18 anos	Numérica contínua	Índice de massa corporal em kg/m ²
Chiado nos últimos 12 meses	18 anos	Dicotômica	Sim/Não
Medicamento para asma nos últimos 15 dias	18 anos	Dicotômica	Sim/Não
Diabetes	18 anos	Dicotômica	Diagnóstico médico de diabetes autorreferido (Sim/Não)
Fumo	18 anos	Dicotômica	Sim/Não
Consumo de álcool	18 anos	Dicotômica	Consumo de bebidas alcoólicas pelo menos duas vezes ao mês (Sim/Não)

7.7 Equipamentos e instrumentos

Para a avaliação da função pulmonar foi utilizado o mesmo equipamento no acompanhamento aos 15 e aos 18 anos. Esse equipamento foi um espirômetro portátil à bateria, que utiliza vibração ultrassônica para

mensurar os fluxos pulmonares (*Easy One*[®] modelo 2001, *ndd Medical Technologies, Inc.*). Esse espirômetro possui capacidade de armazenar 400 manobras, disponibilizando as três melhores curvas, bem como gráficos que demonstram o desempenho de cada indivíduo.

As demais variáveis que serão utilizadas nos artigos desse projeto foram coletadas por meio de questionários padronizados durante os acompanhamentos da Coorte de 1993. Todos os questionários utilizados nessa coorte podem ser encontrados em: http://epidemioufpel.org.br/site/content/coorte_1993/questionarios.php.

Para a atividade física, com o questionário aos 11 anos foram coletadas informações sobre o número de aulas semanais de educação física na escola, o modo de deslocamento para a escola e o tempo desse deslocamento, a frequência semanal e o tempo despendido em atividade física de lazer dentro e fora da escola, com ou sem instrutor (através de lista de atividades). Aos 15 anos, foram coletadas informações referentes ao modo de deslocamento para a escola e o tempo desse deslocamento e a frequência semanal e o tempo despendido em atividades físicas de lazer (através de lista de atividades), sem contar as aulas de Educação Física. Aos 18 anos foram obtidas informações sobre a atividade física de deslocamento em geral (ir de bicicleta ou a pé para escola, trabalho, fazer compras ou visitar amigos) e o tempo desses deslocamentos e a frequência semanal e o tempo despendido em atividades físicas de lazer de intensidade “médias” e “fortes”.

Dessa maneira, para o segundo artigo, quando utilizada a atividade física total será considerada a atividade física de lazer somada à atividade física de deslocamento. Para a atividade física de lazer será utilizado o tempo total despendido com tais atividades. As aulas de Educação Física não serão consideradas, uma vez que a intensidade dessas atividades normalmente é muito baixa^{104, 105}.

Para avaliar o comportamento sedentário, foram coletadas informações aos 11, 15 e 18 anos referentes ao tempo total despendido em um dia de semana (sem ser sábado e domingo), no lazer, assistindo

televisão, jogando videogame e utilizando o computador. Assim, para o terceiro artigo, será considerado para avaliar o comportamento sedentário a soma do tempo total no lazer despendido em atividades de tela.

7.8 Cálculo de poder estatístico

Uma vez que os dados a serem utilizados neste projeto já foram coletados, não foi realizado cálculo de tamanho de amostra. Conquanto, serão realizados cálculos de poder para todas as análises desse projeto.

7.9 Revisão sistemática

Para o artigo de revisão será realizada uma busca sistemática nas bases de dados Pubmed, Web of Science, Scopus e Scielo. Para localização dos artigos serão utilizados termos de indexação e palavras-chave utilizadas em artigos da área. Além disso, será utilizada a busca através das listas de referências dos artigos selecionados.

Para a seleção dos artigos será elaborado um protocolo com critérios de inclusão e exclusão e também avaliação de qualidade dos artigos. Todo o processo de seleção será realizado por dois pesquisadores independentes e um terceiro será consultado em caso de discordância.

7.10 Trabalho de campo

Para que os trabalhos de campo dos acompanhamentos dos 11, 15 e 18 anos fossem possíveis, diferentes estratégias foram utilizadas para

localizar todos os participantes da Coorte de 1993. Anteriormente ao acompanhamento dos 11 anos, após o perinatal, apenas subamostras haviam sido visitadas nessa coorte. Dessa forma, a localização de todos os participantes para o trabalho de campo realizado no ano de 2004 (acompanhamento dos 11 anos) foi bastante desafiador. Para tal, muitas estratégias foram utilizadas, como: lista de contato de todos os alunos matriculados na 1ª a 4ª série do ensino fundamental de todas as escolas de Pelotas, obtida através de um censo antropométrico escolar realizado no ano de 2004, entrega de folders informativos, visita a todos os domicílios de Pelotas, verificação dos registros hospitalares, banco de dados dos acompanhamentos anteriores, “central de vagas” das escolas da rede pública, registro do Sistema Único de Saúde, listas telefônicas, acompanhamento de mortalidade, indicações e divulgação à imprensa.

Para o trabalho de campo realizado no ano de 2008 (acompanhamento dos 15 anos), as estratégias realizadas para localização de todos os participantes da coorte foram: busca de contato no banco de dados do acompanhamento anterior, registros do Bolsa Família, listas telefônicas na internet e buscas em redes sociais, acompanhamento de mortalidade e divulgação à imprensa. Por fim, para o trabalho de campo realizado no ano de 2011 (acompanhamento dos 18 anos), a fim de localizar todos os participantes, recorreu-se ao banco de dados do acompanhamento anterior, foi realizada a identificação de participantes durante o alistamento militar e realização de exames no quartel, visita ao domicílio das meninas e dos meninos que ainda não haviam sido identificados e entrega de folders.

Antes do início do trabalho de campo, para todos os acompanhamentos, foram realizadas reuniões entre os pesquisadores da Coorte de 1993 e doutorandos responsáveis pelo acompanhamento. Essas reuniões visavam a elaboração e organização da logística, bem como a preparação dos instrumentos. Em etapa posterior, os instrumentos passaram por testagens.

Para todos os acompanhamentos dessa coorte ocorreu recrutamento de pessoal para o trabalho de campo. De maneira geral, a equipe de pesquisa realizava uma pré-seleção de entrevistadoras, essas passavam por

treinamento, ministrado pelos pesquisadores e doutorandos, e, posteriormente, algumas eram selecionadas para o trabalho de campo. Para o acompanhamento dos 11 anos, a atividade das entrevistadoras foi aplicar os questionários nos domicílios dos participantes. Já para os acompanhamentos dos 15 e 18 anos, além de responder aos questionários, os participantes passaram também por algumas avaliações e exames. Com isso, além de entrevistadoras, foram recrutadas e contratadas medidoras que foram treinadas para realização de medidas específicas. As principais variáveis coletadas em cada acompanhamento foram descritas anteriormente nesse projeto (seção 7.5.2).

O trabalho de campo do acompanhamento dos 11 anos ocorreu nos domicílios dos participantes e em duas salas localizadas no centro da cidade, que foram locadas para tal. No acompanhamento dos 15 anos os participantes foram também entrevistados em seus domicílios, mas uma “Central de Medidas” foi instalada no segundo andar do Centro de Pesquisas em Saúde Amilcar Gigante e os participantes, após a entrevista domiciliar, eram encaminhados para esse local para realização de algumas medidas. Por fim, para o acompanhamento dos 18 anos todo o trabalho de campo (entrevistas e exames) foram realizados no Centro de Pesquisas em Saúde Amilcar Gigante, no qual os participantes tinham suas visitas agendadas.

Durante o trabalho de campo, pesquisadores e doutorandos supervisionavam as atividades e realizavam reuniões periódicas com toda a equipe. A duração do trabalho de campo desses três acompanhamentos foi de aproximadamente oito meses cada um.

Os relatórios dos trabalhos de campo da Coorte de 1993, nos quais os procedimentos e atividades são descritos detalhadamente, estão disponíveis em: http://epidemiologia-ufpel.org.br/site/content/coorte_1993/pesquisa.php.

Ressalta-se que, em virtude de todos os dados da Coorte de 1993 a serem utilizados nos artigos desse projeto já terem sido coletados, a doutoranda está participando do trabalho de campo da Coorte de 2015, que está em andamento, com especial envolvimento em um ensaio controlado randomizado com algumas gestantes da coorte e também nos

acompanhamentos perinatal e dos três meses dessa coorte.

7.11 Controle de qualidade

Diversas estratégias para controle de qualidade dos dados são utilizadas nos acompanhamentos das coortes de Pelotas. De maneira geral, os principais procedimentos utilizados na Coorte de 1993 para garantir a qualidade dos dados foram: treinamento e aplicação de questionários padronizados, treinamento de medidas antropométricas, treinamento de manejo dos equipamentos, calibração periódica dos equipamentos, padronização regular das entrevistadoras e antropometristas, repetição de 5 a 10% das entrevistas e mensurações pelo supervisor do trabalho de campo, digitação dupla e checagem periódica de consistência dos dados.

Com relação especificamente à espirometria, a qualidade das manobras espirométricas foi avaliada semanalmente pelo doutorando responsável no trabalhos de campo anterior. Foram considerados aceitáveis apenas os testes com no mínimo três manobras adequadas e com uma pequena variação nas duas melhores manobras (menor que 150 ml) para o VEF₁ e a CVF. Além disso, quanto ao espirômetro e sua calibração, foram seguidas as recomendações sugeridas pela *American Thoracic Society* (ATS)⁶³.

7.12 Plano de análise

Primeiramente, será realizada a análise descritiva das variáveis. Para as variáveis contínuas, será verificada a sua distribuição e, quando apresentarem simetria, serão descritas por média e desvio-padrão. Caso apresentem distribuição assimétrica, serão descritas por mediana e intervalo

interquartil. As variáveis categóricas serão descritas por meio de frequências absolutas e relativas e seus respectivos intervalos de confiança (IC95%).

As análises bivariadas de mudança de atividade física dos 11 aos 15 anos e cada variável independente com o desfecho ganho de função pulmonar (artigo 2) e de trajetória do comportamento sedentário ao longo da adolescência e cada variável independente com a função pulmonar aos 18 anos (artigo 3) serão realizadas por meio de análise de variância. Para localizar as diferenças será utilizado o *post-hoc* de Bonferroni. Caso os pressupostos desses testes não sejam atendidos, serão realizadas transformações na escala, visando a distribuição normal do desfecho, ou será utilizado teste não-paramétrico equivalente (Kruskal-Wallis).

As análises ajustadas (multivariável) de associação entre mudança de atividade dos 11 aos 15 anos e ganho de função pulmonar dos 15 aos 18 anos (artigo 2) e entre trajetória de comportamento sedentário na adolescência e função pulmonar aos 18 anos (artigo 3) serão realizadas através de regressão linear. Pretende-se realizar todas as análises estratificadas por sexo e para as análises de comportamento sedentário pretende-se, ainda, realizar estratificação por grupos de atividade física.

Especialmente com o objetivo de avaliar a bidirecionalidade da associação entre atividade física e função pulmonar (artigo 2), além das análises mencionadas, serão realizadas também análises ajustadas utilizando a função pulmonar aos 15 anos como exposição e a variação da atividade física dos 15 aos 18 anos (em minutos por semana) como desfecho por meio de regressão linear. Para essa última análise, os participantes que aos 15 anos forem considerados ativos (atividade física de lazer e total) serão excluídos das análises.

Todas as análises serão realizadas no *software* Stata versão 12.0 (*StataCorp, College Station, Texas, USA*). Será adotado um nível de significância de 0,05.

7.13 Aspectos éticos

Todos os projetos referentes aos acompanhamento realizados na Coorte de 1993 já foram aprovados pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas. O projeto do último acompanhamento realizado (aos 18 anos) está aprovado sob protocolo nº 05/11.

Todos os participantes ou responsáveis pelos mesmos (quando menores de 18 anos) assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes das coletas.

O presente projeto, como visa utilizar dados já coletados pela Coorte de 1993, não precisará ser submetido a um Comitê de Ética, pois os dados coletados já foram revisados sob pressupostos éticos. A confidencialidade dos dados será garantida.

8. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este estudo possuirá algumas limitações. O uso de informações autorrelatas especialmente para atividade física e comportamento sedentário podem estar sujeitos a viés de recordatório e levar a erros de classificação. Contudo, a medida objetiva dessas variáveis, através da acelerometria, foi realizada apenas no acompanhamento dos 18 anos. A utilização dessas não seria adequada para verificar causalidade na associação, pois seriam análises transversais sujeitas à causalidade reversa. Além disso, sabe-se que as medidas por autorrelato são as mais utilizadas e, especialmente para estudos de nível populacional, são bem aceitas na literatura da área.

9. DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS

Está prevista a divulgação dos resultados através de publicação de artigos científicos em periódicos nacionais e/ou internacionais e pela imprensa local, por meio de nota ao jornal local e pelo site do Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da UFPel.

10. FINANCIAMENTO

Os pesquisadores contaram com apoio financeiro da Comunidade Econômica Europeia para a criação da Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas. Para seguimento dos acompanhamentos e desenvolvimento dos estudos nessa coorte até hoje, os pesquisadores contam com financiamento de diversas instituições, como: Wellcome Trust; Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes); Programa Nacional para Centros de Excelência; Conselho Nacional de Pesquisa; Ministério da Saúde do Brasil; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

Tendo em vista que o presente projeto utilizará dados já coletados, o mesmo não necessitará de financiamento extra. Além disso, a doutoranda conta com bolsa de doutorado da Capes.

11. CRONOGRAMA

Atividades	2013		2014		2015		2016	
	Semestres							
	1	2	1	2	1	2	1	2
Disciplinas	■	■	■	■				
Revisão de literatura		■	■	■	■	■	■	
Elaboração do projeto		■	■	■				
Defesa do projeto				■				
Trabalho de campo			■	■	■			
Estágio no exterior						■	■	
Análise de dados					■	■	■	
Redação dos artigos					■	■	■	
Elaboração da tese							■	■
Defesa da tese								■

REFERÊNCIAS

1. Schmidt MI, Duncan BB, Azevedo e Silva G, Menezes AM, Monteiro CA, Barreto SM, et al. Chronic non-communicable diseases in Brazil: burden and current challenges. *Lancet* 2011; 377(9781):1949-61.
2. Malta DC, Iser BPM, Claro RM, Moura L, Bernal RTI, Nascimento AF, et al. Prevalência de fatores de risco e proteção para doenças crônicas não transmissíveis em adultos: estudo transversal, Brasil, 2011. *Epidemiol Serv Saúde* 2013; 22(3):423-34.
3. WHO. Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013-2020. World Health Organization 2013; 1-55.
4. WHO. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. World Health Organization 2009; 1-70.
5. Cesa CC, Sbruzzi G, Ribeiro RA, Barbiero SM, de Oliveira Petkowicz R, Eibel B, et al. Physical activity and cardiovascular risk factors in children: meta-analysis of randomized clinical trials. *Prev Med* 2014; 69c54-62.
6. Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet* 2012; 380(9838):219-29.
7. Owen N, Healy GN, Matthews CE, Dunstan DW. Too much sitting: the population health science of sedentary behavior. *Exerc Sport Sci Rev* 2010; 38(3):105-13.
8. Proper KI, Singh AS, van Mechelen W, Chinapaw MJ. Sedentary behaviors and health outcomes among adults: a systematic review of prospective studies. *Am J Prev Med* 2011; 40(2):174-82.
9. Ford ES, Caspersen CJ. Sedentary behaviour and cardiovascular disease: a review of prospective studies. *Int J Epidemiol* 2012; 41(5):1338-53.
10. Chau JY, Grunseit AC, Chey T, Stamatakis E, Brown WJ, Matthews CE, et al. Daily sitting time and all-cause mortality: a meta-analysis. *PLoS One* 2013; 8(11):e80000.

11. Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet* 2012; 380(9838):247-57.
12. VIGITEL. Vigitel Brasil 2012: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção de Saúde – Brasília: Ministério da Saúde 2013; 1-135.
13. Knuth AG, Malta DC, Dumith SC, Pereira CA, Morais Neto OL, Temporaio JG, et al. Practice of physical activity and sedentarism among Brazilians: results of the National Household Sample Survey-2008. *Cien Saude Colet* 2011; 16(9):3697-705.
14. Twisk JW, Staal BJ, Brinkman MN, Kemper HC, van Mechelen W. Tracking of lung function parameters and the longitudinal relationship with lifestyle. *Eur Respir J* 1998; 12(3):627-34.
15. Lucas SR, Platts-Mills TA. Physical activity and exercise in asthma: relevance to etiology and treatment. *J Allergy Clin Immunol* 2005; 115(5):928-34.
16. Trabelsi Y, Paries J, Harrabi I, Zbidi A, Tabka Z, Richalet JP, et al. Factors affecting the development of lung function in Tunisian children. *Am J Hum Biol* 2008; 20(6):716-25.
17. Mannino DM, Moorman JE, Kingsley B, Rose D, Repace J. Health effects related to environmental tobacco smoke exposure in children in the United States: data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2001; 155(1):36-41.
18. Lee PN. The effect of reducing the number of cigarettes smoked on risk of lung cancer, COPD, cardiovascular disease and FEV(1) -- A review. *Regul Toxicol Pharmacol* 2013; 67(3):372-81.
19. Adam M, Schikowski T, Carsin AE, Cai Y, Jacquemin B, Sanchez M, et al. Adult lung function and long-term air pollution exposure. ESCAPE: a multicentre cohort study and meta-analysis. *Eur Respir J* 2014; [ahead of print].
20. Sood A. Indoor fuel exposure and the lung in both developing and developed countries: an update. *Clin Chest Med* 2012; 33(4):649-65.

21. Shahar E, Folsom AR, Melnick SL, Tockman MS, Comstock GW, Shimakawa T, et al. Does dietary vitamin A protect against airway obstruction? The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study Investigators. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 150(4):978-82.
22. Sharp DS, Rodriguez BL, Shahar E, Hwang LJ, Burchfiel CM. Fish consumption may limit the damage of smoking on the lung. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 150(4):983-7.
23. Rasmussen F, Lambrechtsen J, Siersted HC, Hansen HS, Hansen NC. Low physical fitness in childhood is associated with the development of asthma in young adulthood: the Odense schoolchild study. *Eur Respir J* 2000; 16(5):866-70.
24. Menezes AM, Wehrmeister FC, Muniz LC, Perez-Padilla R, Noal RB, Silva MC, et al. Physical activity and lung function in adolescents: the 1993 Pelotas (Brazil) birth cohort study. *J Adolesc Health* 2012; 51(6 Suppl):S27-31.
25. Mannino DM, Aguayo SM, Petty TL, Redd SC. Low lung function and incident lung cancer in the United States: data From the First National Health and Nutrition Examination Survey follow-up. *Arch Intern Med* 2003; 163(12):1475-80.
26. Knuiman MW, James AL, Divitini ML, Ryan G, Bartholomew HC, Musk AW. Lung function, respiratory symptoms, and mortality: results from the Busselton Health Study. *Ann Epidemiol* 1999; 9(5):297-306.
27. Menezes AM, Pérez-Padilla R, Wehrmeister FC, Lopez-Varela MV, Muiño A, Valdivia G, et al. FEV1 is a better predictor of mortality than FVC: the platino cohort study. *PLoS One* 2014; [in press].
28. Lange P, Nyboe J, Appleyard M, Jensen G, Schnohr P. Ventilatory function and chronic mucus hypersecretion as predictors of death from lung cancer. *Am Rev Respir Dis* 1990; 141(3):613-7.
29. Hole DJ, Watt GC, Davey-Smith G, Hart CL, Gillis CR, Hawthorne VM. Impaired lung function and mortality risk in men and women: findings from the Renfrew and Paisley prospective population study. *Bmj* 1996; 313(7059):711-5; discussion 5-6.
30. Armour J, Donnelly PM, Bye PT. The large lungs of elite swimmers: an increased alveolar number? *Eur Respir J* 1993; 6(2):237-47.

31. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep* 1985; 100(2):126-31.
32. WHO. Global recommendations on physical activity for health. World Health Organization 2010; 1-60.
33. Warren JM, Ekelund U, Besson H, Mezzani A, Geladas N, Vanhees L. Assessment of physical activity - a review of methodologies with reference to epidemiological research: a report of the exercise physiology section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2010; 17(2):127-39.
34. Bauman A, Phongsavan P, Schoeppe S, Owen N. Physical activity measurement--a primer for health promotion. *Promot Educ* 2006; 13(2):92-103.
35. Sallis JF, Saelens BE. Assessment of physical activity by self-report: status, limitations, and future directions. *Res Q Exerc Sport* 2000; 71(2 Suppl):S1-14.
36. Shephard RJ. Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. *Br J Sports Med* 2003; 37(3):197-206; discussion
37. Chinapaw MJ, Mokkink LB, van Poppel MN, van Mechelen W, Terwee CB. Physical activity questionnaires for youth: a systematic review of measurement properties. *Sports Med* 2010; 40(7):539-63.
38. Prince SA, Adamo KB, Hamel ME, Hardt J, Connor Gorber S, Tremblay M. A comparison of direct versus self-report measures for assessing physical activity in adults: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2008; 556.
39. Reilly JJ, Penpraze V, Hislop J, Davies G, Grant S, Paton JY. Objective measurement of physical activity and sedentary behaviour: review with new data. *Arch Dis Child* 2008; 93(7):614-9.
40. Morris JN, Heady JA, Raffle PA, Roberts CG, Parks JW. Coronary heart-disease and physical activity of work. *Lancet* 1953; 265(6795):1053-7; contd.
41. Reiner M, Niermann C, Jekauc D, Woll A. Long-term health benefits of physical activity--a systematic review of longitudinal studies. *BMC Public Health* 2013; 13813.

42. Dumith SC, Hallal PC, Reis RS, Kohl HW, 3rd. Worldwide prevalence of physical inactivity and its association with human development index in 76 countries. *Prev Med* 2011; 53(1-2):24-8.
43. Hallal PC, Knuth AG, Reis RS, Rombaldi AJ, Malta DC, Iser BP, et al. Time trends of physical activity in Brazil (2006-2009). *Rev Bras Epidemiol* 2011; 14 Suppl 153-60.
44. Hallal PC, Knuth AG, Cruz DK, Mendes MI, Malta DC. Physical activity practice among Brazilian adolescents. *Cien Saude Colet* 2010; 15 Suppl 23035-42.
45. Telama R, Yang X, Viikari J, Valimaki I, Wanne O, Raitakari O. Physical activity from childhood to adulthood: a 21-year tracking study. *Am J Prev Med* 2005; 28(3):267-73.
46. Pate RR, O'Neill JR, Lobelo F. The evolving definition of "sedentary". *Exerc Sport Sci Rev* 2008; 36(4):173-8.
47. Dumith SC. Atividade física e sedentarismo: diferenciação e proposta de nomenclatura. *Rev Bras Ativ Fis Saúde* 2010; 15(4):253-4.
48. Tremblay MS, Colley RC, Saunders TJ, Healy GN, Owen N. Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. *Appl Physiol Nutr Metab* 2010; 35(6):725-40.
49. Mansoubi M, Pearson N, Biddle SJ, Clemes S. The relationship between sedentary behaviour and physical activity in adults: A systematic review. *Prev Med* 2014; 69c28-35.
50. Salmon J, Owen N, Crawford D, Bauman A, Sallis JF. Physical activity and sedentary behavior: a population-based study of barriers, enjoyment, and preference. *Health Psychol* 2003; 22(2):178-88.
51. Santos R, Mota J, Okely AD, Pratt M, Moreira C, Coelho ESMJ, et al. The independent associations of sedentary behaviour and physical activity on cardiorespiratory fitness. *Br J Sports Med* 2013.
52. Marshall SJ, Biddle SJ, Gorely T, Cameron N, Murdey I. Relationships between media use, body fatness and physical activity in children and youth: a meta-analysis. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004; 28(10):1238-46.

53. Mielke GI, da Silva IC, Owen N, Hallal PC. Brazilian adults' sedentary behaviors by life domain: population-based study. *PLoS One* 2014; 9(3):e91614.
54. Gortmaker SL, Must A, Sobol AM, Peterson K, Colditz GA, Dietz WH. Television viewing as a cause of increasing obesity among children in the United States, 1986-1990. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1996; 150(4):356-62.
55. Chinapaw MJ, Proper KI, Brug J, van Mechelen W, Singh AS. Relationship between young peoples' sedentary behaviour and biomedical health indicators: a systematic review of prospective studies. *Obes Rev* 2011; 12(7):e621-32.
56. Rydin Y, Bleahu A, Davies M, Davila JD, Friel S, De Grandis G, et al. Shaping cities for health: complexity and the planning of urban environments in the 21st century. *Lancet* 2012; 379(9831):2079-108.
57. Matthews CE, Chen KY, Freedson PS, Buchowski MS, Beech BM, Pate RR, et al. Amount of time spent in sedentary behaviors in the United States, 2003-2004. *Am J Epidemiol* 2008; 167(7):875-81.
58. Colley RC, Garriguet D, Janssen I, Craig CL, Clarke J, Tremblay MS. Physical activity of Canadian adults: accelerometer results from the 2007 to 2009 Canadian Health Measures Survey. *Health Rep* 2011; 22(1):7-14.
59. Bauman A, Ainsworth BE, Sallis JF, Hagstromer M, Craig CL, Bull FC, et al. The descriptive epidemiology of sitting. A 20-country comparison using the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). *Am J Prev Med* 2011; 41(2):228-35.
60. Gabrilo G, Peric M, Stipic M. Pulmonary function in pubertal synchronized swimmers: 1-year follow-up results and its relation to competitive achievement. *Med Probl Perform Art* 2011; 26(1):39-43.
61. Kreider M. Pulmonary function testing. *A C P Medicine, Ontário, Canadá* 2010; 1-14.
62. Pereira CAC. Espirometria. *J Pneumol* 2002; 28(Supl 3):S1-82.
63. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* 2005; 26(2):319-38.
64. Cotes JE, Chinn DJ, Miller MR. Lung function: physiology, measurement and application in medicine 6th ed: Blackwell Publishing; 2006.

65. Rodrigues JC, Cardieri JMA, Bussamra MHCF, Nakaie CMA, Almeida MB, Filho LVF, et al. Provas de função pulmonar em crianças e adolescentes. *J Pneumol* 2002; 28(Supl 3):S207-21.
66. Anand D, Stevenson CJ, West CR, Pharoah PO. Lung function and respiratory health in adolescents of very low birth weight. *Arch Dis Child* 2003; 88(2):135-8.
67. Doyle LW, Faber B, Callanan C, Ford GW, Davis NM. Extremely low birth weight and body size in early adulthood. *Arch Dis Child* 2004; 89(4):347-50.
68. Pherwani AV, Desai AG, Solepure AB. A study of pulmonary function of competitive swimmers. *Indian J Physiol Pharmacol* 1989; 33(4):228-32.
69. Doherty M, Dimitriou L. Comparison of lung volume in Greek swimmers, land based athletes, and sedentary controls using allometric scaling. *Br J Sports Med* 1997; 31(4):337-41.
70. Caballero SJ, Navero JLP, Rosa II, Castillo MG, Caballero MPJ, Schiemann CM, et al. [Effects of physical exercise on the cardiorespiratory system in children]. *An Esp Pediatr* 1999; 50(4):367-72.
71. Eisenmann JC, Katzmarzyk PT, Thériault G, Song TMK, Malina RM, Bouchard C. Physical activity and pulmonary function in youth: The Québec Family Study. *Pediatr Exerc Sci* 1999; 11:208-17.
72. Corbo GM, Forastiere F, Rusconi F, De Sario M, Biggeri A, Russo A, et al. [Dietary habits, life styles and respiratory symptoms in childhood]. *Epidemiol Prev* 2005; 29(2 Suppl):42-6.
73. Firrincieli V, Keller A, Ehrensberger R, Platts-Mills J, Shufflebarger C, Geldmaker B, et al. Decreased physical activity among Head Start children with a history of wheezing: use of an accelerometer to measure activity. *Pediatr Pulmonol* 2005; 40(1):57-63.
74. Kippelen P, Caillaud C, Robert E, Connes P, Godard P, Prefaut C. Effect of endurance training on lung function: a one year study. *Br J Sports Med* 2005; 39(9):617-21.
75. Nourry C, Deruelle F, Guinhouya C, Baquet G, Fabre C, Bart F, et al. High-intensity intermittent running training improves pulmonary function and alters exercise breathing pattern in children. *Eur J Appl Physiol* 2005; 94(4):415-23.

76. Berntsen S, Wisloff T, Nafstad P, Nystad W. Lung function increases with increasing level of physical activity in school children. *Pediatr Exerc Sci* 2008; 20(4):402-10.
77. Corbo GM, Forastiere F, De Sario M, Brunetti L, Bonci E, Bugiani M, et al. Wheeze and asthma in children: associations with body mass index, sports, television viewing, and diet. *Epidemiology* 2008; 19(5):747-55.
78. Khalili MA, Elkins MR. Aerobic exercise improves lung function in children with intellectual disability: a randomised trial. *Aust J Physiother* 2009; 55(3):171-5.
79. Font-Ribera L, Villanueva CM, Nieuwenhuijsen MJ, Zock JP, Kogevinas M, Henderson J. Swimming pool attendance, asthma, allergies, and lung function in the Avon Longitudinal Study of Parents and Children cohort. *Am J Respir Crit Care Med* 2011; 183(5):582-8.
80. Dunham C, Harms CA. Effects of high-intensity interval training on pulmonary function. *Eur J Appl Physiol* 2012; 112(8):3061-8.
81. Rosenkranz SK, Rosenkranz RR, Hastmann TJ, Harms CA. High-intensity training improves airway responsiveness in inactive nonasthmatic children: evidence from a randomized controlled trial. *J Appl Physiol (1985)* 2012; 112(7):1174-83.
82. Degens H, Maden-Wilkinson TM, Ireland A, Korhonen MT, Suominen H, Heinonen A, et al. Relationship between ventilatory function and age in master athletes and a sedentary reference population. *Age (Dordr)* 2013; 35(3):1007-15.
83. Paulo R, Petrica J, Martins J. [Physical activity and respiratory function: corporal composition and spirometric values analysis]. *Acta Med Port* 2013; 26(3):258-64.
84. AAP. American Academy of Pediatrics: Children, adolescents, and television. *Pediatrics* 2001; 107(2):423-6.
85. Orenstein DM, Reed ME, Grogan FT, Jr., Crawford LV. Exercise conditioning in children with asthma. *J Pediatr* 1985; 106(4):556-60.
86. Hark WT, Thompson WM, McLaughlin TE, Wheatley LM, Platts-Mills TA. Spontaneous sigh rates during sedentary activity: watching television vs reading. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2005; 94(2):247-50.

87. Fredberg JJ, Inouye DS, Mijailovich SM, Butler JP. Perturbed equilibrium of myosin binding in airway smooth muscle and its implications in bronchospasm. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159(3):959-67.
88. Fish JE, Ankin MG, Kelly JF, Peterman VI. Regulation of bronchomotor tone by lung inflation in asthmatic and nonasthmatic subjects. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 1981; 50(5):1079-86.
89. Raju PS, Prasad KV, Ramana YV, Balakrishna N, Murthy KJ. Influence of socioeconomic status on lung function and prediction equations in Indian children. *Pediatr Pulmonol* 2005; 39(6):528-36.
90. du Prel X, Kramer U, Behrendt H, Ring J, Oppermann H, Schikowski T, et al. Preschool children's health and its association with parental education and individual living conditions in East and West Germany. *BMC Public Health* 2006; 6312.
91. Menezes AM, Dumith SC, Perez-Padilla R, Noal RB, Wehrmeister FC, Martinez-Mesa J, et al. Socioeconomic trajectory from birth to adolescence and lung function: prospective birth cohort study. *BMC Public Health* 2011; 11596.
92. Hayatbakhsh MR, Sadasivam S, Mamun AA, Najman JM, Williams GM, O'Callaghan MJ. Maternal smoking during and after pregnancy and lung function in early adulthood: a prospective study. *Thorax* 2009; 64(9):810-4.
93. Gray L, Peat JK, Belousova E, Xuan W, Woolcock AJ. Family patterns of asthma, atopy and airway hyperresponsiveness: an epidemiological study. *Clin Exp Allergy* 2000; 30(3):393-9.
94. Valadares MA, Gurgel RQ, Melo EV, Guimaraes AM, Guedes KM, Rocha NA, et al. Respiratory function in children of asthmatic mothers. *J Pediatr (Rio J)* 2013; 89(2):158-63.
95. Chatkin MN, Menezes AM, Macedo SE, Fiss E. Asthma and lung function in a birth cohort at 6-7 years of age in southern Brazil. *J Bras Pneumol* 2008; 34(10):764-71.
96. Frantz S, Wollmer P, Dencker M, Engstrom G, Nihlen U. Associations between lung function and alcohol consumption--assessed by both a questionnaire and a blood marker. *Respir Med* 2014; 108(1):114-21.

97. Davidson WJ, Mackenzie-Rife KA, Witmans MB, Montgomery MD, Ball GD, Egbogah S, et al. Obesity negatively impacts lung function in children and adolescents. *Pediatr Pulmonol* 2014; 49(10):1003-10.
98. Chen Y. Genetic epidemiology of pulmonary function. *Thorax* 1999; 54(9):818-24.
99. 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; 40(1):39-46.
100. 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; 37(4):704-9.
101. Araujo CL, Menezes AM, Vieira Mde F, Neutzling MB, Goncalves H, Anselmi L, et al. The 11-year follow-up of the 1993 Pelotas (Brazil) birth cohort study: methods. *Cad Saude Publica* 2010; 26(10):1875-86.
102. 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; 43(4):1082-8.
103. Miller MR, Crapo R, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, et al. General considerations for lung function testing. *Eur Respir J* 2005; 26(1):153-61.
104. Nader PR. Frequency and intensity of activity of third-grade children in physical education. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003; 157(2):185-90.
105. Kremer MM, Reichert FF, Hallal PC. Intensity and duration of physical efforts in Physical Education classes. *Rev Saude Publica* 2012; 46(2):320-6.

Alterações do Projeto de Pesquisa

ALTERAÇÕES DO PROJETO DE PESQUISA

Após a qualificação do projeto de pesquisa, algumas modificações nos artigos planejados foram realizadas, bem como no título da tese.

1. Alterações nos artigos planejados

- Mudança de atividade física dos 11 aos 15 anos e ganho de função pulmonar dos 15 aos 18 anos em jovens pertencentes à Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas

Este artigo intitulado “Physical activity in early adolescence and pulmonary function gain from 15 to 18 years of age in a birth cohort in Brazil” foi referido como “Artigo 2” no projeto de pesquisa, mas consta como “Artigo 1” no presente volume da tese. No projeto de pesquisa, estava prevista uma análise de bidirecionalidade da associação entre atividade física e função pulmonar. Esta análise não foi incluída nesse artigo. Todavia, incluímos uma análise de mediação do efeito da altura do adolescente na associação estudada, pelo fato de que nos pareceu mais relevante frente à literatura existente. Além disso, outra modificação realizada foi a apresentação dos dados de função pulmonar em escores-z, gerados a partir de resíduos padronizados da amostra estudada, considerando sexo, cor da pele e altura dos indivíduos. Essa estratégia foi utilizada devido ao fato de que as equações de predição disponíveis na literatura não foram adequadas para a amostra em estudo^{1,2}.

- Associação prospectiva entre comportamento sedentário na adolescência e função pulmonar aos 18 anos: Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas

Este artigo foi intitulado “The trajectory of screen-based sedentary behavior time during adolescence and pulmonary function at 18 years of age in a Brazilian birth cohort”. No projeto de pesquisa este artigo constou como

“Artigo 3”, mas no presente volume da tese o mesmo foi referido como “Artigo 2”. A modificação realizada após a qualificação do projeto, para esse artigo, foi a apresentação dos dados de função pulmonar também em escores-z, gerados a partir de resíduos padronizados da amostra estudada, considerando sexo, cor da pele e altura dos indivíduos. Utilizou-se essa estratégia também nesse artigo pelos mesmos motivos citados anteriormente.

- Atividade física e função pulmonar: uma revisão sistemática

Este artigo de revisão foi substituído por outro artigo original, com dados do estudo PAMELA, intitulado “Effect of regular exercise on pulmonary function during pregnancy: a randomized controlled trial (PAMELA)” e referido como “Artigo 3” na presente tese. Por tratar-se de um ensaio randomizado controlado em uma população especial, as análises dos dados de função pulmonar do estudo PAMELA poderiam trazer importantes contribuições à literatura da área. Além disso, por não conter no projeto de pesquisa uma revisão de literatura sobre atividade física e função pulmonar especificamente em gestantes, uma busca sistemática na literatura sobre o tema foi realizada e uma breve revisão de literatura foi incluída nessa seção (a seguir).

2. Alteração no título da tese

Com a alteração de um dos artigos, o título da tese foi modificado para “Atividade física, comportamento sedentário e função pulmonar em adolescentes e gestantes: resultados da Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas e do estudo PAMELA”, a fim de incluir os temas abordados nos três artigos da tese.

3. Associação entre atividade física e função pulmonar durante a gestação: revisão de literatura

A atividade física durante a gestação, no passado, costumava ser associada com efeitos negativos à saúde da mãe e do bebê. Entretanto, esses efeitos negativos não foram comprovados e, atualmente, estudos têm mostrado diversos benefícios da prática de atividade física em gestantes³. Gestantes ativas no lazer apresentam menor risco de ganho de peso excessivo durante a gestação, menor probabilidade de desenvolver diabetes gestacional, menor probabilidade de ter um bebê prematuro ou maior para a idade gestacional⁴. Além disso, as recomendações atuais referem que gestantes saudáveis deveriam praticar atividade física de intensidade moderada por pelo menos 20-30 minutos por dia ou na maior parte dos dias⁵.

Apesar dos conhecidos benefícios da atividade física, sabe-se que os níveis da mesma tendem a diminuir durante a gestação⁶. Dados de um estudo realizado com gestantes pertencentes à coorte de nascimentos de 2004, da cidade de Pelotas, mostraram que 13% das mulheres relataram realizar algum tipo de atividade física de lazer durante a gestação e somente 5% atingiram as recomendações de atividade física durante toda a gestação⁷.

Ao longo da gestação, o corpo da mulher sofre uma série de mudanças anatômicas e fisiológicas que resultam em mudanças hormonais, mecânicas e circulatórias significativas⁸. O sistema respiratório passa por diversos ajustes que causam mudanças na mucosa das vias aéreas superiores e na estrutura dos compartimentos da caixa torácica e do abdômen, com o intuito de acomodar o útero aumentado^{8,9}. Essas modificações induzem ajustes nos volumes e capacidades pulmonares, podendo causar alterações na função pulmonar durante a gestação¹⁰. Estudos que avaliaram a função pulmonar durante a gestação encontraram resultados conflitantes¹¹⁻¹⁴. No entanto, a maioria desses estudos apresentou limitações metodológicas importantes¹⁴. Um estudo de coorte que avaliou gestantes em diversos momentos da gestação, mostrou que, enquanto os

valores de VEF₁ não sofreram alterações significativas, os valores de CVF e PFE aumentaram progressivamente após a 14^a–16^a semana de gestação¹⁴.

Alguns estudos longitudinais têm encontrado associação positiva entre a prática de atividade física e a função pulmonar em populações jovens e adultas não gestantes^{15–19}. Assim, com o intuito de conhecer a relação entre atividade física durante a gestação e função pulmonar materna, foi realizada uma busca sistemática na literatura por estudos sobre essa temática. As estratégias de busca utilizadas e os estudos encontrados estão descritos a seguir.

3.1 Estratégia de busca

A busca na literatura sobre a relação entre a prática de atividade física e função pulmonar durante a gestação foi realizada de forma sistemática. Essa busca sistemática foi conduzida na base de dados Pubmed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>), sendo realizada em 26 de dezembro de 2016.

Na Tabela 1 está descrita como ocorreu a busca na base de dados. Em suma, a busca aconteceu em duas partes: a) busca de artigos que analisaram a relação entre atividade física e função pulmonar durante a gestação; b) todas as referências encontradas foram exportadas para uma biblioteca única no programa EndNote.

Com o intuito de localizar o maior número de referências possíveis sobre o tema de interesse, foi utilizada uma combinação de termos livres encontrados na literatura e descritores “MeSH” (*Medical Subject Heading*), previamente consultados. Assim, para localizar artigos sobre atividade física foram utilizados os termos “motor activity”, “fitness”, “physical activity”, “exercise” e “sports”. Para localizar artigos sobre função pulmonar foram utilizados os termos “respiratory function tests”, “lung function”, “pulmonary function”, “spirometric function”, “lung volumes”, “spirometry” e “respiration”. Com o objetivo de encontrar artigos sobre gestação os termos “pregnancy”, “pregnant woman” e “gestation” foram utilizados. Todos os termos foram incluídos para buscas em todos os campos. Como limite da busca foi

utilizado o filtro para estudos realizados com humanos. Não foram incluídos limites de idioma e de data da publicação.

Tabela 1. Estratégias de busca sistematizada da literatura para localização de referências sobre a relação entre atividade física e função pulmonar durante a gestação (26 de dezembro de 2016).

Busca por termos (Pubmed)	Localizados	Limite*
#1 motor activity OR fitness OR physical activity OR exercise OR sports	686293	-
#2 respiratory function tests OR lung function OR pulmonary function OR spirometric function OR lung volumes OR spirometry OR respiration	854449	-
#3 pregnancy OR pregnant woman OR gestation	899729	-
#1 AND #2 AND #3	613	490
Duplicatas	-	0
Total	-	490

* Estudos em humanos

O processo de revisão de literatura, após a busca na base de dados Pubmed, ocorreu em outras três etapas: leitura de títulos, resumos e artigos na íntegra. Esse processo está ilustrado detalhadamente na Figura 1. Dessa forma, com a estratégia de busca utilizada, foram localizados 490 títulos. A partir da leitura dos títulos, foram selecionados 88 resumos para leitura. Com a leitura dos resumos, foram selecionados 15 artigos. Foi realizada a leitura na íntegra desses artigos e, a partir dessa, apenas um artigo de interesse foi selecionado. Os artigos excluídos avaliaram parâmetros respiratórios relacionados às respostas ventilatórias, cardiopulmonares ou metabólicas do exercício na gestação, e não a função pulmonar avaliada por espirometria, (n=7), não avaliaram atividade física/exercício como exposição (n=3) ou eram revisões de literatura que não abordavam especificamente a temática de interesse (n=4). O delineamento dos estudos não foi critério de exclusão

dessa revisão. Ademais, a lista de referências de todos os artigos lidos na íntegra foi checada, tendo sido encontrado mais um artigo de interesse. Sendo assim, apenas dois artigos foram incluídos nessa revisão.

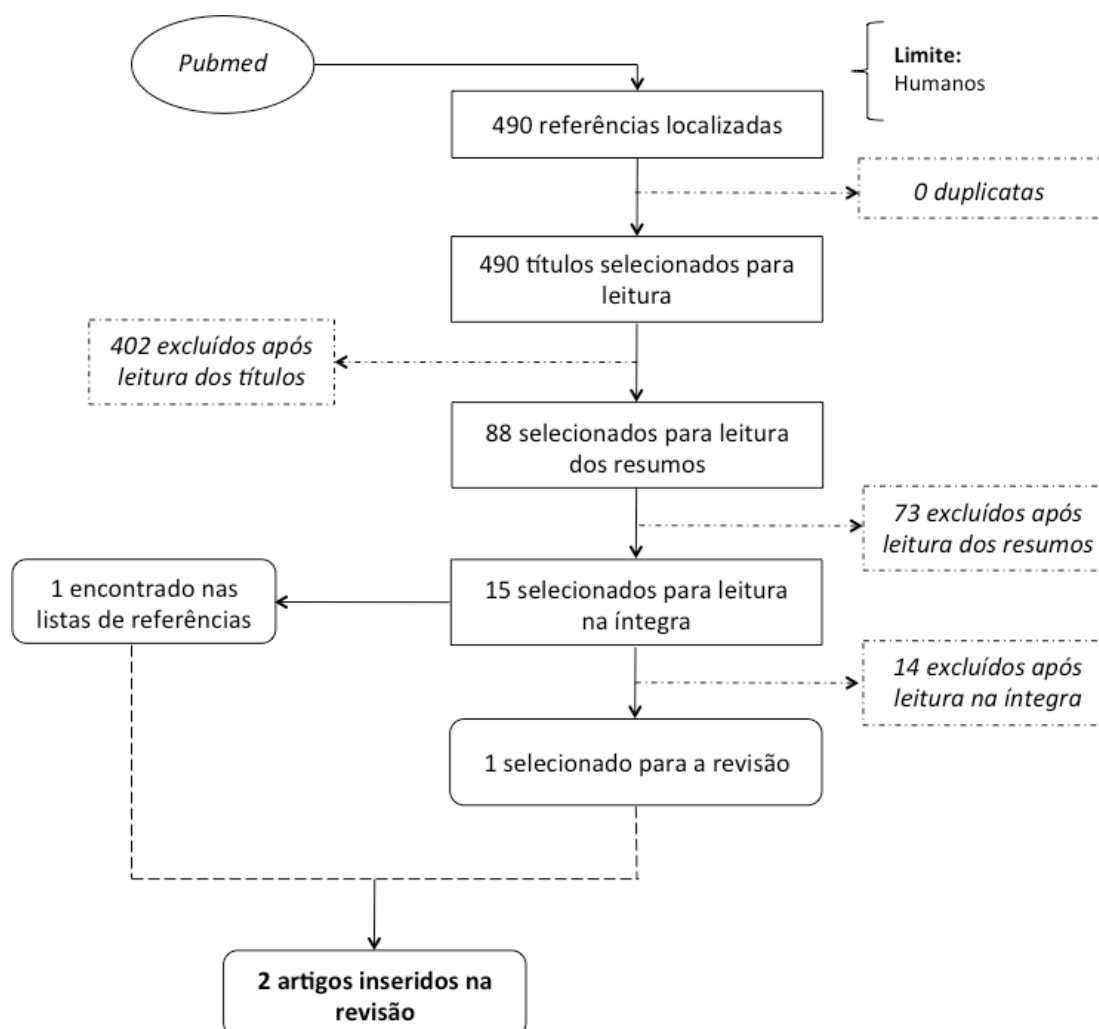


Figura 1. Fluxograma da revisão de literatura sobre a relação entre atividade física e função pulmonar durante a gestação.

Para obtenção dos artigos selecionados que não estavam com acesso livre foi utilizada a busca via Portal de Periódicos CAPES/MEC (<http://www.periodicos.capes.gov.br>), através de conexão com proxy da UFPel, contato com outros pesquisadores de outras universidades e, por fim, o contato por meio de e-mail com os autores dos artigos.

As características e resumo dos principais resultados dos artigos selecionados estão no Quadro 1.

Quadro 1. Resumo dos artigos selecionados sobre associação entre atividade física e função pulmonar durante a gestação.

Autores e ano	País	Objetivo	Delineamento e amostra	Desfechos de interesse avaliados	Resultados principais
Berry et al. 1989 ²⁰	Estados Unidos	Determinar os efeitos da gestação, imersão e exercício durante imersão na função pulmonar e ventilação	Longitudinal; 12 mulheres avaliadas na 15 ^a , 25 ^a e 35 ^a semana de gestação e 8-10 semanas pós-parto.	CVF e VEF ₁ avaliados em repouso (em terra), em repouso em imersão e logo após o exercício em imersão.	CVF em repouso em imersão foi menor do que em repouso (em terra) e após o exercício em imersão. Após exercício em imersão os valores de CVF foram semelhantes aos valores em repouso (em terra) ao longo da gestação. Para VEF ₁ não foram encontradas diferenças entre as três condições experimentais ao longo da gestação.
Anitha et al. 2014 ²¹	Índia	Avaliar os efeitos do exercício na função respiratória de gestantes saudáveis.	Experimental (transversal); 50 gestantes saudáveis no segundo trimestre de gestação e 50 mulheres saudáveis (controle).	CVF e VEF ₁ avaliados no repouso e após exercício.	CVF após exercício incrementou mais em relação ao repouso no grupo de gestantes do que no grupo controle. Após o exercício os valores de VEF ₁ foram menores comparados aos valores em repouso, mas não houve diferença em entre os grupos.

CVF: capacidade vital forçada; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo.

3.2 Características e resultados dos estudos selecionados

Apenas dois artigos foram selecionados após leitura na íntegra. Um dos artigos apresentou delineamento longitudinal²⁰ e outro, experimental (transversal)²¹. Contudo, o estudo longitudinal de Berry e colaboradores avaliou apenas o efeito de uma sessão de exercício na função pulmonar de gestantes²⁰, assim como Anitha e colaboradores²¹. Sendo assim, não foram encontrados estudos longitudinais que avaliassem o efeito da atividade física/exercício regular na função pulmonar durante a gestação.

Ambos estudos selecionados avaliaram os mesmos parâmetros de função pulmonar (CVF e VEF₁), além de outras variáveis relacionadas com respostas ventilatórias que não são de interesse dessa revisão. Berry e colaboradores investigaram os efeitos da gestação, da imersão e do exercício em imersão na função pulmonar²⁰. Comparando a resposta aguda de três condições experimentais (repouso em terra, repouso em imersão e exercício em imersão), os autores encontraram, de maneira geral, que durante a gestação os valores de CVF após o exercício foram semelhantes aos valores do repouso em terra e superiores aos valores do repouso em imersão. Já os valores de VEF₁ não foram diferentes entre as três condições em que foram avaliados durante a gestação²⁰. Anitha e colaboradores, em um estudo experimental, avaliaram a resposta aguda a uma sessão de exercício na função pulmonar de mulheres gestantes e não gestantes²¹. Nesse estudo, as gestantes apresentaram maior incremento de CVF após o exercício em relação ao repouso do que as mulheres não gestantes. Para VEF₁, houve um decréscimo nos valores após o exercício para as gestantes e não gestantes, sem diferença significativa entre as mesmas²¹.

A comparação dos resultados desses dois estudos torna-se complicada, uma vez que diferentes objetivos foram investigados, com emprego de diferentes métodos. Contudo, ambos estudos mostraram que para CVF houve um efeito agudo do exercício na função pulmonar de gestantes.

Dessa maneira, a prática de atividade física/exercício regular podendo alterar a função pulmonar em gestantes persiste como uma importante

questão de pesquisa. Ainda, a falta de estudos longitudinais que avaliem os efeitos de atividade física/exercício regular na função pulmonar durante a gestação evidencia a existência de uma lacuna na literatura e reforça a importância da realização de estudos bem delineados investigando essa temática.

REFERÊNCIAS

1. Pereira CAC. Espirometria. *J Pneumol* 2002; 28(Supl 3):S1–82.
2. Quanjer PH, Stanojevic S, Cole TJ, et al. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: the global lung function 2012 equations. *Eur Respir J* 2012; 40(6):1324–43.
3. Downs DS, Chasan-Taber L, Evenson KR, Leiferman J, Yeo S. Physical activity and pregnancy: past and present evidence and future recommendations. *Res Q Exerc Sport* 2012; 83(4):485–502.4.
4. da Silva SG, Ricardo LI, Evenson KR, Hallal PC. Leisure-Time Physical Activity in Pregnancy and Maternal-Child Health: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials and Cohort Studies. *Sports Med* 2016; Jun 9. doi:10.1007/s40279-016-0565-2 [Epub ahead of print]
5. ACOG Committee Opinion No. 650: Physical Activity and Exercise During Pregnancy and the Postpartum Period. *Obstet Gynecol* 2015; 126:e135-42.
6. Fell DB, Joseph KS, Armson BA et al. The impact of pregnancy on physical activity level. *Matern Child Health J* 2009; 13(5):597–603.
7. Domingues MR, Barros AJ. Leisure-time physical activity during pregnancy in the 2004 Pelotas Birth Cohort Study. *Rev Saude Publica* 2007; 41(2):173-80.
8. Wise RA, Polito AJ, Krishnan V. Respiratory physiologic changes in pregnancy. *Immunol Allergy Clin North Am* 2006; 26(1):1-12.
9. Tan EK, Tan EL. Alterations in physiology and anatomy during pregnancy. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol* 2013; 27(6):791-802.
10. Contreras G, Gutierrez M, Beroiza T, Fantin A, Oddo H, Villarroel L, et al. Ventilatory drive and respiratory muscle function in pregnancy. *Am Rev Respir Dis* 1991; 144(4):837–41.
11. Brancazio LR, Laifer SA, Schwartz T. Peak expiratory flow rate in normal pregnancy. *Obstet Gynecol* 1997; 89(3):383-6.
12. Harirah HM, Donia SE, Nasrallah FK, Saade GR, Belfort MA. Effect of gestational age and position on peak expiratory flow rate: a longitudinal study. *Obstet Gynecol* 2005; 105(2):372–6.
13. Kolarzyk E, Szot WM, Lyszczarz J. Lung function and breathing regulation parameters during pregnancy. *Arch Gynecol Obstet* 2005; 272(1):53–8.

14. Grindheim G, Toska K, Estensen M, Rosseland L. Changes in pulmonary function during pregnancy: a longitudinal cohort study. *BJOG* 2012; 119(1):94–101.
15. Twisk JW, Staal BJ, Brinkman MN, Kemper HC, van Mechelen W. Tracking of lung function parameters and the longitudinal relationship with lifestyle. *Eur Respir J* 1998; 12(3):627-34.
16. Pelkonen M, Notkola IL, Lakka T, Tukiainen HO, Kivinen P, Nissinen A. Delaying decline in pulmonary function with physical activity: a 25-year follow-up. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 168(4):494–99.
17. Nystad W, Samuelsen SO, Nafstad P, Langhammer A. Association between level of physical activity and lung function among Norwegian men and women: the HUNT study. *Int J Tuberc Lung Dis* 2006; 10(12):1399–1405.
18. Menezes AM, Wehrmeister FC, Muniz LC, Perez-Padilla R, Noal RB, Silva MC, et al. Physical activity and lung function in adolescents: the 1993 Pelotas (Brazil) birth cohort study. *J Adolesc Health* 2012; 51(6 Suppl):S27-31.
19. Ji J, Wang SQ, Liu YJ, He QQ. Physical activity and lung function growth in a cohort of Chinese School children: a prospective study. *PLoS One* 2013; 8(6):e66098.
20. Berry MJ, McMurray RG, Katz VL. Pulmonary and ventilatory responses to pregnancy, immersion, and exercise. *J Appl Physiol* 1989;66(2):857-62.
21. Anitha O. R, Smilee Johncy, Suresh Y. Bondade, Christofer Thomas. Respiratory Responses to Exercise in Pregnancy. *J of Evolution of Med and Dent Sci* 2014; 3(40):10127-33.

Relatórios dos Trabalhos de Campo

TRABALHO DE CAMPO

Os alunos do Doutorado em Epidemiologia do PPGE da UFPel, como parte da formação e experiência acadêmica, são requeridos a participar do trabalho de campo do estudo cujos dados serão utilizados. Nesta tese foram utilizados dados da Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas e dados do estudo PAMELA. Em razão da coleta dos dados do acompanhamento de 22 anos da Coorte de 1993 ocorrer no ano de 2015/2016, coincidindo com o período no qual o doutorado sanduíche no exterior estava planejado, o trabalho de campo foi, então, realizado na Coorte de Nascimentos de 2015 de Pelotas e no estudo PAMELA.

As principais atividades desenvolvidas durante o trabalho de campo no início do acompanhamento pré-natal da Coorte de 2015 foram: auxílio na construção e revisão de questionários e elaboração e condução do treinamento das entrevistadoras deste acompanhamento. Além disso, no estudo PAMELA, as principais atividades desenvolvidas foram planejamento do estudo, elaboração do programa de intervenção, construção do banco de dados e supervisão geral do campo.

Nesta tese são apresentados o relatório do trabalho de campo resumido do acompanhamento dos 18 anos da Coorte de Nascimentos de 1993, último acompanhamento em que os dados foram utilizados, e o relatório do trabalho de campo do estudo PAMELA. Acesso aos relatórios de trabalho de campo dos acompanhamentos dos 11 e 15 anos da Coorte de 1993, dos quais dados também foram utilizados nesta tese, será fornecido através de um *link* na internet para a banca examinadora.



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

1. HISTÓRIA BREVE DA COORTE DE NASCIMENTOS DE 1993: ACOMPANHAMENTOS DE 1993 A 2011

Todos os nascidos vivos na zona urbana do município de Pelotas em 1993, cujas famílias residiam no local foram elegíveis para participar do estudo longitudinal denominado Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas, que objetivou avaliar alguns aspectos da saúde dos participantes. Visitas diárias às cinco maternidades da cidade foram realizadas de primeiro de janeiro a 31 de dezembro do referido ano. As mães responderam a um questionário contendo informações demográficas, socioeconômicas, reprodutivas e comportamentais, bem como sobre assistência médica e morbidade da família. Ao total, ocorreram 5.304 nascimentos e 55 óbitos fetais, e 16 mães recusaram participar do estudo, sendo obtidas informações para 5.249 nascidos vivos, caracterizando o estudo perinatal e o tamanho de amostra dessa coorte. Dados maternos e do recém-nascido foram coletados. Subamostras de crianças desta coorte foram visitadas com um, três e seis meses de vida, e também 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 acrescentados 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 sobrerrepresentou 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 se aplicou 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 (n= 4,452).

1.5 Acompanhamento dos 15 anos (2008)

Em 2008, foi realizado o oitavo acompanhamento da Coorte de 1993. Todos os indivíduos pertencentes a esta coorte – com 15 anos – foram contatados para a 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 (CPE) Dr. Amílcar Gigante.

Foram entrevistados 4.349 participantes (85,7% da coorte original).

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”.

Novamente, foi realizada uma tentativa para localizar todos os participantes da coorte e 4.106 foram entrevistados (81,3% da coorte original).

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

2.1 Atividades anteriores ao início do trabalho de campo

2.1.1 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 os adolescentes quanto os pais ou responsáveis eram informados verbalmente sobre a realização de uma futura visita. Cada um dos métodos utilizados será descrito na sequência.

2.1.1.1 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.

2.1.1.2 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 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.

O Alistamento Militar (AM) ocorreu da seguinte forma: quando o jovem procurava a Junta Militar, era marcado pelos funcionários daquele local o dia para o seu alistamento. No dia marcado, o jovem deveria comparecer e apresentar a sua carteira de identidade e comprovante de residência. Após os militares confeccionarem as fichas de atendimento, eram organizados grupos destes jovens para aguardarem sua chamada em uma sala de cadastro e de confecção do CAM. Depois desta etapa, os jovens nascidos em 1993, na cidade de Pelotas, eram direcionados para a sala das assistentes de pesquisa contratadas pela coorte, onde eram realizadas as atualizações do cadastro.

A sistemática das atualizações no banco em Excel naquele local foi realizada da seguinte forma: o jovem apresentava a ficha confeccionada pela Junta Militar e, através da carteira de identidade, as assistentes buscavam a data de nascimento do mesmo, seguida pelo nome da mãe na ordem: 1) banco do perinatal, 2) acompanhamento de 2008 e 3) acompanhamento de 2004. Ao encontrar o registro do adolescente, eram feitas as atualizações de endereço e telefone quando necessário; era perguntado sobre possível mudança de residência e previsão de endereço novo, contato eletrônico etc. Nos casos em que o cadastro do adolescente não era localizado no banco de dados, para otimizar o tempo do jovem, as assistentes preenchiam uma ficha de identificação e, posteriormente, faziam nova tentativa de busca no banco; ao localizar o cadastro digitavam os dados coletados. Porém, quando o registro não era encontrado nas duas ocasiões, uma terceira tentativa era

feita pela supervisora do trabalho. A supervisora buscava informações acerca do jovem no banco completo do perinatal para investigar o motivo do não aparecimento do adolescente no banco de dados. Na maioria das vezes o motivo era nascimento nos distritos ao redor de Pelotas, os quais não foram incluídos na amostra do estudo de Coorte de Nascimentos em 1993. Uma ficha impressa (de emergência), para ser usada em casos de falta de luz, problemas nos computadores (dois laptops) ou para agilizar o andamento do trabalho, foi criada e deixada à disposição das assistentes. Ao final de cada dia, as assistentes de pesquisa realizavam um *backup* dos bancos de dados e enviavam o mesmo para a supervisora do trabalho, a qual agregava as informações do dia para a retroalimentação do banco de dados do AM.

As atividades do AM eram realizadas de segunda à quinta-feira, das 13 às 17 horas e sextas-feiras das 8 às 12 horas. Em média, 50 rapazes/dia compareciam à Junta Militar. Nas sextas-feiras o fluxo era menor, pois este dia era reservado para o AM daqueles indivíduos de outras cidades, ou daqueles que deveriam ter o realizado no ano anterior.

O trabalho na Junta do Serviço Militar de Pelotas terminou em 17 de maio de 2011. Desta maneira, foram identificados 78% dos membros masculinos da coorte. No entanto, 571 adolescentes não foram captados pelo AM e, para encontrá-los, foi necessário lançar mão dos endereços obtidos no banco nacional de AM e dos acompanhamentos de 2008 e 2004.

2.1.1.3 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 em seguida. 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, a fim de 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.

2.1.1.4 Entrega de folders para as meninas

Quatro rastreadores foram contratados para se deslocarem até os endereços das meninas que constavam no 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.

2.1.2 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 e de elaboração e testagem dos questionários em outubro de 2009. Semanalmente ou quinzenalmente, a equipe de pesquisadores e doutorandos envolvidos na Coorte de 1993 se reunia para a discussão dos temas a serem estudados no acompanhamento, variáveis a serem investigadas e logística a ser usada para a coleta dos dados.

2.1.3 Testagem dos instrumentos (estudo pré-piloto)

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) por uma psicóloga e um criminologista em uma Unidade Básica de Saúde.

- **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, 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 dispenderam 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 preencheram 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 e 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 à 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.

2.1.4 Confecção 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.

2.1.5 Recrutamento e seleção de pessoal

2.1.5.1 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 e uma pesquisadora analisaram 87 currículos de candidatos de ambos os sexos, maiores de 18 anos de idade, com ensino médio completo e disponibilidade de horário. Após análise dos currículos, entrevista e avaliação da disponibilidade de tempo e da experiência com pesquisa, foram selecionadas 52 pessoas. Destas, foram selecionados 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 por uma pesquisadora bioquímica e uma bióloga. 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.

2.1.5.2 Treinamentos

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

- **Antropometria e pressão arterial**

No período de 08 a 12 de agosto, um grupo de 12 mulheres foi submetido a treinamento para coleta de medidas antropométricas e aferição da pressão arterial. Duas doutorandas foram as responsáveis pela padronização das medidas antropométricas e treinamento da aferição da pressão arterial, bem como pela seleção das candidatas.

- **Questionário geral**

O treinamento foi realizado 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 candidata. 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 treinamento específico de saúde mental. Essas profissionais seriam as responsáveis pela aplicação dos testes psicológicos *Wechsler Adult Intelligence Scale* (WAIS), que avalia QI, 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, nos turnos da manhã e tarde.

- **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 o questionário em papel e no computador. Somente em exceções (problemas com o programa ou computadores) os QFAs deveriam ser aplicados em papel.

- **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.

- **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.

- **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 de dois doutorandos.

2.1.5.3 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.

3. 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.

4. 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). Nos sábados, o período de atendimento era das 9.00 às 17.00 h.

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.

5. 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. 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 em um 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 e quatro cores estavam disponíveis: branco, verde, azul e vermelho. 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 se o adolescente se recusasse ou relatasse possuir algum impedimento para a realização (critério de exclusão para determinado exame), o doutorando de plantão (em 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 às 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, MINI e WAIS. Na parte dos equipamentos, eram realizados os seguintes exames: pletismografia (BOD POD), densitometria óssea (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 pela

roupa 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:

- *BOD POD*: 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 da touca de natação fornecida.

- *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 atrapalhavam 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 de ambos os lados, esquerdo e direito.

- *Antropometria*: nesta sala, era verificada a pressão arterial e a circunferência braquial e a altura sentado do(a) jovem, além da circunferência da cintura e pregas cutâneas tricípital 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

as pregas cutânea tricipital 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 à existência de *piercing* em alguma parte do corpo e não poder realizar a medida no corpo inteiro, ou, então, de 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.

Entre a realização dos exames e dos questionários, era oferecido aos jovens um lanche (sanduíche e 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 a ele/ela 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

ao 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 a recepção a fim de ser colocado no pulso dos jovens. O aparelho era colocado no braço do lado 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 preparava uma planilha de coleta, que era entregue aos coletores (motoqueiros), para a busca dos aparelhos no local e horário marcados 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 à colocação do monitor. Acelerômetros colocados às quintas, sextas e sábados eram coletados na quarta-feira posterior à colocação do monitor. Era orientado que o acelerômetro somente 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 etc, o qual era prontamente fornecido. Esse documento ficava à 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, o tempo foi reduzido em uma hora.

6. INSTRUMENTOS DE PESQUISA

6.1 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 *Self-Reporting Questionnaire* (SRQ)

6.2 Testes psicológicos

Além do questionário geral, o estudo também continha testes psicológicos, avaliados através do *Mini International Neuropsychiatric Interview* (MINI), composto por 75 questões, e o *Wechsler Adult Intelligence Scale* (WAIS-III), que avalia o quociente de inteligência (QI). Ambos eram aplicados por psicólogas.

6.3 Questionário de Frequência Alimentar (QFA)

O QFA, composto por 88 itens alimentares, 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.

6.4 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 e a versão para as meninas continha 57, sendo esta última referente a ter ou não prótese de silicone.

6.5 Questionário Saúde Bucal

Um questionário em PDA era utilizado para registrar os dados de saúde bucal.

7. 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 do questionário geral e testes psicológicos
- Manuais dos equipamentos e aferições:
 - Acelerometria
 - Antropometria
 - BOD POD
 - DXA
 - Espirometria
 - Photonic
 - Pressão arterial
 - Ultrassom de carótidas

8. ESTRATÉGIAS DE BUSCA DE ADOLESCENTES DURANTE O TRABALHO DE CAMPO

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

8.1 Rastreamento de endereços não encontrados

Duas rastreadoras 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 em que o/a adolescente não era encontrado, 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 no mesmo na clínica do CPE.

8.2 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 locais. 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

- Twitter: @EpidemioUFPel

8.3 Visitas domiciliares/Unidade Móvel (Van)

Com o objetivo de encontrar jovens cujo contato era 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 à 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 e, se aceitassem, a van os trazia. Caso contrário, eram entrevistados no domicílio.

Ao total, foram realizadas 265 visitas domiciliares, sendo 145 domicílios novos e 120 revistados. Foram feitos 43 atendimentos (14 no domicílio e 29 na clínica) e 51 agendamentos.

8.4 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.

8.5 Entrevista na Fundação de Atendimento Sócio-Educativo (FASE)

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

8.6 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.

8.7 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 nascidos em 1993 em hospitais de Pelotas e receberam igual valor.

9. 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.

10. CONTROLE DE QUALIDADE DO TRABALHO

10.1 Entrevistas

No mês de janeiro, iniciaram-se as ligações para o controle de qualidade da visita dos 18 anos. Foi sorteado 10% da amostra estudada, totalizando 413 adolescentes. Os adolescentes sorteados eram contatados 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. O banco foi digitado no programa estatístico Epidata versão 3.1 e transferido para o Stata 11.1, onde foram realizadas as concordâncias.

10.2 Equipamentos e medidas corporais

- **Medidas antropométricas**

Nos dias 28 e 29 de novembro de 2011, durante o atendimento na clínica, foi realizada a repadronização das medidas antropométricas das duas antropometristas e a altura em pé das duas operadoras do BOD POD. As medidas foram coletadas e registradas na folha de padronização 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 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, a conseguirem as melhores manobras dos adolescentes.

11. BANCO DE DADOS

Dois doutorandos, juntamente com um pesquisador, ficaram responsáveis pelo manejo dos dados durante todo o acompanhamento.

11.1 Questionários

Os PDAs com as informações coletadas pelos questionários eram descarregados diariamente por uma pessoa responsável exclusivamente para essa tarefa. 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, geravam 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-feiras, o arquivo em Excel (que continha as informações referentes a uma semana de trabalho) era transformado em Stata pela responsável. 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 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).

11.2 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 tinha sua particularidade em relação à construção do banco de dados. Por exemplo, os bancos da espirometria e do DXA eram originalmente em formato Access (*.mdb), enquanto o BOD POD e o Photonic scanner tinham seus dados originalmente armazenados como formato texto (*.txt). Portanto, scripts diferentes (em formato .do, 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 números 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

11.3 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 ao 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 os codificava, sendo estes corrigidos por um aluno responsável (doutorando ou mestrado *Wellcome*).

Duas pessoas realizavam a dupla digitação dos dados no programa EpiData 3.1. A cada 1.000 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.

12. 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 em razão de 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 de 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 a colaboração de profissionais que trabalhavam na pesquisa como: oftalmologista, odontólogo, clínica médica, endocrinologista, nutricionista e bióloga.

13. PERCENTUAIS DE LOCALIZAÇÃO, PERDAS E RECUSAS

Das 5.249 crianças nascidas vivas em 1993, 163 foram detectadas como óbitos (até abril de 2012). Dentre os 5.086 restantes, 4.563 foram localizados durante o acompanhamento, sendo que destes, 4.106 foram entrevistados e 4.130 realizaram, no mínimo, um procedimento na C93. 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 e foi realizado contato telefônico com a grande parcela destes jovens. Por motivo deste contato, foi possível que 87 adolescentes fossem até à clínica da C93 para responder os questionários e realizar os exames corporais. Foram feitas, também, 49 entrevistas telefônicas e os jovens, apesar de terem sido convidados a comparecer à clínica da C93 para realizar os exames corporais, não compareceram em sua maioria.

Dos adolescentes localizados aos 18 anos de idade, 127 (2,3%) recusaram-se a participar do estudo e 330 (7,2%, sendo que 196 eram de Pelotas) foram considerados perdas. Mesmo após várias tentativas para que participassem, eles não compareceram à C93.



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



ESTUDO PAMELA

RELATÓRIO DE TRABALHO DE CAMPO

**Pelotas, RS – Brasil
2014–2015–2016**

1. INTRODUÇÃO

Devido à importância e necessidade de estudos experimentais metodologicamente bem delineados que possibilitem um melhor entendimento do impacto da atividade física durante a gestação sobre diversos desfechos da saúde materna e infantil, o estudo PAMELA foi realizado.

O estudo PAMELA (*Physical Activity for Mothers Enrolled in Longitudinal Analysis*) trata-se de um ensaio controlado randomizado aninhado a um estudo de coorte, a Coorte de Nascimentos de 2015 de Pelotas. O mesmo teve como objetivo principal avaliar o efeito da prática de exercício físico durante o período gestacional sobre a saúde da mãe e do bebê.

Esse estudo está registrado no *ClinicalTrials.gov* sob o identificador NCT02148965 e intitulado “*Effects of exercise during pregnancy on maternal and child health: a randomized clinical trial (PAMELA)*”. O protocolo do estudo encontra-se publicado (Domingues MR, Bassani DG, da Silva SG, Coll CV, da Silva BG, Hallal PC. Physical activity during pregnancy and maternal-child health (PAMELA): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2015; 24;16:227).

O presente documento descreve detalhes metodológicos desse ensaio controlado randomizado realizado com gestantes residentes na cidade de Pelotas, com parto previsto para o ano de 2015, pertencentes à Coorte de Nascimentos de 2015.

2. PLANEJAMENTO

O planejamento do estudo PAMELA iniciou em novembro de 2013 durante as reuniões de planejamento da Coorte de 2015. Nessas reuniões, juntamente com os coordenadores da Coorte de 2015, a logística do estudo foi discutida e elaborada.

Como parte do planejamento a equipe de trabalho do estudo e as funções de todos os integrantes foram definidas. Foi realizado também

treinamento do estudo com os profissionais de Educação Física que iriam ministrar o programa de intervenção no dia 21 de agosto de 2014. Esse treinamento teve duração de 4 horas e constou de palestra sobre a prática de exercício físico durante a gestação, apresentação da rotina da intervenção e das fichas de treino.

Ainda, a profissional responsável pelas avaliações clínicas passou por treinamento para o teste de função pulmonar duas semanas antes das primeiras avaliações. Esse treinamento ocorreu no ambulatório da Universidade Católica de Pelotas (UCPEL) com a aplicação de testes nas gestantes que estavam aguardando consulta e aceitaram realizar o teste. Após, foi realizada também como treinamento a aplicação de testes em voluntários do Centro de Pesquisas Epidemiológicas. Houve também processo de padronização das medidas de peso, altura e perímetro do braço uma semana antes das primeiras avaliações. Foram dois dias de padronização e treinamento ministrado por uma antropometrista experiente em voluntários do Centro de Pesquisas Epidemiológicas.

O trabalho de campo do estudo PAMELA teve seu início em 18 de agosto de 2014 com a realização das primeiras ligações telefônicas de convite, o primeiro dia de avaliações foi dia 08 de setembro de 2014 e o programa de intervenção iniciou em 15 de setembro de 2014.

Ao longo do estudo, a equipe de trabalho realizou reuniões periódicas para discutir o andamento do estudo. As reuniões eram realizadas no Centro de Pesquisas Epidemiológicas da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

3. AMOSTRA

3.1 Seleção da amostra

3.1.1 Participantes da Coorte de Nascimentos de 2015 de Pelotas

Para seleção da amostra da Coorte de Nascimentos de 2015, todos os locais de possível afluência das gestantes foram contatados e visitados diariamente a partir de abril de 2014 a fim de identificar as gestantes residentes em Pelotas e no bairro Jardim América com previsão de parto

para o ano de 2015 (1º de janeiro a 31 de dezembro). Como locais de captação foram incluídos laboratórios de análises clínicas, clínicas de ultrassonografia, policlínicas, unidades básicas de saúde, ambulatórios de hospitais e universidades e consultórios médicos privados. As gestantes captadas foram convidadas para participação da Coorte de Nascimentos de 2015. Aquelas que aceitassem participar realizavam a primeira entrevistada do acompanhamento pré-natal da Coorte de 2015. Ao final dessa entrevista, a entrevistadora entregava um folheto de divulgação e fornecia uma breve explicação sobre o Estudo PAMELA (Anexo 1).

Durante o acompanhamento pré-natal da Coorte de 2015 foram realizadas duas entrevistas com as gestante captadas no início da gestação, uma quando a gestante estava com no máximo 16 semanas de gestação (chamada de contato inicial) e a outra quando estiver com aproximadamente 20 semanas de gestação (entre as semanas 16 e 24 de gestação) (chamada de janela). Quando a gestante era captada com mais de 16 semanas de gestação, era realizada apenas uma entrevista (chamada de completa), que contemplava as perguntas da primeira e segunda entrevista.

A partir dos bancos de dados das entrevistas de contato inicial e completa eram selecionadas as gestantes que não possuíam os critérios de exclusão para o estudo PAMELA. Esses bancos de dados foram recebidos ao longo de todo o estudo, de acordo com a captação da Coorte de 2015. Em média, uma vez por semana a equipe do pré-natal da Coorte de 2015 enviava um banco para a equipe do PAMELA.

As gestantes sem os critérios de exclusão do estudo e que, segundo dados do banco estavam com pelo menos 13 semanas e no máximo 19 semanas de gestação recebiam uma ligação telefônica padronizada da equipe do PAMELA. Nessa ligação, através de pergunta, era confirmada a idade gestacional e, se a gestante estivesse com menos de 20 semanas, era explicado com detalhes o que era o estudo PAMELA, ela era informada sobre a possibilidade de ser sorteada para participar do grupo intervenção e do grupo controle e era realizado o convite para participação voluntária no estudo. Aquelas que aceitavam participar já realizavam nessa mesma ligação o agendamento das primeiras avaliações do estudo.

3.1.2 Amostra intencional

Como não foi possível atingir o número de gestantes planejado apenas com base no recrutamento do acompanhamento pré-natal da Coorte de Nascimentos de 2015, 41 mulheres foram selecionadas de forma intencional para que o número mínimo de participantes previsto no cálculo amostral fosse atingido. Para tal seleção, foram utilizados anúncios no Facebook, rádio e televisão locais. O mesmo procedimento para checagem dos critérios de exclusão das gestantes e convite foi aplicado para essa amostra.

3.2 Critérios de exclusão

Durante a seleção da amostra, dentre as gestantes pertencentes à Coorte de 2015 de Pelotas, foram excluídas do estudo PAMELA as gestantes que conforme os dados da entrevista do pré-natal apresentavam pelo menos uma das seguintes condições: hipertensão, diabetes, histórico de parto prematuro, aborto de repetição, doença cardíaca, gravidez múltipla, sangramento persistente, menores de 18 anos de idade, índice de massa corporal (IMC) acima de 35 kg/m², alguma incapacidade física que impedisse a prática de atividade física, ativas no lazer (realizavam 150 minutos ou mais de atividade física por semana), fumantes pesadas (fumavam acima de 20 cigarros por dia), mulheres que tivessem feito fertilização *in vitro* na gestação atual, idade gestacional maior que 20 semanas e mulheres residentes no bairro Jardim América.

3.3 Cálculo de tamanho de amostra

O cálculo amostral foi realizado com base nos dados de coortes anteriores da cidade de Pelotas e, considerando a crescente prevalência da prematuridade e o possível efeito da prática do exercício físico, utilizou-se uma estimativa de partos prematuros em 18%. O cálculo amostral foi realizado de forma a se ter um tamanho de amostra suficiente capaz de identificar, com poder de 80%, uma diferença de pelo menos 11% na ocorrência de parto prematuro entre o grupo intervenção e controle, com nível de significância de 5% (bicaudal). Foi utilizado para o cálculo o desfecho

de prematuridade por tratar-se do desfecho principal do estudo PAMELA. A partir disso, chegou-se a um total de 638 mulheres a serem incluídas no estudo, sendo que os grupos deveriam ser divididos em 213 gestantes no grupo intervenção e 426 gestantes no grupo controle.

3.4 Randomização

As gestantes selecionadas que aceitaram participar do PAMELA foram randomizadas, após realização das primeiras avaliações, em dois grupos: grupo intervenção e grupo controle. A randomização foi realizada prioritariamente em blocos de nove gestantes. Os sorteios foram sempre realizados em *software* de computador e em cada bloco de nove eram alocadas aleatoriamente seis gestantes para o grupo controle e três gestantes para o grupo intervenção. No entanto, em algumas semanas nas quais o número de gestantes realizando a primeira avaliação foi inferior a nove, foram realizados blocos de 3 (sendo uma gestante para o grupo intervenção e 2 para o grupo controle) ou blocos de 6 (2 gestantes para o grupo intervenção e 4 para o grupo controle), conforme demanda.

Assim que um bloco de gestantes era randomizado, essas recebiam uma ligação telefônica padronizada informando o grupo que pertenciam. Aquelas randomizadas para o grupo controle, durante essa ligação, eram orientadas sobre sua participação no estudo, a seguirem suas atividades normalmente e eram comunicadas que um segundo contato logo seria realizado pela equipe do PAMELA para agendar as próximas avaliações. Àquelas randomizadas para o grupo intervenção, durante essa ligação, eram orientadas sobre sua participação no programa de exercícios do estudo e eram acertados os horários das três sessões de treinamento por semana.

4. AVALIAÇÕES

As avaliações do estudo foram realizadas em todas as gestantes, independentemente do grupo ao qual faziam parte. As avaliações foram realizadas três vezes ao longo do estudo, totalizando três sessões de avaliação.

Antes de iniciarem as primeiras avaliações era realizada a leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 2). A primeira avaliação era realizada antes da randomização e as gestantes deveriam estar entre 15 e 20 semanas de gestação. A segunda avaliação era realizada oito semanas após a primeira avaliação, sendo que as gestantes deveriam estar entre 24 e 28 semanas de gestação. Por fim, a terceira e última avaliação ocorria oito semanas após a segunda e as gestantes deveriam estar entre 32 e 36 semanas de gestação. O critério utilizado para estabelecer a semana gestacional das gestantes do estudo PAMELA foi baseado no autorrelato de idade gestacional durante a ligação de convite.

As avaliações ocorreram na Clínica do Centro de Pesquisas em Saúde da UFPEL e foram realizadas durante todo estudo pelas mesmas profissionais. Apenas em casos de impossibilidade de deslocamento por parte da gestante, por motivo de repouso absoluto, as avaliações eram realizadas no domicílio da mesma. Os agendamentos das avaliações eram realizados pelo telefone pela auxiliar de pesquisa.

4.1 Medidas Clínicas

4.1.1 Peso

A medida de peso corporal foi realizada em todas as gestantes nas três sessões de avaliação do estudo. Era solicitado que as gestantes retirassem, além dos calçados, as peças de roupa mais pesadas, como casacos e blusões. Para tal medida foi utilizada uma balança digital da marca Tanita modelo UM080 com precisão de 100 gramas.

4.1.2 Altura

A medida de altura foi realizada apenas na primeira avaliação com a gestante em pé, sem os calçados. Foi utilizado um estadiômetro de alumínio, com precisão de 1 milímetro, desenvolvido pelo Centro de Pesquisas Epidemiológicas da UFPEL.

4.1.3 Perímetro do braço

A medida do perímetro do braço foi realizada nas três sessões de avaliação no braço esquerdo, despido, com a gestante sentada. Para marcar o ponto a ser medido, o cotovelo deveria estar flexionado formando um ângulo de 90° com a palma da mão voltada para cima. O ponto era marcado com caneta e consistia no ponto médio da distância entre o acrômio e o olecrano.

Para a tomada da medida, o braço deveria estar caído ao longo do corpo e a fita métrica era passada em volta do mesmo em cima do ponto marcado. Após a leitura da fita métrica era anotada então a medida de perímetro do braço em centímetros com precisão de 0,1 centímetros. Para essa medida foi utilizada uma fita métrica de alumínio da marca Cescorf.

4.1.4 Função pulmonar

A aferição da função pulmonar ocorreu nas três sessões de avaliação. Foi utilizado um espirômetro portátil modelo *PiKo-1* da marca nSpire (nSpire Health, Inc., CO, USA) e coletadas medidas de volume expiratório forçado no primeiro segundo e de pico de fluxo expiratório. Essa avaliação foi realizada com as gestantes em pé, segurando o espirômetro na horizontal com a mão direita. As gestantes eram então orientadas a aproximar o equipamento da boca e, após o sinal sonoro emitido pelo mesmo, inalar o máximo de ar possível, colocar o bocal do equipamento na boca e expirar o máximo e mais forte possível durante pelo menos 1,5 segundos. Foram realizados no mínimo três sopros e no máximo seis sopros na tentativa de obter, pelo menos, três medidas válidas.

O espirômetro utilizado emitia um sinal sonoro e visual no mostrador quando o sopro realizado não era considerado válido (identificação de tosse ou qualquer sopro suspeito). As medidas eram visualizadas no mostrador do equipamento. Todas as medidas de todos os sopros realizados por cada gestante foram registradas e para análise foi escolhida a de maior valor dentre aquelas consideradas válidas.

4.1.5 Pressão arterial

A aferição da pressão arterial foi realizada em todas as sessões de avaliação do estudo. Foram realizadas sempre duas medidas com a gestante na posição sentada e em repouso. Foi utilizado um esfigmomanômetro digital da marca Omrom.

4.2 Medidas laboratoriais

4.2.1 Desfechos sanguíneos

As coletas de sangue ocorreram em todas as sessões de avaliação do estudo com as gestantes em jejum de no mínimo 8 horas. Foram analisados: glicose, colesterol total, colesterol HDL, colesterol LDL e triglicerídeos.

4.2.2 Coleta de urina

As coletas de urina foram também realizadas nas três sessões de avaliação do estudo. A coleta de urina era realizada no próprio Centro de Pesquisas, sem a necessidade de ser a primeira urina da manhã. A partir dessa coleta foi analisada a proteinúria.

5. INTERVENÇÃO

5.1 Logística da intervenção

A intervenção do estudo consistiu em um programa de exercícios físicos ministrado por professores de Educação Física, previamente treinados para participar do estudo. O programa de exercícios físicos teve duração de 16 semanas, sendo três sessões por semana com duração de aproximadamente uma hora cada.

Para tal, foram disponibilizados turnos de três horas de segunda a sexta-feira, sendo das 9 às 12 horas, das 14 às 17 horas e das 17 às 20 horas. Aos sábados era disponibilizado apenas o turno das 9 às 12 horas. Com o intuito de oferecer uma supervisão individualizada, cada turno contava com a presença de dois professores e, no máximo, seis gestantes por

horário. O local da intervenção foi a academia da Escola Superior de Educação Física da UFPEL, cujo ambiente era climatizado e equipado com máquinas de treinamento de força, esteiras, bicicletas, halteres, caneleiras, bandas elásticas e bolas suíças.

Para estimular a adesão à intervenção as gestantes recebiam uma calça de suplex, uma camiseta do projeto e um par de tênis. Além disso, era oferecido transporte porta a porta de ida e volta para a academia. Em caso de não comparecimento na sessão, a gestante era contatada através de ligação telefônica com o objetivo de remarcar a sessão perdida ainda naquela semana. Em caso de impossibilidade de remarcação na semana em questão era contabilizada a ausência da participante. Os professores preenchiam diariamente o registro de controle de frequência e o mesmo era recolhido semanalmente por algum doutorando.

Aquelas que após as 16 semanas e realização da avaliação final do estudo demonstravam interesse em continuar realizando os exercícios podiam seguir frequentando o programa até o momento que desejassem.

O número de gestantes ingressantes na intervenção a cada semana variou conforme a captação das gestantes pela equipe da Coorte de 2015 e agendamento da primeira avaliação do estudo. O período total em que a intervenção ocorreu foi de 15 de setembro de 2014 a 13 de julho de 2016.

5.2 Programa de exercícios

O programa de exercícios foi elaborado por professores de Educação Física que eram também pesquisadores do estudo (coordenador e doutorandos). O protocolo da intervenção foi elaborado de acordo com uma periodização progressiva dividida em três ciclos de treinamento (Tabela 1).

Tabela 1. Periodização do programa de exercícios do Estudo PAMELA.

Semanas da intervenção	Aquecimento	Exercício aeróbio	Treinamento de força/Exercícios de solo	Alongamento final
1 a 4 – Ciclo 1	5'	15'	35' (3 x 12 reps)	5'
5 a 10 – Ciclo 2	5'	20'	30' (3 x 10 reps)	5'
11 a 16 – Ciclo 3	5'	25'	25' (3 x 8 reps)	5'

O exercício aeróbio consistia em pedalada em bicicleta ergométrica ou caminhada na esteira. Os professores foram orientados a variar esses exercícios de acordo com disponibilidade desses equipamentos, priorizando quando possível a utilização da esteira. O treinamento de força consistia em exercícios padronizados para os principais grupos musculares realizados em máquinas, com pesos livres e bandas elásticas. Já os exercícios de solo consistiam em alguns exercícios específicos e recomendados para gestantes, pois enfatizavam principalmente o fortalecimento da região pélvica e lombar. Quando uma gestante possuía alguma limitação para realizar determinado exercício, os professores realizavam uma adaptação ou modificação do mesmo.

Para controle de intensidade durante o treinamento foi utilizada a percepção subjetiva de esforço na faixa de 12 a 14 da Escala de Percepção de Esforço de Borg de 6 a 20.

As fichas de treinamento com os exercícios prescritos, conforme semanas de treinamento, estão no Anexo 3. Além das fichas de treinamento preenchidas individualmente, os professores preenchiam também fichas de controle semanal de frequência. Essas fichas eram recolhidas ao final de toda semana para controle por parte dos doutorandos do estudo.

5.3 Confraternização

No dia 18 de dezembro de 2014 no Centro de Pesquisas Epidemiológicas foi realizada uma confraternização de final de ano entre a equipe de doutorandos, os coordenadores, auxiliares de pesquisa, os

professores e as gestantes do grupo intervenção. Essa confraternização teve como objetivo a socialização entre as gestantes e a apresentação da equipe do estudo.

6. SEGUIMENTO E ADESÃO

Uma vez que o objetivo do estudo era avaliar a eficácia da intervenção, algumas estratégias foram utilizadas para garantir um seguimento com alta adesão. No início do estudo, as participantes foram informadas da importância do seguimento e foram registrados o nome, endereço e número de telefone de duas pessoas próximas a participante que possam informar onde ela poderá ser encontrada.

Para as gestantes do grupo intervenção foi oferecido, conforme já descrito, transporte porta a porta gratuito, realizado por um motorista do estudo, de ida e volta para o local da intervenção. Foi fornecido também um *kit* para a prática de exercícios físicos contendo camiseta do projeto, calça e tênis. Além disso, as participantes do grupo intervenção que não comparecessem a uma das sessões eram procuradas para esclarecer o motivo da ausência e orientadas, quando possível, a recuperar, naquela mesma semana, a sessão de treinamento perdida.

Ainda, quando as gestantes de ambos os grupos relatavam dificuldade de deslocamento para realizar as avaliações do estudo, era oferecido vale-transporte ou a realização das avaliações em domicílio em caso de repouso ou impossibilidade de deslocamento. Ademais, todas as gestantes recebiam os resultados dos exames de sangue e urina que realizavam para o estudo acompanhados de uma carta de agradecimento em cada uma das três etapas de exames (Anexo 4) e todas receberam também uma camiseta com o logotipo do estudo (inclusive as randomizadas para o grupo controle).

Apesar dos esforços e estratégias para seguimento e adesão na intervenção, houve algumas desistências de participação do programa de exercícios físicos. No entanto, ressalta-se que mesmo as gestantes que, por algum motivo, alegaram não querer ou não poder continuar frequentando as sessões de exercício foram contatadas para realizar as avaliações.

7. CONTROLE DE QUALIDADE

As seguintes estratégias foram adotadas para manter a qualidade do estudo. As estratégias para o controle de qualidade específico da intervenção foram as visitas frequentes à academia pelos doutorandos e pelo coordenador do estudo para observação dos treinamentos, conversa com os professores e gestantes. Além disso, os registros individuais dos treinos permitiram a observação dos mesmos para conferência das progressões, sendo que quando foi verificada falta de progressão, foi realizado contato com os professores responsáveis a fim de entender a situação e solucionar o problema, assegurando a qualidade do treinamento. Ainda, foi realizado registro diário da frequência dos treinos de cada gestante, permitindo saber o número exato de sessões que cada uma frequentou e também a tentativa de remarcação sempre que alguma gestante não comparecia a alguma sessão de treino.

Para manter a qualidade das avaliações realizadas no estudo, as medidas de peso, altura, perímetro do braço e função pulmonar foram realizadas sempre pela mesma avaliadora que passou por treinamento e padronização antes do início do estudo. As coletas de sangue, urina e aferição de pressão arterial foram realizadas por apenas duas profissionais durante todo o estudo. Essas profissionais eram técnicas em laboratório experientes. Além disso, todos os procedimentos pós coleta de sangue e urina foram realizados pelo mesmo laboratório com padrão de qualidade assegurados.

Por fim, ressalta-se que as ligações de convite para participar do estudo (Anexo 5) e para informar o grupo ao qual a gestante havia sido randomizada (Anexo 6) eram todas padronizadas.

8. PROCEDIMENTOS DE RECUSA

Neste estudo podiam acontecer recusas nas ligações de convite, para a realização das avaliações em ambos os grupos e durante a intervenção no grupo experimental. Para as ligações de convite, nenhuma tentativa de reversão de recusa era realizada, uma vez que a participação no estudo era

voluntária e a gestante apenas tornava-se participante do mesmo após a randomização.

Nos outros dois casos, a primeira tentativa de reversão foi sempre realizada por ligação telefônica pela auxiliar de pesquisa do estudo através de reforço dos objetivos do estudo e da importância da participação da gestante. No caso de desistência de participação no programa de intervenção, se esta primeira tentativa não fosse suficiente, o coordenador do estudo ou algum doutorando realizava uma ligação para a gestante. Apenas em casos de desistência devido a recomendações médicas, nenhuma tentativa de reversão era realizada. Todas as recusas ou desistências e os motivos relatados foram registrados.

9. QUESTÕES ÉTICAS

O projeto deste estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Escola Superior de Educação Física da UFPEL e todas as participantes assinaram termo de consentimento livre e esclarecido. Ademais, o estudo, por tratar de um ensaio controlado randomizado, foi registrado no *ClinicalTrials.gov*.

10. EQUIPE DE TRABALHO

10.1 Funções e cargas horárias

O estudo PAMELA foi composto por uma equipe grande, devido a complexidade metodológica e ao elevado número de participantes necessários para esse ensaio controlado randomizado.

Realizavam a coordenação e supervisão do trabalho de campo o professor Dr. Pedro Hallal, como coordenador geral da Coorte de 2015, e o professor Dr. Marlos Domingues, como coordenador do estudo PAMELA. Além desses, uma equipe de doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da UFPEL realizava a supervisão do trabalho de campo e algumas atividades específicas do estudo, como a gerência do banco de

dados, randomização, controle de frequência da intervenção, controle de ligações de convite e controle das avaliações.

Os doutorandos participaram ativamente do estudo por períodos de duração diferentes, devido ao fato de alguns estarem também envolvidos em outros acompanhamentos e estudos da Coorte de 2015. Ao total, participaram em pelo menos uma etapa do estudo PAMELA, seis doutorandos do programa. Da etapa de planejamento até janeiro de 2015, quatro doutorandos participaram ativamente do estudo. De fevereiro de 2015 ao final do estudo, duas doutorandas estiveram ativamente no trabalho de campo.

Ainda, além dos doutorandos, o estudo contou com uma auxiliar de pesquisa contratada, cujas principais atividades eram as ligações de convite, agendamento das avaliações, agendamento e remarcação das sessões de treinamento e organização e controle da rotina dos motorista. A carga horária dessa auxiliar de pesquisa era de segunda-feira a sexta-feira das 8 horas às 12 horas e das 14 horas às 18 horas no Centro de Pesquisas Epidemiológicas, totalizando carga de 40 horas semanais. Havia também uma bolsista de pesquisa que compartilhava algumas atividades da auxiliar de pesquisa e realizava também os orçamentos e compras dos materiais necessários para o estudo.

Para realização das avaliações do estudo haviam sempre duas avaliadoras ao mesmo tempo. Uma delas, bolsista do Centro de Pesquisas Epidemiológicas, foi responsável sempre por receber as gestantes, fazer a leitura do termo de consentimento e realizar as medidas de peso, altura, perímetro do braço e teste de função pulmonar. A outra avaliadora era uma técnica em laboratório contratada que realizava a aferição de pressão arterial e as coletas sanguíneas e de urina. O estudo, ao longo do período, contou com duas técnicas em laboratório, realizando essas coletas de pressão, sangue e urina. Uma delas desempenhou a função de setembro de 2014 a fevereiro de 2015 e a outra de março de 2015 ao final do estudo. A carga horária de trabalho dessas avaliadoras variava conforme demanda de gestantes agendadas. No entanto, elas tiveram disponibilidade de segunda a

sexta-feira das 8 horas às 11 horas e 30 minutos para realização das avaliações durante todo período do estudo.

Para ministrar e orientar o programa de exercícios da intervenção, o estudo contou com a participação de três professoras e um professor de Educação Física contratados durante todo o estudo. Além desses, o estudo contou com uma quinta professora que trabalhou no estudo por dois meses apenas, setembro e outubro de 2014. Com a saída dessa professora, outra que já trabalhava em um dos turnos passou a trabalhar em dois turnos. Os turnos de trabalho dos professores eram de segunda a sexta-feira das 9 horas ao meio-dia (manhã), das 14 às 17 horas (tarde) e das 17 às 20 horas (noite). Aos sábados havia apenas o turno da manhã. Os professores foram então distribuídos de forma que havia sempre dois trabalhando em cada turno, conforme disponibilidade e contrato de cada um. Dessa maneira, um professor cumpria 15 horas por semana, uma cumpria 18 horas por semana, outra teve carga horária de 30 horas por semana e outra de 33 horas semanais. Conforme descrito anteriormente, todos os professores receberam um treinamento específico de 4 horas sobre exercício físico na gestação.

Para realizar o transporte das gestantes do grupo intervenção, uma empresa de transporte foi contratada e dois motoristas (dois carros) realizaram essa atividade para o estudo, trabalhando nos horários das sessões de treinamento (segunda a sexta-feira das 8 às 12 horas e das 14 às 20 horas e sábado das 8 às 12 horas).

Ainda, as análises laboratoriais do estudo foram realizadas por um laboratório contratado, o qual forneceu material de coleta e os laudos dos exames.

10.2 Reuniões

Foram realizadas reuniões periódicas entre coordenadores, auxiliares de pesquisa e professores de Educação Física do PAMELA para discutir questões específicas da intervenção. Foram realizadas também reuniões entre os coordenadores e os doutorandos do estudo para atualização e

discussão sobre o andamento do estudo, algumas dessas com a presença de todas equipes da Coorte de 2015.

Além disso, para facilitar a comunicação diária e discussão de algumas questões relativas a intervenção foi criado um grupo no *Whatsapp* e também uma página no *Facebook* dos coordenadores, doutorandos, auxiliares de pesquisa e professores de Educação Física.

10.3 Rotina semanal

Toda semana a equipe do pré-natal da Coorte de 2015 enviava para o doutorando responsável o banco de dados das entrevistas de contato inicial e completa realizadas na semana anterior, com o número de identificação do questionário e as questões referentes aos critérios de inclusão do estudo PAMELA. O doutorando rodava uma rotina de análises para obter quais as gestantes eram elegíveis para o estudo. O mesmo, então, solicitava os dados de contato dessas gestantes para a equipe do pré-natal da Coorte de 2015. Após o recebimento desses dados, era realizado o preenchimento de uma planilha de elegíveis, atualizada todas as semanas, e as gestantes que estavam com no mínimo 13 semanas de gestação compunham também a planilha semanal de ligações de convite.

A planilha semanal de ligações de convite era enviada para a auxiliar de pesquisa que realizava essas ligações ao longo da semana, anotando as gestantes que aceitavam e as que recusavam o convite para participar do estudo. Para aquelas que aceitavam participar do estudo, era realizado também o agendamento da primeira sessão de avaliações.

Além dos agendamentos da primeira sessão de avaliações, havia também uma planilha com a semana que cada gestante deveria realizar a segunda e terceira sessão de avaliação. Essa planilha era atualizada toda semana por um doutorando, conforme ingresso das gestantes no estudo. As ligações de agendamento de segunda e terceira sessão de avaliações também eram realizadas toda semana pela auxiliar de pesquisa. Quando as gestantes não compareciam as avaliações no dia agendado, eram realizadas também as ligações de remarcação das mesmas.

Ainda sobre a rotina semanal das avaliações, todos os dias da semana o doutorando responsável enviava, por e-mail, a relação de gestantes que estavam agendadas para realizar as coletas no dia seguinte para o laboratório. A cada 15 dias, aproximadamente, o laboratório enviava laudos com os resultados dos exames de sangue e urina. Esses laudos eram impressos e as gestantes eram informadas por telefone pela auxiliar de pesquisa quando o laudo estava pronto e disponível para retirada.

Ao final de toda semana, geralmente na sexta-feira, o doutorando responsável realizava a randomização das gestantes que realizaram a primeira sessão de avaliações naquela semana. Após a realização da randomização, o nome das gestantes randomizadas para cada grupo era repassado para a auxiliar de pesquisa que realizava as ligações para informar as participantes a qual grupo pertenciam. Àquelas randomizadas para o grupo intervenção realizavam também a marcação dos dias e horários das sessões de treino.

Ainda, toda sexta-feira, a auxiliar de pesquisa enviava por e-mail aos motoristas do estudo a planilha com as gestantes, dias, horários e endereço em que deveriam ser buscadas e levadas na semana seguinte. Quando havia alguma alteração ao longo da semana, a comunicação com os motoristas era realizada via telefone. Além da planilha dos motoristas, era enviada, toda sexta-feira, também uma planilha para os professores com as gestantes, dias e horários dos treinos da semana seguinte.

Ademais, nas sextas-feiras um doutorando deslocava-se até a academia para realizar a entrega dos kits de cada gestante (tênis, calça e camiseta) que iria ingressar na próxima semana e recolhia também a planilha de frequência semanal (preenchida pelo professores de sábado a sexta-feira). Durante a semana, um doutorando ficava também responsável por fazer reposição de material necessário na academia, como fichas impressas, álcool, papel higiênico, etc. Além dessas idas especificamente para entrega de material e recolhimento de planilhas, os doutorandos realizavam visitas periódicas para observar a intervenção e conversar com os professores e gestantes.

A comunicação entre os professores, doutorandos e auxiliar de pesquisa era diária via telefone ou internet. Assim que os professores comunicavam a ausência de alguma participante, a auxiliar de pesquisa tentava entrar em contato com a mesma para remarcar a sessão de treino perdida.

ANEXOS

ANEXO 1 – FOLHETO DE DIVULGAÇÃO

ESTUDO PAMELA
ESTUDO PAMELA
PAMELA

PAMELA
Prenatal Activity for Mothers Enrolled in Longitudinal Analyses

Durante a visita pré-natal da Coorte de 2015, você poderá ser convidada a participar do estudo PAMELA.

O objetivo do estudo é medir os benefícios da prática de atividade física na gestação sobre a saúde da mãe e do bebê. A atividade física regular, adequada ao período da gravidez, é benéfica para a saúde e o bem-estar da mulher e do bebê, desde que não haja contraindicação por motivos médicos.

200 gestantes serão sorteadas para participar gratuitamente de um programa de exercícios físicos especialmente elaborado para gestantes. As aulas ocorrem na Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas (ESEF-UFPEL) sob orientação de personal trainers.

Mais informações:
3284-1344 ou 3284-1308
e-mail:
estudopamela2015@gmail.com
Facebook: Coorte 2015

ANEXO 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



Programa de Pós-graduação em Epidemiologia



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Investigador responsável: Prof. Dr. Pedro Curi Hallal

Todas as gestantes com parto previsto para o ano de 2015, residentes na zona urbana do município de Pelotas e bairro Jardim América, estão sendo convidadas a participar do estudo de intervenção **“Efeitos do exercício físico durante a gestação sobre a saúde materno infantil: um ensaio clínico randomizado.”**

Objetivos do projeto: Avaliar a influência da prática de exercício físico durante a gestação sobre aspectos da saúde materna e infantil.

Procedimentos: Após o seu consentimento em participar do estudo, você será selecionada ao acaso (através de sorteio) para participar do grupo intervenção ou do grupo controle. Ambos os grupos farão uma coleta de sangue e urina ao início, meio e final do estudo. Você fará também, durante as coletas, uma avaliação respiratória simples (com base em 3 sopros) com um aparelho portátil, medidas de pressão arterial, peso, estatura, circunferência do braço e responderá um questionário referente à dor nas costas. O grupo intervenção participará de sessões de atividade física orientadas por um profissional formado e treinado para tal finalidade. As sessões de exercício serão realizadas na academia da Escola Superior de Educação Física, três vezes na semana com duração de 60 minutos cada. A intervenção terá a duração mínima de 16 semanas. O transporte até o local da intervenção será realizado por um (a) motorista. Além disso, as mulheres do grupo intervenção receberão um kit contendo uma camiseta, uma calça de suplex e um par de tênis para realizar a sua prática de atividade física. O grupo controle receberá uma camiseta do estudo e será orientado a continuar com suas atividades habituais.

Riscos e desconforto: Este projeto envolve apenas um procedimento invasivo que será a coleta sanguínea realizada em três momentos do estudo (na primeira coleta de linha de base, na metade e ao final do estudo). As coletas serão realizadas em um laboratório por profissionais habilitados e treinados. Uma vez detectado algum problema de saúde, você será avisada e convidada a consultar um profissional de saúde. Poderá haver algum desconforto como cansaço ou dor muscular temporário, devido aos exercícios físicos, para as participantes do grupo intervenção, porém sem envolver danos à saúde.

Participação voluntária: A participação no estudo é voluntária, e você pode deixar de participar a qualquer momento, caso sinta-se prejudicada.

Despesas: Não há nenhum gasto, despesa, nem qualquer outra responsabilidade material.

Confidencialidade: As informações utilizadas no estudo não terão identificação pessoal. Em nenhuma hipótese, informações que permitam a identificação das pessoas serão repassadas a outros. Todos os resultados do estudo serão apresentados de forma agrupada, falando em geral sobre população em estudo, não permitindo a identificação das informações de nenhum participante.

Contato: Programa de Pós-graduação em Epidemiologia
Faculdade de Medicina
Universidade Federal de Pelotas
Telefone: 32841300
Pesquisador responsável: Prof. Pedro Curi Hallal

Nome Completo: _____

Assinatura: _____

ANEXO 3 – FICHAS DO PROGRAMA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS



ESTUDO PAMELA
Programa de exercícios
Ficha de treino individual



❖ Semanas 1 e 2

Nome: _____

	Semana 1			Semana 2		
Sessão	1	2	3	1	2	3
Data						

A) Aquecimento na esteira ou na bicicleta – 5 min: Intensidade leve (8-10 Borg).

B) Parte principal

1. AERÓBIO

Exercício	Duração	Intensidade	E ou B		
Caminhada na esteira (E) ou pedalada na bicicleta ergométrica (B)	15 min	Moderada (12-14 Borg)	1	2	3
			1	2	3

2. TREINAMENTO DE FORÇA – 30 min

Exercícios	Séries	Repetições	Intervalo	Carga
Supino vertical na máquina	3	12	30 s	
Remada baixa na máquina	3	12	30 s	
Elevação frontal com flexão de cotovelo com peso livre	3	12	30 s	
Extensão de joelho na máquina	3	12	30 s	
Flexão de joelho em pé com caneleira	3	12	30 s	
Adução de quadril na máquina	3	12	30 s	

3. EXERCÍCIOS ESPECIAIS PARA GESTAÇÃO – 5 min

Exercícios	Séries	Repetições/Duração	Intervalo
“Contrações Kegel”	3	5 repetições	15 s
“Pelvic tilts” na bola	1	3 s em cada posição	-

C) Alongamentos – 5 min



Observações: _____

❖ **Semanas 3 e 4**

Nome: _____

	Semana 3			Semana 4		
Sessão	1	2	3	1	2	3
Data						

A) Aquecimento na esteira ou na bicicleta – 5 min: Intensidade leve (8-10 Borg).

B) Parte principal

1. AERÓBIO

Exercício	Duração	Intensidade	E ou B		
Caminhada na esteira (E) ou pedalada na bicicleta ergométrica (B)	15 min	Moderada (12-14 Borg)	1	2	3
			1	2	3

2. TREINAMENTO DE FORÇA – 25 min

Exercícios	Séries	Repetições	Intervalo	Carga
Supino vertical na máquina	3	12	30 s	
Remada baixa na máquina	3	12	30 s	
Elevação frontal com flexão de cotovelo com peso livre	3	12	30 s	
Extensão de joelho na máquina	3	12	30 s	
Flexão de joelho em pé com caneleira	3	12	30 s	
Adução de quadril na máquina	3	12	30 s	

3. EXERCÍCIOS ESPECIAIS PARA GESTAÇÃO – 10 min

Exercícios	Séries	Repetições/Duração	Intervalo
“Contrações Kegel”	3	5 repetições	15 s
“Pelvic tilts” na bola	2	3 s em cada posição	-
“Avião” alternando braço e perna	2	5 s em cada posição	-

C) Alongamentos – 5 min



Observações: _____

❖ **Semanas 5, 6 e 7**

Nome: _____

	Semana 5			Semana 6			Semana 7		
Sessão	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Data									

A) Aquecimento na esteira ou na bicicleta – 5 min: Intensidade leve (8-10 Borg).

B) Parte principal

1. AERÓBIO

Exercício	Duração	Intensidade	E ou B		
Caminhada na esteira (E) ou pedalada na bicicleta ergométrica (B)	20 min	Moderada (12-14 Borg)	1	2	3
			1	2	3
			1	2	3

2. TREINAMENTO DE FORÇA – 18 min

Exercícios	Séries	Repetições	Intervalo	Carga
Crucifixo no banco inclinado com peso livre	3	10	30 s	
Elevação frontal com cotovelos estendidos	3	10	30 s	
Extensão horizontal de ombros com banda elástica (cross)	3	10	30 s	
Extensão de joelho na máquina	3	10	30 s	
Flexão de joelho em pé com caneleira	3	10	30 s	

3. EXERCÍCIOS ESPECIAIS PARA GESTAÇÃO – 12 min

Exercícios	Séries	Repetições/Duração	Intervalo
Agachamento com bola na parede	3	10 repetições	30 s
Abdução quadril com banda elástica (solo)	3	10 repetições	30 s
Adução quadril com bola (solo)	2	10 repetições: 5 s cada	30 s
“Contrações Kegel”	3	8 repetições	15 s
“Avião” alternando braço e perna	2	8 s em casa posição	-

C) Alongamentos – 5 min



Observações: _____

❖ **Semanas 8, 9 e 10**

Nome: _____

	Semana 8			Semana 9			Semana 10		
Sessão	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Data									

A) Aquecimento na esteira ou na bicicleta – 5 min: Intensidade leve (8-10 Borg).

B) Parte principal

1. AERÓBIO

Exercício	Duração	Intensidade	E ou B		
Caminhada na esteira (E) ou pedalada na bicicleta ergométrica (B)	20 min	Moderada (12-14 Borg)	1	2	3
			1	2	3
			1	2	3

2. TREINAMENTO DE FORÇA – 18 min

Exercícios	Séries	Repetições	Intervalo	Carga
Supino no banco inclinado com peso livre	3	10	30 s	
Elevação lateral	3	10	30 s	
“Serrote” com peso livre	3	10	30 s	
“Stiff” com os pés afastados	3	10	30 s	
Extensão de joelho unilateral na máquina	3	10	30 s	

3. EXERCÍCIOS ESPECIAIS PARA GESTAÇÃO – 12 min

Exercícios	Séries	Repetições/Duração	Intervalo
Agachamento com bola na parede + flexão de cotovelo com peso livre	3	10 repetições	30 s
Abdução quadril com banda elástica (solo)	3	10 repetições	30 s
Adução quadril com bola (solo)	2	10 repetições: 5 s cada	30 s
“Contrações Kegel”	3	8 repetições	15 s
“Avião” alternando braço e perna	2	8 s em casa posição	-

C) Alongamentos – 5 min



Observações: _____

❖ **Semanas 11, 12 e 13**

Nome: _____

	Semana 11			Semana 12			Semana 13		
Sessão	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Data									

A) Aquecimento na esteira ou na bicicleta – 5 min: Intensidade leve (8-10 Borg).

B) Parte principal

1. AERÓBIO

Exercício	Duração	Intensidade	E ou B		
Caminhada na esteira (E) ou pedalada na bicicleta ergométrica (B)	25 min	Moderada (12-14 Borg)	1	2	3
			1	2	3
			1	2	3

2. TREINAMENTO DE FORÇA – 17 min

Exercícios	Séries	Repetições	Intervalo	Carga
Meio desenvolvimento na máquina	3	8	30 s	
“Serrote” com peso livre	3	8	30 s	
Extensão de joelho na máquina (bilateral)	3	8	30 s	
“Stiff” com os pés afastados	3	8	30 s	
Adução de quadril em pé com banda elástica	3	8	30 s	
Abdução de quadril em pé com banda elástica	3	8	30 s	

3. EXERCÍCIOS ESPECIAIS PARA GESTAÇÃO – 8 min

Exercícios	Séries	Repetições/Duração	Intervalo
Agachamento com bola na parede + flexão de cotovelo com peso livre	3	8 repetições	30 s
Rotação espinal	1	10 repetições	-
“Contrações Kegel”	3	10 repetições	15 s
“Avião” alternando braço e perna	3	8 s em casa posição	-

C) Alongamentos – 5 min



Observações: _____

❖ **Semanas 14, 15 e 16**

Nome: _____

	Semana 14			Semana 15			Semana 16		
Sessão	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Data									

A) Aquecimento na esteira ou na bicicleta – 5 min: Intensidade leve (8-10 Borg).

B) Parte principal

1. AERÓBIO

Exercício	Duração	Intensidade	E ou B		
Caminhada na esteira (E) ou pedalada na bicicleta ergométrica (B)	25 min	Moderada (12-14 Borg)	1	2	3
			1	2	3
			1	2	3

2. TREINAMENTO DE FORÇA – 17 min

Exercícios	Séries	Repetições	Intervalo	Carga
Meio desenvolvimento na máquina	3	8	30 s	
Extensão horizontal de ombros com banda elástica (cross)	3	8	30 s	
Extensão de joelho na máquina (bilateral)	3	8	30 s	
“Stiff” com os pés afastados	3	8	30 s	
Adução de quadril em pé com banda elástica	3	8	30 s	
Abdução de quadril em pé com banda elástica	3	8	30 s	

3. EXERCÍCIOS ESPECIAIS PARA GESTAÇÃO – 8 min

Exercícios	Séries	Repetições/Duração	Intervalo
Passada segurando halteres	3	8 repetições	30 s
Rotação espinal	2	8 repetições	30 s
“Contrações Kegel”	3	10 repetições	15 s
“Avião” alternando braço e perna	3	8 s em casa posição	-

C) Alongamentos – 5 min



Observações: _____

ANEXO 4 – CARTAS QUE ACOMPANHAVAM O RESULTADO DOS EXAMES

CARTA DO PRIMEIRO EXAME



ESTUDO PAMELA

ESTUDO PAMELA

ESTUDO PAMELA

Olá, mamãe!

A equipe do PAMELA quer transmitir a você nosso **MUITO OBRIGADO** por aceitar o convite para participar da pesquisa, compartilhando um dos momentos mais especiais do universo feminino com o nosso grupo de estudo.

Além do nosso agradecimento, queremos também lhe dar um retorno. Junto a esta carta, você vai encontrar os resultados dos primeiros exames realizados para a pesquisa. Está programada nova realização desses exames em mais duas oportunidades: entre 24-28 semanas e entre 32-36 semanas de gestação.

Na presença de alguma alteração nos resultados dos exames, aconselhamos que você procure um médico ou um serviço de saúde para realizar uma avaliação mais detalhada.

Lembre-se de manter o pré-natal sempre em dia!
Para qualquer outro esclarecimento, por favor, entre em contato conosco.
Até breve!

**Abraços,
Equipe do Estudo PAMELA**

Telefones: (53) 3284-1344 ou (53) 3284-1308
E-mail: estudopamela2015@gmail.com
Facebook: Coorte 2015
Centro de Pesquisas Epidemiológicas da Universidade Federal de Pelotas
Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da UFPel
Rua Marechal Deodoro, n° 1160, 3° piso



CARTA DO SEGUNDO EXAME



ESTUDO PAMELA

PAMELA



Olá, mamãe!

Com a tua colaboração, estamos avançando com sucesso na realização do estudo PAMELA.

Ao final, os resultados irão ajudar a ampliar o conhecimento sobre os benefícios da prática de atividade física na gestação, com potencial para beneficiar milhares de mães e bebês a longo prazo. Por isso, reforçamos o agradecimento: Muito Obrigada!

Novamente, queremos lhe dar um retorno. Com esta carta, enviamos os resultados da segunda etapa de exames realizados para o estudo. A terceira e última etapa está programada para o período entre 32-36 semanas de gestação. Esperamos por você!

Em caso de alguma alteração nos resultados dos exames, aconselhamos que você procure um médico ou um serviço de saúde para fazer uma avaliação mais detalhada.

Lembre-se de manter o pré-natal em dia!
Qualquer dúvida, por favor, entre em contato conosco!
Até breve!

**Abraços,
Equipe do Estudo PAMELA**

Telefones: (53) 3284-1344 ou (53) 3284-1308
E-mail: estudopamela2015@gmail.com
Facebook: Coorte 2015
Centro de Pesquisas Epidemiológicas da Universidade Federal de Pelotas
Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da UFPel
Rua Marechal Deodoro, n° 1160, 3° piso



CARTA DO TERCEIRO EXAME



ESTUDO PAMELA

Olá, mamãe!

Ao participar de todas as etapas do PAMELA, você contribuiu de forma decisiva para que o estudo possa cumprir o objetivo final: identificar os benefícios da prática de atividade física durante a gestação para a saúde e o bem-estar da mãe e do bebê. As descobertas da pesquisa poderão beneficiar milhares de gestantes e recém-nascidos a longo prazo.

Mais uma vez, **"MUITO OBRIGADA!"**

Junto a esta carta, enviamos a você os resultados dos exames da terceira e última fase do estudo.

Em caso de alguma alteração nos resultados dos exames, aconselhamos que você procure um médico ou um serviço de saúde para uma avaliação mais detalhada.

Desta vez, nosso agradecimento tem um caráter especial. Pelo período da gestação em que ocorre, a realização dos exames finais do PAMELA indica que, em breve, você estará vivenciando a experiência de nascimento do bebê.

Desejamos o melhor parto possível, com **TODA SAÚDE** para você e seu filho.

Qualquer dúvida, por favor, entre em contato conosco.

Abraços,
Equipe do Estudo PAMELA

Telefones: (53) 3284-1344 ou (53) 3284-1308
E-mail: estudopanela2015@gmail.com
Facebook: Coorte 2015
Centro de Pesquisas Epidemiológicas da Universidade Federal de Pelotas
Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da UFPel
Rua Marechal Deodoro, nº 1160, 3º piso



ANEXO 5 – TEXTO E ROTEIRO DA LIGAÇÃO DE CONVITE

Bom dia/Boa tarde <nome>,

Meu nome é <nome>, sou da equipe de trabalho da Coorte de Nascimentos de 2015, da Universidade Federal de Pelotas. Tudo bom? Está tudo bem com a sua gestação? **[Se sim, prosseguir...]**

Com quantas semanas de gestação a Sra. está agora?

No início da gestação, a Sra. foi entrevistada pela nossa equipe e talvez tenha recebido um folheto com informações sobre um projeto de atividade física durante a gestação, chamado PAMELA. Estou ligando para falar sobre esse projeto.

Podes falar um pouquinho comigo agora?

O estudo PAMELA tem como objetivo avaliar os benefícios do exercício realizado durante a gestação sobre a sua saúde e a do seu bebê. Para isso, estamos selecionando aproximadamente 600 gestantes da coorte de nascimentos de 2015. O estudo é formado por 2 grupos, um de 200 e outro de 400 mulheres. O grupo menor, escolhido por sorteio vai participar de um programa de atividade física orientado por *personal trainers* na academia da universidade.

Esse programa terá a duração mínima de 4 meses e as gestantes sorteadas para o grupo exercício terão que assumir o compromisso de ir à academia 3 vezes na semana para fazer a aula que terá duração de 1 hora. Para isso, será oferecido transporte gratuito para o local e roupas adequadas para a prática.

Esse programa de exercícios não irá oferecer nenhum risco à sua gestação, não trará nenhum gasto para a Sra. e será realizado na academia da Escola de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas.

O outro grupo do estudo, que é o grupo maior, composto por 400 gestantes, será acompanhado por exames, recebendo 3 exames de sangue e urina gratuitos durante a gestação e seguirá sendo acompanhado normalmente pela coorte.

Como está tudo bem com a sua gestação e a senhora não possui problemas que impeçam a prática de atividade física, nós estamos entrando em contato para avisar que a Sra. foi selecionada para este projeto, podendo ser sorteada para o grupo pequeno que fará exercício ou para o outro grupo que será acompanhado por exames.

Você aceitaria participar deste estudo, mesmo sem saber se você será sorteada para o grupo que vai participar do programa de exercícios ou para o outro grupo (que será acompanhado por exames)?

[Se não aceitar]:

Obrigada pela sua atenção.

[Se aceitar]:

Antes de fazer o sorteio, precisamos agendar os primeiros exames. Você teria como vir ao CPE para a realização desses exames? Serão realizados exames de sangue (que precisa de jejum de 8h), urina (não é a primeira urina da manhã), medida de pressão, peso e altura, além de fazer um teste de função pulmonar (um teste simples de soprar num aparelho). Como você virá em jejum, ao final dos exames nós lhe daremos um suco.

[Ver a disponibilidade da gestante, reforçar a necessidade do jejum, agendar os exames e perguntar se precisa de atestado. Finalizar a ligação lembrando o dia e horário do exame e o jejum de 8h.]

Muito obrigada pela atenção.

ANEXO 6 – TEXTO E ROTEIRO DA LIGAÇÃO DA RANDOMIZAÇÃO

PARA AS RANDOMIZADAS PARA O GRUPO INTERVENÇÃO:

Bom dia/Boa tarde <nome>,

Aqui é a <nome> do estudo PAMELA. Estamos entrando em contato para informar que você foi sorteada para o grupo que fará os exercícios. Lembrando que você participará de um programa de exercícios físicos gratuitos e terá o compromisso de fazer 3 aulas por semana com a duração de 1h durante 4 meses. Essas aulas serão ministradas por personal trainers na faculdade de Educação Física (ESEF) da UFPel. Você terá um motorista disponível para o deslocamento da sua casa até a faculdade e da faculdade até a sua casa. Podemos confirmar o motorista?

[Se sim] Em qual endereço você gostaria que o motorista te buscasse?

Nós estamos dando uma camiseta, uma calça e um calçado adequados para praticar exercício. Qual o tamanho que você gostaria da camiseta (P, M, G ou GG)? E da calça (P, M, G ou GG)? E que número você calça?

Gostaríamos de verificar a sua disponibilidade e marcar os dias e horários das suas aulas. Quais dias e horários ficariam bons para você?

[Antes de desligar a ligação, reafirmar os dias e horários marcados das aulas e dizer qual será o primeiro dia de aula dela.]

Obrigada pela atenção. Te esperamos na aula!

PARA AS RANDOMIZADAS PARA O GRUPO CONTROLE:

Bom dia/Boa tarde <nome>,

Aqui é a <nome> do estudo PAMELA. Estamos entrando em contato para informar que você não foi sorteada para o grupo que fará exercício e seguirá com a sua rotina habitual. Portanto, você faz parte do grupo de aproximadamente 400 gestantes do estudo PAMELA e fará mais dois exames gratuitos no Centro de Pesquisas Epidemiológicas. Além disso, você ainda seguirá sendo normalmente acompanhada pela Coorte de Nascimento de 2015.

Futuramente entraremos em contato para agendar os próximos dois exames que fazem parte deste estudo. Na sua próxima vinda ao Centro de Pesquisas para a realização dos exames, você ganhará a camiseta do nosso projeto. Qualquer dúvida que você tenha, entre em contato com a gente, ok? O telefone é: 32841344.

Muito obrigada pela sua atenção.

Artigos

Artigo 1

Physical activity in early adolescence and pulmonary function gain from 15 to 18 years of age in a birth cohort in Brazil

Publicado no periódico *Journal of Physical Activity and Health*

Physical Activity in Early Adolescence and Pulmonary Function Gain From 15 to 18 Years of Age in a Birth Cohort in Brazil

Bruna Gonçalves Cordeiro da Silva, Fernando César Wehrmeister, Philip H. Quanjer, Rogelio Pérez-Padilla, Helen Gonçalves, Bernardo Lessa Horta, Pedro Curi Hallal, Fernando Barros, and Ana Maria Baptista Menezes

Background: The aim of this study was to evaluate the association between physical activity from 11 to 15 years of age and pulmonary function (PF) gain from 15 to 18 years of age among adolescents in a birth cohort in Brazil. **Methods:** Longitudinal analysis of the individuals participating in the 1993 Pelotas Birth Cohort Study. Physical activity was assessed by self-report at ages 11 and 15, spirometry was performed at ages 15 and 18 ($n = 3571$). Outcome variables assessed were gains in forced expiratory volume in 1 second (FEV_1), forced vital capacity (FVC) and peak expiratory flow (PEF). Crude and adjusted linear regressions, stratified by sex, and mediation analyses were performed. **Results:** Boys who were active (leisure-time and total physical activity) at ages 11 and 15 had higher gains in FEV_1 , FVC, and PEF than those who were inactive. Vigorous-intensity physical activity in boys was also associated with FEV_1 and FVC gains. Mediation analyses showed that height at age 18 accounted for 5% to 75% of the association between physical activity and PF gains. No significant associations were found among girls. **Conclusions:** Physical activity in early adolescence is associated with gains in PF by the end of adolescence in boys.

Keywords: respiratory health, health, adolescent, epidemiology

The negative association between physical activity and many noncommunicable diseases has been widely researched.^{1,2} Furthermore physical activity has also been shown to have negative associations with all-cause mortality.³ Nevertheless, physical activity levels remain below recommended levels both in adults and in adolescents worldwide, including rapidly developing countries such as Brazil.^{4,5} A population-based study carried out in a representative sample of Brazilian households observed that only 16.1% of individuals in the age range of 14 to 24 years were physically active during leisure time.⁵

Studies on physical activity and pulmonary function (PF) are scarce. However, reduced PF has been shown to increase the risk not only to respiratory disorders, but also for all-cause, cancer, respiratory, and cardiovascular mortality.^{6,7} Moreover, reduced PF during childhood is associated with increased mortality risk in adulthood.⁸ Most studies assessing the effect of physical activity on PF have been conducted only in specific subpopulations such as smokers, individuals with asthma, or individuals with COPD,⁹⁻¹¹ or only investigated the association between physical activity and PF decline in adults.^{12,13} Few studies on this subject have been conducted in adolescents.¹⁴⁻¹⁶ Therefore, the relationship between physical activity and PF in adolescence remains understudied.

Furthermore, to date there have been no population based longitudinal studies evaluating the relationship between physical

activity in early adolescence and PF in late adolescence. Thus, we evaluated the association between physical activity from 11 to 15 years of age and PF gain from 15 to 18 years of age in a population based sample of adolescents from southern Brazil.

Methods

Study Design and Participants

In 1993, the mothers of all hospital-born children living in the urban area of Pelotas were invited to participate in the 1993 Pelotas Birth Cohort Study. Of the 5265 live births occurring in Pelotas in 1993, 5249 mothers (99.7%) agreed to participate. Mothers were interviewed in the hospital soon after delivery by trained interviewers on demographic, socioeconomic, and behavioral factors. Follow-up visits were conducted in 2004, 2008, and 2011 when the children had reached the mean ages of 11, 15, and 18 years, respectively. At each follow-up the adolescents were interviewed for behavioral and health factors. Furthermore, at the 2008 and 2011 visits, spirometry was performed on all participants. All visits of the 1993 Pelotas Birth Cohort Study were approved by the Ethics Committee of the Medical School of the Federal University of Pelotas. At each visit participants signed a written informed consent. If participants were younger than 18 years of age, the consent form was signed by a parent or guardian. Further details on the study methodology are published elsewhere.^{17,18}

Exposure and Outcome Variables

The same spirometry protocol was performed when the participants were 15 and 18 years old. All procedures were carried out with the subjects sitting with their backs straight while wearing a nose-clip. The spirometry was carried out by a trained technician and under the supervision of an expert researcher. At least 3 acceptable

da Silva, Wehrmeister, Gonçalves, Horta, Hallal, and Menezes are with the Postgraduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil. Quanjer is with the Dept of Paediatrics–Pulmonary Diseases, Erasmus Medical Centre, Erasmus University, Rotterdam, The Netherlands. Pérez-Padilla is with the Institute of Respiratory Diseases, Mexico City, Mexico. Barros is with the Postgraduate Program in Health and Behavior, Catholic University of Pelotas, Pelotas, Brazil. da Silva (brugs@hotmail.com) is corresponding author.

spirometry maneuvers were obtained of each participant and the best maneuver was used. A battery-operated portable spirometer (Easy-One; NDD Medical Technologies, Chelmsford MA, USA and Zurich, Switzerland) was used. Those who had undergone abdominal, eye, or thoracic surgery or had any hospital admissions in the previous 3 months or those with heart disease were excluded from spirometry. In addition, those who were undergoing tuberculosis treatment or who were pregnant or thought to be pregnant were also excluded. A total of 3571 individuals participated in a full analysis at the 2008 and 2011 visits respectively. The criteria of the American Thoracic Society (ATS) and European Respiratory Society (ERS) were applied to maintain the quality standard of the spirometry curves.¹⁹ In both follow-up visits, approximately 90% of the procedures met the acceptability and reproducibility criteria proposed. Spirometry was performed pre and postbronchodilator at both ages, although only prebronchodilator tests were used in the current study.

Gains in PF were assessed through gains in FEV₁ (forced expiratory volume in 1 second), FVC (forced vital capacity), and PEF (peak expiratory flow), calculated as the difference between these parameters at 15 and 18 years of age. Gains in PF were expressed as z-scores, which were generated from the standardized residuals of the study sample at 15 and 18 years old separately, taking into account sex, skin color, and height. These equations were chosen since none of the equations available in the literature were adequate for our sample.^{20,21}

During the 2004 and 2008 visits, when the participants were on average 11 and 15 years old respectively, physical activity was self-reported through questionnaires regarding the duration and weekly frequency of leisure-time and commuting physical activity. The questionnaire included a list of activities constructed on a pilot study identifying the most frequent activities practiced at each age. Individuals achieving 300 minutes or more of weekly physical activity were classified as active while those not reaching this

threshold were classified as inactive.²² This classification was used for leisure-time and total physical activity (leisure and commuting). Self-reported physical activity was also classified as moderate or vigorous in intensity based on the Compendium of Physical Activity.²³ For moderate- and vigorous-intensity physical activity, cut-off points of 150 minutes and 75 minutes per week respectively were used to classify individuals as active or inactive. Active periods between ages 11 and 15 were divided in 3 categories: never active, active at one age, and always active.

Statistical Analysis

All analyses were conducted using Stata 12.0 (StataCorp, College Station, TX, USA). Crude and adjusted linear regression analyses were performed to assess the association between physical activity at ages 11 and 15 and PF gains from ages 15 to 18. Multivariate models were adjusted for skin color (self-reported) as marker of ethnicity, pubic hair development at age 15 (according to the Tanner scale), self-reported wheezing in the previous 12 months at age 15, and self-reported smoking at age 15 (one or more cigarettes in the previous month). In addition, models were adjusted for maternal self-reporting of family income at birth, maternal schooling, maternal smoking during pregnancy, mother's height at birth as well as weight at birth of the neonate, participant body mass index (BMI) at ages 11 and 15 and participant height at age 15 years. Mediation analyses were performed for statistically significant associations in the adjusted model using G-computation to verify the proportion of the association between physical activity and PF captured by height at age 18 years. This was done by estimating the natural direct effects (NDE) and natural indirect effects (NIE) of physical activity on PF gain. Mediation analyses were adjusted for the same confounding factors used in the regression analyses and as well as BMI at age 18 years as post confounding variable according to the analytical model (Figure 1). Given the significant

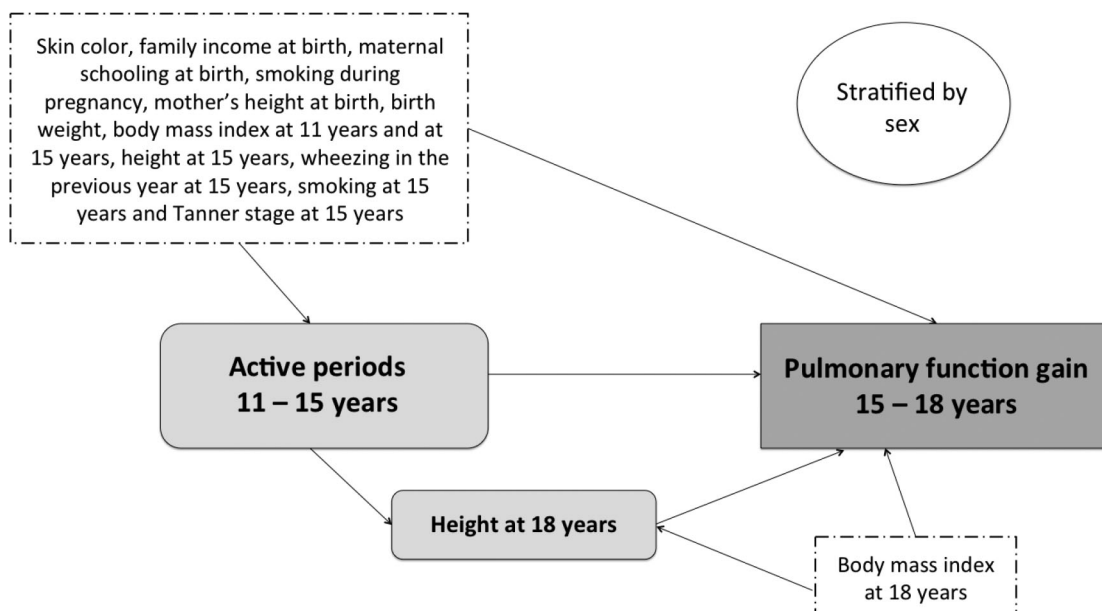


Figure 1 — Mediation analysis model.

interactions between physical activity and sex in predicting gains in PF all analyses were stratified by sex.

Results

At ages 11, 15, and 18, 87.5%, 85.7%, and 81.3% of the original birth cohort were followed up, respectively. Table 1 describes anthropometric characteristics, physical activity changes from 11 to 15 years of age, and PF at 15 and 18 years of age. In general, boys had higher levels of physical activity than did girls. In both periods, boys were about 4 times more active than girls with regard to leisure-time physical activity and 2.5 times more active with regard to total physical activity. Slightly less than half of boys (44%) engaged in vigorous-intensity physical activity at ages 11 and 15. Conversely, the majority of girls (71.6%) were inactive at both ages. Overall, there was a higher participation by girls in moderate-intensity as compared with vigorous-intensity physical activity than boys at both ages. With regard to overall PF parameters, at both ages, boys had higher mean FEV₁, FVC, and PEF values, as well as higher mean absolute PF gains than did girls.

Leisure-time physical activity was associated with higher gains in FEV₁, FVC, and PEF between the ages of 15 and 18 years among boys in both crude and adjusted analyses (Table 2). In the adjusted analyses, only those boys who were classified as active in leisure-time physical activity at both ages showed higher gains in all 3 PF parameters compared with those who were classified as inactive. Total and vigorous-intensity physical activity were also significantly associated with PF gains and boys who were classified as always active showed significantly higher gains than those classified as never active, aside from the association between vigorous-intensity physical activity and PEF gain, which was not significant. Furthermore, no significant association was found between moderate-intensity physical activity and overall PF gain. In practical terms, boys who were classified as always active in leisure-time physical activity had increases of 13%, 8.6%, and 20% in FEV₁, FVC, and PEF, respectively, compared with the average increase for all boys from this cohort, even after adjusting for confounding factors. For total physical activity, boys classified as always active showed an increase of 10.1%, 6.7%, and 14.8% in FEV₁, FVC, and PEF, respectively, compared with the average PF gain for boys from this cohort. Regarding vigorous-intensity physical activity, always-active boys had 10% increase in FEV₁ and 6.6% increase in FVC compared with the average increase for the sample (data not shown). For girls, no significant association was found between active periods from 11 to 15 years of age and PF gain between the ages of 15 to 18 (Table 3).

Mediation analyses showed that with regard to boys, height at age 18 was responsible for between 25.9% and 41.3% of the association between leisure-time physical activity and PF gain (Figure 2) and between 58.3% and 74.8% of the association between vigorous-intensity physical activity and PF gain (Figure 3). Moreover, height at 18 years was also responsible for between 5% and 36.3% of the association between total physical activity and PF gain (Figure 4).

Discussion

The results of this prospective longitudinal analysis demonstrated consistent associations between physical activity between the ages of 11 to 15 and gains in FEV₁, FVC, and PEF between the ages of 15 to 18 in adolescent boys from a large cohort in southern Brazil. Even after adjusting for several confounding factors and including

height as a mediator of the association, leisure-time, total, and vigorous-intensity physical activity was significantly associated with PF gain. However, no such results were found for girls in the same cohort.

Previous studies in adults assessing the relationship between physical activity and PF have reported positive associations.^{12,13} The data in children and adolescents, however, remains conflicting. Some cross-sectional studies conducted found no evidence of an association between physical activity and PF,^{15,24} but a Norwegian study conducted in 9- and 10-year-old children reported that girls who were more active had higher FEV₁ and FVC values.²⁵ In addition, a longitudinal assessment of individuals between the ages of 13 and 27 in the Netherlands reported associations between physical activity and FVC, but an inverse association with PEF.¹⁴ Furthermore, a recent study from Chinese that followed participants from ages 9 to 11 years reported that active girls had higher PF values and higher PF growth rates than those who were inactive.²⁶ Similarly, a prior study of the 1993 Pelotas Birth Cohort found that, compared with inactive girls at ages 11 and 15, those who were active at both ages had larger FVC and FEV₆ values at age 15 years.¹⁶ A possible explanation for the contradictory findings in the literature may be the result of the differing ages at which PF was evaluated as well as the variations between the cross-sectional or longitudinal study designs. Unlike previous studies, in the current study significant associations between early adolescent physical activity and later adolescent PF gains were found only in boys. This may be due to the notion that unlike girls, boys experience rapid growth between the ages of 15 and 18.²⁷ This is evidenced by the height gain in boys between the second and third follow-up which was much more significant than that of the girls (data not shown), whose gain usually takes place at earlier ages.²⁷ As a result, girls would be less likely to have gains in PF after age 15 years. It is possible that if PF data were collected for girls in early adolescence significant associations may have been found.

The results of our study noted a dose-response relationship between early adolescent physical activity in boys and later adolescent gains in PF. It was also observed that boys who were only active at age 11 had greater PF gains than those who were never active at either age, even after adjusting for confounding factors (Figure 5). Conversely, boys who were only active at age 15 did not have increased gains in PF compared with those who were never active at either age. These results highlight the importance of physical activity in early adolescence to maximize later PF gains. Moreover, these results highlight the importance of maintaining physical activity during adolescence given that boys who remained active at both periods had larger PF gains at the end of adolescence.

In general, the present results were stronger for leisure-time and vigorous-intensity physical activity (except for PEF gain). These results were expected since leisure-time physical activity is more intense and, similarly to vigorous-intensity physical activity, it is usually practiced in a more regular and standardized way.^{28,29} In addition, the fact that no associations were found for moderate-intensity physical activity suggests the importance of physical activity intensity in obtaining benefits for PF.

Concerning the clinical meaning of the regression coefficients, it was observed that always-active boys showed greater PF gains compared with the overall average for boys. The values ranged from 6.6% to 20% over the average PF gain. These findings point to a possible clinical significance of physical activity during adolescence and PF gain.

Regarding the biological plausibility of this association, although the mechanisms through which physical activity would

Table 1 Description of Anthropometric Characteristics, Physical Activity Changes (Ages 11–15 Years), and Pulmonary Function Parameters at Ages 15 and 18 Years, by Sex

Variable	Male	Female
Height at 15 years, cm (Mean [SD])	167.16 (8.05)	159.22 (6.30)
Height at 18 years, cm (Mean [SD])	173.77 (6.95)	161.05 (6.41)
Body mass index at 11 years, kg/cm ² (Mean [SD])	18.56 (3.54)	18.56 (3.60)
Body mass index at 15 years, kg/cm ² (Mean [SD])	21.36 (3.99)	21.58 (3.94)
Body mass index at 18 years, kg/cm ² (Mean [SD])	23.37 (4.24)	23.52 (4.76)
Active periods in leisure-time PA (N [%])		
Never active	548 (27.1)	1210 (57.7)
Active once	896 (44.2)	729 (34.8)
Always active	580 (28.7)	157 (7.5)
Active periods in total PA (N [%])		
Never active	375 (18.7)	908 (43.5)
Active once	839 (41.7)	844 (40.4)
Always active	797 (39.6)	335 (16.1)
Active periods in moderate-intensity PA (N [%])		
Never active	674 (33.3)	507 (24.2)
Active once	887 (43.9)	880 (42.1)
Always active	462 (22.8)	705 (33.7)
Active periods in vigorous-intensity PA (N [%])		
Never active	362 (17.9)	1499 (71.6)
Active once	770 (38.1)	518 (24.8)
Always active	889 (44.0)	76 (3.6)
Active once in leisure-time PA (N [%])		
Only active at 11 years	385 (19.0)	413 (19.7)
Only active at 15 years	511 (25.3)	316 (15.1)
Active once in total PA (N [%])		
Only active at 11 years	378 (18.8)	467 (22.4)
Only active at 15 years	461 (22.9)	377 (18.1)
Active once in moderate-intensity PA (N [%])		
Only active at 11 years	526 (26.0)	508 (24.3)
Only active at 15 years	361 (17.8)	372 (17.8)
Active once in vigorous-intensity PA (N [%])		
Only active at 11 years	376 (18.6)	334 (16.0)
Only active at 15 years	394 (19.5)	184 (8.8)
FEV ₁ at 15 years, L (Mean [SD])	3.46 (0.66)	2.93 (0.44)
FVC at 15 years, L (Mean [SD])	4.01 (0.76)	3.30 (0.51)
PEF at 15 years, L/s (Mean [SD])	7.47 (1.45)	6.61 (1.04)
FEV ₁ at 18 years, L (Mean [SD])	4.12 (0.62)	3.04 (0.45)
FVC at 18 years, L (Mean [SD])	4.80 (0.71)	3.50 (0.51)
PEF at 18 years, L/s (Mean [SD])	8.76 (1.54)	6.47 (1.17)
FEV ₁ gain, L (15–18 years) (Mean [SD])	0.64 (0.47)	0.10 (0.25)
FVC gain, L (15–18 years) (Mean [SD])	0.78 (0.46)	0.19 (0.29)
PEF gain, L/s (15–18 years) (Mean [SD])	1.29 (1.28)	-0.11 (0.89)

Abbreviations: PA, physical activity; FEV₁, forced expiratory volume in 1 second; FVC, forced vital capacity; PEF, peak expiratory flow.

Table 2 Crude and Adjusted Analyses of Active Periods From Ages 11 to 15 Years and Pulmonary Function Gain (z-Score Values) From Ages 15 to 18 Years in Male Subjects

Variable	Crude		Adjusted*	
	Mean	β (95% CI)	Mean	β (95% CI)
FEV ₁ gain (z-score)				
Leisure-time PA				
		<i>P</i> = .001		<i>P</i> = .002
Never active	-0.115	Ref	-0.092	Ref
Active once	-0.003	0.112 (0.014, 0.210)	0.003	0.095 (-0.009, 0.199)
Always active	0.075	0.190 (0.083, 0.297)	0.085	0.177 (0.063, 0.290)
Total PA				
		<i>P</i> = .004		<i>P</i> = .018
Never active	-0.102	Ref	-0.077	Ref
Active once	-0.032	0.070 (-0.043, 0.182)	-0.020	0.057 (-0.062, 0.175)
Always active	0.056	0.158 (0.044, 0.271)	0.060	0.137 (0.017, 0.258)
Moderate-intensity PA				
		<i>P</i> = .322		<i>P</i> = .301
Never active	-0.029	Ref	-0.027	Ref
Active once	-0.016	0.013 (-0.079, 0.105)	0.005	0.031 (-0.067, 0.130)
Always active	0.027	0.057 (-0.052, 0.165)	0.034	0.061 (-0.055, 0.176)
Vigorous-intensity PA				
		<i>P</i> = .006		<i>P</i> = .025
Never active	-0.111	Ref	-0.090	Ref
Active once	-0.028	0.083 (-0.033, 0.199)	-0.010	0.080 (-0.043, 0.204)
Always active	0.043	0.154 (0.042, 0.267)	0.046	0.136 (0.016, 0.257)
FVC gain (z-score)				
Leisure-time PA				
		<i>P</i> < .001		<i>P</i> = .002
Never active	-0.119	Ref	-0.086	Ref
Active once	-0.018	0.101 (0.020, 0.182)	-0.014	0.072 (-0.011, 0.156)
Always active	0.054	0.172 (0.083, 0.262)	0.059	0.146 (0.054, 0.237)
Total PA				
		<i>P</i> = .001		<i>P</i> = .017
Never active	-0.122	Ref	-0.079	Ref
Active once	-0.032	0.091 (-0.003, 0.184)	-0.027	0.051 (-0.044, 0.147)
Always active	0.032	0.154 (0.060, 0.249)	0.034	0.113 (0.016, 0.210)
Moderate-intensity PA				
		<i>P</i> = .210		<i>P</i> = .237
Never active	-0.050	Ref	-0.050	Ref
Active once	-0.020	0.029 (-0.047, 0.106)	0.009	0.059 (-0.020, 0.138)
Always active	0.008	0.057 (-0.033, 0.147)	0.001	0.051 (-0.042, 0.144)
Vigorous-intensity PA				
		<i>P</i> = .002		<i>P</i> = .012
Never active	-0.090	Ref	-0.077	Ref
Active once	-0.063	0.027 (-0.069, 0.124)	-0.039	0.039 (-0.061, 0.138)
Always active	0.035	0.125 (0.032, 0.219)	0.034	0.112 (0.015, 0.209)
PEF gain (z-score)				
Leisure-time PA				
		<i>P</i> = .002		<i>P</i> = .004
Never active	-0.116	Ref	-0.100	Ref
Active once	0.003	0.120 (0.005, 0.235)	0.013	0.113 (-0.011, 0.237)
Always active	0.081	0.198 (0.072, 0.324)	0.101	0.202 (0.066, 0.338)
Total PA				
		<i>P</i> = .043		<i>P</i> = .041
Never active	-0.096	Ref	-0.087	Ref
Active once	-0.009	0.087 (-0.046, 0.219)	-0.000	0.086 (-0.056, 0.228)
Always active	0.043	0.139 (0.006, 0.272)	0.063	0.149 (0.005, 0.293)
Moderate-intensity PA				
		<i>P</i> = .304		<i>P</i> = .264
Never active	-0.010	Ref	0.002	Ref
Active once	-0.039	-0.030 (-0.137, 0.078)	-0.029	-0.031 (-0.148, 0.086)
Always active	0.067	0.077 (-0.050, 0.204)	0.091	0.089 (-0.049, 0.227)
Vigorous-intensity PA				
		<i>P</i> = .101		<i>P</i> = .191
Never active	-0.049	Ref	-0.029	Ref
Active once	-0.040	0.009 (-0.127, 0.145)	-0.022	0.006 (-0.141, 0.154)
Always active	0.042	0.091 (-0.041, 0.224)	0.050	0.079 (-0.065, 0.223)

Abbreviations: PA, physical activity; FEV₁, forced expiratory volume in 1 second; FVC, forced vital capacity; PEF, peak expiratory flow.

* Adjusted for skin color, family income at birth, maternal schooling at birth, birth weight, smoking during pregnancy, mother's height at birth, body mass index at 11 years, body mass index at 15 years, height at 15 years, wheezing in the previous year at 15 years, smoking at 15 years and Tanner stage at 15 years. *P*-value for linear trend.

Table 3 Crude and Adjusted Analyses of Active Periods From Ages 11 to 15 Years and Pulmonary Function Gain (z-Score Values) From Ages 15 to 18 Years in Female Subjects

Variable	Crude		Adjusted*	
	Mean	β (95%CI)	Mean	β (95%CI)
FEV ₁ gain (z-score)				
Leisure-time PA				
Never active	0.002	Ref	0.001	Ref
Active once	0.008	0.005 (-0.053, 0.064)	-0.005	-0.006 (-0.064, 0.053)
Always active	0.027	0.025 (-0.081, 0.132)	0.031	0.030 (-0.079, 0.138)
Total PA				
Never active	-0.024	Ref	-0.020	Ref
Active once	0.039	0.063 (0.003, 0.123)	0.025	0.044 (-0.016, 0.105)
Always active	0.003	0.027 (-0.052, 0.107)	-0.002	0.018 (-0.063, 0.098)
Moderate-intensity PA				
Never active	0.008	Ref	-0.003	Ref
Active once	0.012	0.004 (-0.065, 0.074)	0.013	0.016 (-0.055, 0.086)
Always active	-0.005	-0.013 (-0.086, 0.060)	-0.013	-0.010 (-0.084, 0.064)
Vigorous-intensity PA				
Never active	-0.004	Ref	-0.007	Ref
Active once	0.043	0.047 (-0.017, 0.110)	0.035	0.042 (-0.022, 0.107)
Always active	-0.087	-0.084 (-0.237, 0.070)	-0.109	-0.102 (-0.258, 0.054)
FVC gain (z-score)				
Leisure-time PA				
Never active	-0.002	Ref	-0.008	Ref
Active once	0.015	0.017 (-0.041, 0.075)	0.007	0.015 (-0.045, 0.075)
Always active	-0.048	-0.046 (-0.152, 0.060)	-0.062	-0.054 (-0.164, 0.056)
Total PA				
Never active	-0.012	Ref	-0.014	Ref
Active once	0.019	0.030 (-0.029, 0.090)	0.006	0.020 (-0.041, 0.082)
Always active	-0.016	-0.005 (-0.084, 0.075)	-0.019	-0.005 (-0.087, 0.077)
Moderate-intensity PA				
Never active	0.023	Ref	0.008	Ref
Active once	-0.000	-0.023 (-0.093, 0.046)	-0.004	-0.012 (-0.084, 0.060)
Always active	-0.014	-0.036 (-0.109, 0.036)	-0.020	-0.028 (-0.103, 0.047)
Vigorous-intensity PA				
Never active	0.006	Ref	-0.000	Ref
Active once	-0.005	-0.012 (-0.075, 0.052)	-0.013	-0.013 (-0.079, 0.052)
Always active	-0.087	-0.094 (-0.246, 0.059)	-0.101	-0.101 (-0.259, 0.057)
PEF gain (z-score)				
Leisure-time PA				
Never active	0.030	Ref	0.039	Ref
Active once	0.010	-0.020 (-0.097, 0.056)	-0.017	-0.056 (-0.135, 0.024)
Always active	0.006	-0.024 (-0.164, 0.115)	-0.025	-0.064 (-0.210, 0.083)
Total PA				
Never active	0.017	Ref	0.032	Ref
Active once	0.026	0.009 (-0.069, 0.087)	0.005	-0.027 (-0.109, 0.054)
Always active	0.026	0.009 (-0.096, 0.113)	0.000	-0.032 (-0.141, 0.077)
Moderate-intensity PA				
Never active	0.055	Ref	0.043	Ref
Active once	0.008	-0.048 (-0.139, 0.044)	0.009	-0.033 (-0.129, 0.062)
Always active	0.018	-0.037 (-0.133, 0.058)	0.004	-0.039 (-0.139, 0.061)
Vigorous-intensity PA				
Never active	0.033	Ref	0.034	Ref
Active once	0.000	-0.032 (-0.116, 0.051)	-0.031	-0.065 (-0.152, 0.022)
Always active	-0.048	-0.081 (-0.282, 0.120)	-0.088	-0.122 (-0.332, 0.088)

Abbreviations: PA, physical activity; FEV₁, forced expiratory volume in 1 second; FVC, forced vital capacity; PEF, peak expiratory flow.

* Adjusted for skin color, family income at birth, maternal schooling at birth, birth weight, smoking during pregnancy, mother's height at birth, body mass index at 11 years, body mass index at 15 years, height at 15 years, wheezing in the previous year at 15 years, smoking at 15 years and Tanner stage at 15 years. *P*-value for linear trend.

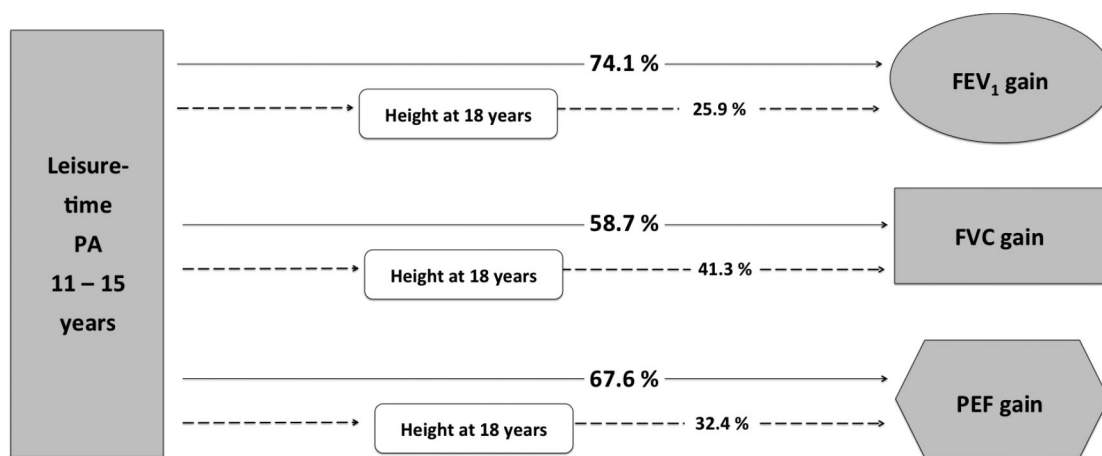


Figure 2 — Direct effect of leisure-time physical activity (active periods from 11 to 15 years) and effect mediated by height at 18 years in the gain of FEV₁ (forced expiratory volume in 1 second), FVC (forced vital capacity), and PEF (peak expiratory flow) in male subjects.

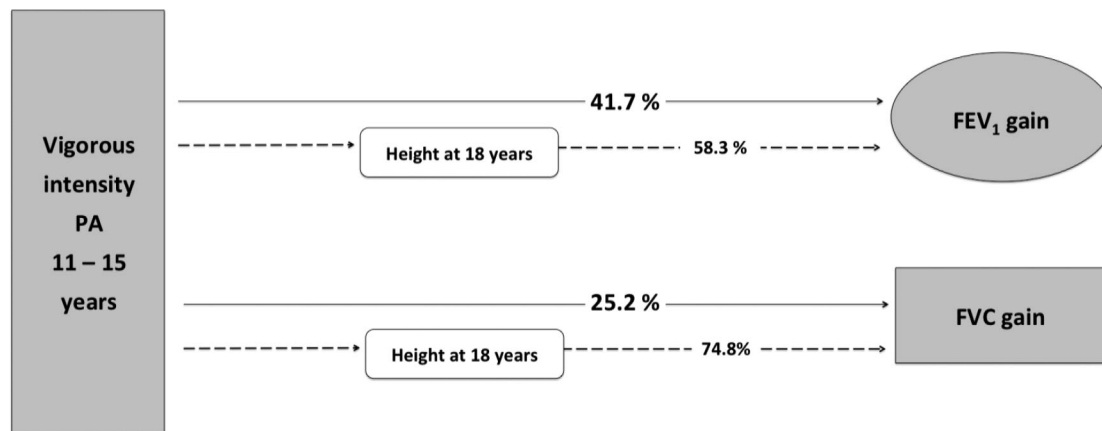


Figure 3 — Direct effect of vigorous-intensity physical activity (active periods from 11 to 15 years) and effect mediated by height at 18 years in the gain of FEV₁ (forced expiratory volume in 1 second) and FVC (forced vital capacity) in male subjects.

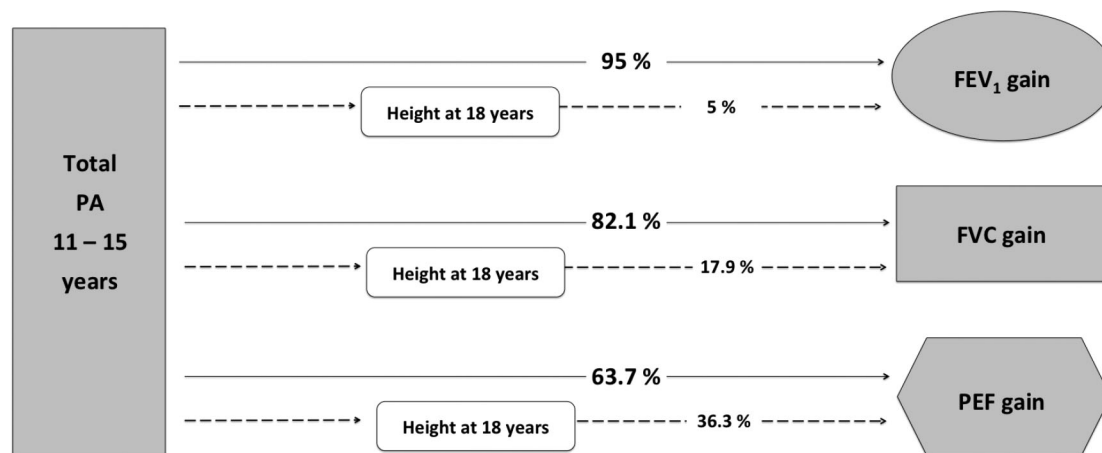


Figure 4 — Direct effect of total physical activity (active periods from 11 to 15 years) and effect mediated by height at 18 years in the gain of FEV₁ (forced expiratory volume in 1 second), FVC (forced vital capacity), and PEF (peak expiratory flow) in male subjects.

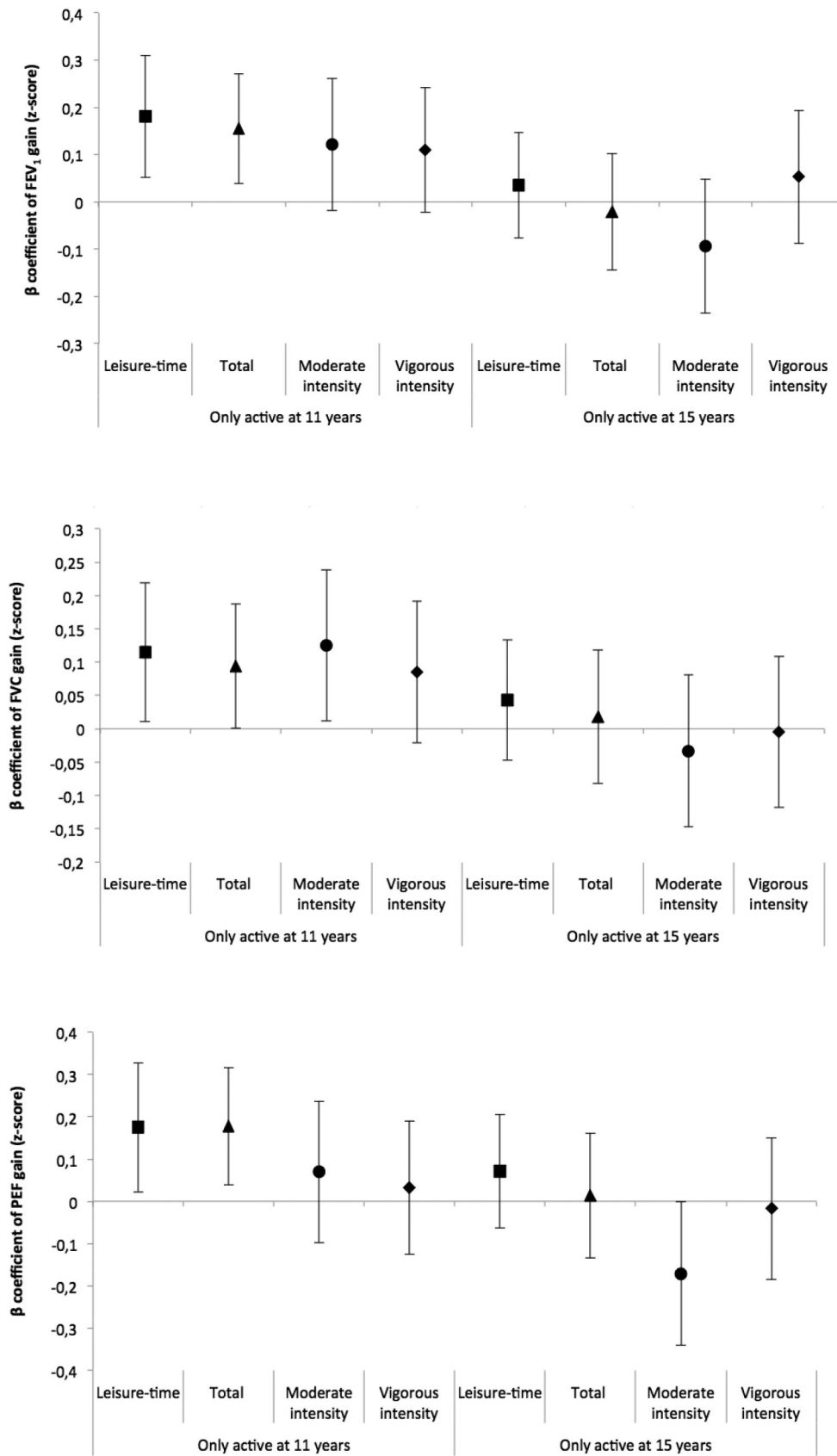


Figure 5 — Adjusted analyses (coefficients and 95% CI) of the association between only active at age 11 and only at age 15 years and FEV₁ (forced expiratory volume in 1 second), FVC (forced vital capacity), and PEF (peak expiratory flow) gains, compared with inactive at ages 11 and 15 years, in male subjects.

improve PF are still controversial, the association may be explained by genetic, environmental, and behavioral factors as reported by Eisenmann and colleagues.¹⁵ One of the explanations deals with the fact that physical activity induces greater respiratory maneuvers and may increase the amplitude of thoracic cage movement, thus leading to greater ventilatory capacity.³⁰ Furthermore, it can be argued that PF is associated with physical activity because airway development in early childhood depends on regular expansions of the lungs, which are only attained through exercise.³¹

Our study has several strengths. Primarily, it is a large population-based sample with high rates of retention and follow-up, which minimize the likelihood of selection bias. Furthermore, the longitudinal design of the study allows for the assessment of temporality between the associations of early adolescent physical activity and later adolescent gains in PF. Regarding the spirometric tests data at ages 15 and 18 years, approximately 90% of the procedures reached the international quality criteria proposed.¹⁹ Lastly, the study is one of the first of its kind to be conducted in a middle-income country.

However, some limitations must also be taken into account. One such limitation is the lack of PF measures in early adolescence. Moreover, the study relied on self-reported physical activity data, which may lead to a certain level of misclassification or bias. Nevertheless, objective measures also present limitations and questionnaires used to assess physical activity are widely used as a common measure of physical activity in population-based studies.^{32,33} Another possible limitation might be the lack of adjustment for asthma diagnosis or asthma severity in the analysis. This is due to the notion that a higher proportion of asthmatic adolescents in the never-active group could have confounded the results. To control for this, we have adjusted all analyses for wheezing in the past 12 months as a proxy for asthma.

In conclusion, this longitudinal study assessing the association between physical activity and PF gain in adolescents from Brazil noted a positive association between the level of leisure-time and vigorous-intensity physical activity in early adolescence and lung growth in later adolescence in boys that exists over and above the effects of an increase in stature. These findings underscore the positive effects of regular physical activity during growth period on lung development.

Acknowledgments

The 1993 Pelotas Birth Cohort Study is currently supported by the Wellcome Trust through the program entitled Major Awards for Latin America on Health Consequences of Population Change (Grant: 086974/Z/08/Z). The European Union, National Support Program for Centers of Excellence (PRONEX), the Brazilian National Research Council (CNPq), and the Brazilian Ministry of Health supported previous phases of the study. BGCS received financial support from CNPq and CAPES Foundation. None of the funding organizations of this study influenced the study design, data collection, data analysis, data interpretation, or writing of the manuscript.

References

1. WHO. *Global Health Risks: Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risks*. Geneva: World Health Organization; 2009.
2. Cesa CC, Sbruzzi G, Ribeiro RA, et al. Physical activity and cardiovascular risk factors in children: meta-analysis of randomized clinical trials. *Prev Med*. 2014;69:54–62. [PubMed doi:10.1016/j.ypmed.2014.08.014](#)
3. Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*. 2012;380:219–229. [PubMed doi:10.1016/S0140-6736\(12\)61031-9](#)
4. Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet*. 2012;380:247–257. [PubMed doi:10.1016/S0140-6736\(12\)60646-1](#)
5. Knuth AG, Malta DC, Dumith SC, et al. Practice of physical activity and sedentarism among Brazilians: results of the National Household Sample Survey-2008. *Cien Saude Colet*. 2011;16:3697–3705. [PubMed doi:10.1590/S1413-81232011001000007](#)
6. Knuiman MW, James AL, Divitini ML, Ryan G, Bartholomew HC, Musk AW. Lung function, respiratory symptoms, and mortality: results from the Busselton Health Study. *Ann Epidemiol*. 1999;9:297–306. [PubMed doi:10.1016/S1047-2797\(98\)00066-0](#)
7. Menezes AM, Pérez-Padilla R, Wehrmeister FC, et al. FEV₁ is a better predictor of mortality than FVC: the PLATINO Cohort Study. *PLoS One*. 2014;9:e109732. [PubMed doi:10.1371/journal.pone.0109732](#)
8. Mészáros D, Dharmage SC, Matheson MC, et al. Poor lung function and tonsillectomy in childhood are associated with mortality from age 18 to 44. *Respir Med*. 2010;104:808–815. [PubMed doi:10.1016/j.rmed.2009.12.001](#)
9. Holmen TL, Barrett-Connor E, Clausen J, Holmen J, Bjerner L. Physical exercise, sports, and lung function in smoking versus nonsmoking adolescents. *Eur Respir J*. 2002;19:8–15. [PubMed doi:10.1183/09031936.02.00203502](#)
10. Malkia E, Impivaara O. Intensity of physical activity and respiratory function in subjects with and without bronchial asthma. *Scand J Med Sci Sports*. 1998;8:27–32. [PubMed doi:10.1111/j.1600-0838.1998.tb00225.x](#)
11. Pitta F, Takaki MY, Oliveira NH, et al. Relationship between pulmonary function and physical activity in daily life in patients with COPD. *Respir Med*. 2008;102:1203–1207. [PubMed doi:10.1016/j.rmed.2008.03.004](#)
12. Pelkonen M, Notkola IL, Lakka T, Tukiainen HO, Kivinen P, Nissinen A. Delaying decline in pulmonary function with physical activity: a 25-year follow-up. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;168:494–499. [PubMed doi:10.1164/rccm.200208-954OC](#)
13. Nystad W, Samuelsen SO, Nafstad P, Langhammer A. Association between level of physical activity and lung function among Norwegian men and women: the HUNT study. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2006;10:1399–1405. [PubMed](#)
14. Twisk JW, Staal BJ, Brinkman MN, Kemper HC, van Mechelen W. Tracking of lung function parameters and the longitudinal relationship with lifestyle. *Eur Respir J*. 1998;12:627–634. [PubMed doi:10.1183/09031936.98.12030627](#)
15. Eisenmann JC, Katzmarzyk PT, Thériault G, Song TMK, Malina RM, Bouchard C. Physical activity and pulmonary function in youth: The Québec Family Study. *Pediatr Exerc Sci*. 1999;11:208–217. [doi:10.1123/pes.11.3.208](#)
16. Menezes AM, Wehrmeister FC, Muniz LC, et al. Physical activity and lung function in adolescents: the 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. *J Adolesc Health*. 2012;51:S27–S31. [PubMed doi:10.1016/j.jadohealth.2012.06.023](#)
17. Victora CG, Araujo CL, Menezes AM, et al. Methodological aspects of the 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. *Rev Saude Publica*. 2006;40:39–46. [PubMed doi:10.1590/S0034-89102006000100008](#)

18. 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;43:1082–1088. [PubMed doi:10.1093/ije/dyu077](#)
19. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J.* 2005;26:319–338. [PubMed doi:10.1183/09031936.05.00034805](#)
20. Pereira CAC. Espirometria. *J Pneumol.* 2002;28:S1–S82.
21. Quanjer PH, Stanojevic S, Cole TJ, et al. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3–95-yr age range: the global lung function 2012 equations. *Eur Respir J.* 2012;40:1324–1343. [PubMed doi:10.1183/09031936.00080312](#)
22. WHO. *Global Recommendations on Physical Activity for Health.* Geneva: World Health Organization; 2010.
23. Ridley K, Ainsworth BE, Olds TS. Development of a compendium of energy expenditures for youth. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 2008;5:45. [PubMed doi:10.1186/1479-5868-5-45](#)
24. Trabelsi Y, Paries J, Harrabi I, et al. Factors affecting the development of lung function in Tunisian children. *Am J Hum Biol.* 2008;20:716–725. [PubMed doi:10.1002/ajhb.20804](#)
25. Berntsen S, Wisløff T, Nafstad P, Nystad W. Lung function increases with increasing level of physical activity in school children. *Pediatr Exerc Sci.* 2008;20:402–410. [PubMed doi:10.1123/pes.20.4.402](#)
26. Ji J, Wang SQ, Liu YJ, He QQ. Physical activity and lung function growth in a cohort of Chinese School children: a prospective study. *PLoS One.* 2013;8:e66098. [PubMed doi:10.1371/journal.pone.0066098](#)
27. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ.* 2007;85:660–667. [PubMed doi:10.2471/BLT.07.043497](#)
28. Florindo AA, Guimarães VV, Cesar CL, Barros MB, Alves MC, Goldbaum M. Epidemiology of leisure, transportation, occupational, and household physical activity: prevalence and associated factors. *J Phys Act Health.* 2009;6:625–632. [PubMed doi:10.1123/jpah.6.5.625](#)
29. Samitz G, Egger M, Zwahlen M. Domains of physical activity and all-cause mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. *Int J Epidemiol.* 2011;40:1382–1400. [PubMed doi:10.1093/ije/dyr112](#)
30. Armour J, Donnelly PM, Bye PT. The large lungs of elite swimmers: an increased alveolar number? *Eur Respir J.* 1993;6:237–247. [PubMed doi:10.1183/09031936.0000000000000000](#)
31. Fredberg JJ, Inouye DS, Mijailovich SM, Butler JP. Perturbed equilibrium of myosin binding in airway smooth muscle and its implications in bronchospasm. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;159:959–967. [PubMed doi:10.1164/ajrccm.159.3.9804060](#)
32. Chinapaw MJ, Mookink LB, van Poppel MN, van Mechelen W, Terwee CB. Physical activity questionnaires for youth: a systematic review of measurement properties. *Sports Med.* 2010;40:539–563. [PubMed doi:10.2165/11530770-000000000-00000](#)
33. Warren JM, Ekelund U, Besson H, et al. Assessment of physical activity—a review of methodologies with reference to epidemiological research: a report of the exercise physiology section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2010;17:127–139. [PubMed doi:10.1097/HJR.0b013e32832ed875](#)

Artigo 2

The trajectory of screen-based sedentary behavior time during adolescence and pulmonary function at 18 years of age in a Brazilian birth cohort

Submetido ao periódico *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*

The trajectory of screen-based sedentary behavior time during adolescence and pulmonary function at 18 years of age in a Brazilian birth cohort

Bruna Gonçalves C. da Silva, Ana M. B. Menezes, Fernando C. Wehrmeister, Fernando C. Barros, and Michael Pratt

1. Bruna Gonçalves C. da Silva* – Postgraduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil – brugcs@hotmail.com
2. Ana M. B. Menezes – Postgraduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil – anamene.epi@gmail.com
3. Fernando C. Wehrmeister – Postgraduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil – fcwehrmeister@gmail.com
4. Fernando C. Barros – Postgraduate Program in Health and Behavior, Catholic University of Pelotas, Pelotas, Brazil – fcbarrros.epi@gmail.com
5. Michael Pratt – Institute of Public Health, Department of Family Medicine and Public Health, School of Medicine, University of California, San Diego, CA, USA – mipratt@ucsd.edu

* Corresponding author:

Bruna Gonçalves C. da Silva

Address: Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia – UFPEL

Rua Marechal Deodoro, 1160, Centro, Pelotas, RS, Brazil

Zip Code: 96020-220

Phone number: +5553 32841300

Abstract

Background: Adolescents spend many hours in sitting activities as television viewing, video game playing and computer use. The relationship between sedentary behavior and respiratory health remains poorly elucidated. To date there have been no studies evaluating the relationship between sedentary behavior and pulmonary function in young populations. The purpose of this study is to evaluate the association between the trajectory of screen-based sedentary behavior from 11 to 18 years and pulmonary function at 18 years in a Brazilian birth cohort.

Methods: Data from a longitudinal prospective study conducted among the participants of the 1993 Pelotas (Brazil) Birth Cohort. Time spent on television, video games, and computers during a weekday was self-reported at ages 11, 15 and 18 years. For each age, sedentary behavior was defined as the sum of time spent on these screen-based activities. To evaluate the sedentary behavior trajectory during adolescence, group-based trajectory modeling was used. Outcome variables were three pulmonary function parameters: forced expiratory volume in one second (FEV₁), forced vital capacity (FVC), and peak expiratory flow (PEF), evaluated by spirometry, at 18 years expressed as z-scores. Crude and adjusted linear regressions, stratified by sex, were performed.

Results: 3,382 participants with complete data on sedentary behavior at ages 11, 15 and 18 years and pulmonary function at 18 years of age were analyzed. The three-group trajectory of sedentary behavior was the best fitting model. The trajectory groups were: always high (representing 38.8% of the individuals), always moderate (54.1%), and always low (7.1%). In the adjusted analyses no significant associations were found. There was no difference between always low and always high (reference) sedentary behavior trajectory groups in FEV₁ (boys: $\beta=0.079$; $p=0.390$, girls: $\beta=-0.007$; $p=0.910$), FVC (boys: $\beta=0.112$; $p=0.155$, girls: $\beta=-0.016$; $p=0.788$), and PEF (boys: $\beta=-0.148$; $p=0.162$, girls: $\beta=0.108$; $p=0.143$).

Conclusion: Screen-based sedentary behavior throughout adolescence was not associated with pulmonary function at 18 years.

Keywords

Lifestyle behavior; Lung; Respiratory function tests; Adolescents; Epidemiologic studies

Background

Sedentary behavior is commonly defined as time spent engaged in sitting or lying down that requires energy expenditure from 1.0 to 1.5 basal metabolic rates (METs) [1]. It includes activities such as television viewing and use of video games/computers [2]. Adults and adolescents spend many hours in sitting activities worldwide [3–7]. In a study of 66 countries with individuals aged 15 years it was observed that the overall proportion of individuals spending four or more hours per day sitting was 41.5% [4]. A population-based study in the United States showed that 56% of adolescents between 12 and 15 years of age watched two or more hours of television per day [3]. A Brazilian population-based study carried out in a representative sample of households observed that 43.4% of the population from 14 to 24 years watched television for three hours or more per day [5].

While physical activity is established as a protective factor for non-communicable diseases and mortality [8], several studies have shown a positive association between excessive time in sedentary behaviors and many negative health outcomes [9], including all-cause mortality [10–12], obesity [13], and development of non-communicable diseases [11, 14]. The negative impact of excessive sedentary behavior may be independent of the protective effect of meeting physical activity recommendations [15].

Despite the rapid expansion of research on sedentary behavior and its health consequences, the relationship between sedentary behavior and respiratory health remains poorly elucidated. Most studies on this subject have investigated asthma or wheezing as the primary outcome instead of measuring pulmonary function [16–20]. To date there have been no studies evaluating the relationship between sedentary behavior and pulmonary function in young populations. However, pulmonary

function is an important health outcome; a reduced pulmonary function is associated with increased risk of respiratory disorders, all-cause, cancer, respiratory, and cardiovascular mortality [21–23].

Therefore, the aim of this study was to evaluate the association between the trajectory of screen-based sedentary behavior from ages 11 to 18 years and pulmonary function at 18 years in a birth cohort from Brazil.

Methods

The current study was carried out with participants from the 1993 Pelotas Birth Cohort. All hospital-born children in the calendar year of 1993 whose families were living in the urban area of Pelotas, a city located in the Southern Brazil, were eligible to participate in the 1993 Pelotas Birth Cohort Study. Of the 5,265 live births occurring in Pelotas in 1993, 5,249 mothers (99.7%) agreed to participate and were interviewed at the hospital soon after delivery. Trained interviewers conducted the interviews on sociodemographic, behavioral, and health factors. Subsamples were visited at ages of one, three and six months and one and four years. In 2004, 2008, and 2011 when the participants had reached the mean ages of 11, 15, and 18 years, respectively, all cohort members were sought for follow-up visits. The adolescents were interviewed for behavioral and health factors and received an anthropometric evaluation at each follow-up visit. Pulmonary function tests were performed with spirometry at the 2008 and 2011 visits. All visits of the 1993 Pelotas Birth Cohort Study were approved by the Ethics Committee of the Medical School of the Federal University of Pelotas. Participants signed a written informed consent at each visit. If participants were younger than 18 years of age, a parent or guardian signed the

consent form. Further details on the study design and methods have been previously described [24, 25].

Pulmonary function

A standardized spirometry protocol conducted by a trained technician and under the supervision of an expert researcher was performed when the participants were 15 and 18 years old. The subjects were seated with their backs straight and wore a nose-clip during the tests. A battery-operated portable spirometer (Easy-One; NDD Medical Technologies, Chelmsford MA, USA and Zurich, Switzerland) was used. At least three acceptable spirometry trials were collected for each subject and the best trial was analyzed. Subjects who had undergone abdominal, eye, or thoracic surgery or had any hospital admissions in the previous three months or those with heart disease were excluded from spirometry. In addition, those who were undergoing tuberculosis treatment or who were pregnant or thought to be pregnant were also excluded. Based on these criteria, 64 and 144 adolescents were not eligible for spirometry at the 2008 and 2011 follow-up visits. In addition, 280 participants either refused spirometry testing or were lost to follow-up in 2008, while 53 participants refused spirometry testing or were lost to follow-up at the 2011 visit. The criteria of the American Thoracic Society (ATS) and European Respiratory Society (ERS) were used in order to ensure standardized high quality spirometry data [26]. Approximately 90% of the procedures for both follow-up visits reached acceptability and reproducibility standards.

Pulmonary function was assessed through FEV₁ (forced expiratory volume in one second), FVC (forced vital capacity), and PEF (peak expiratory flow). These three pulmonary function parameters measured by spirometry at 18 years of age were the study outcomes. In the literature spirometric prediction equations have been

described for different populations [27, 28]. However, these equations were not suitable for our sample. Because of this, the values of FEV₁, FVC, and PEF were expressed as z-scores, which were generated from the standardized residuals of the study sample at 18 years of age, taking into account sex, skin color, and height at 18 years of age.

Sedentary behavior

During the 2004, 2008, and 2011 visits, when the participants were on average 11, 15, and 18 years old, sedentary behavior was self-reported with questionnaires on the weekday frequency of television viewing, video game playing and computer use. For each screen behavior an initial question was asked regarding participation. If the answer was affirmative, a second question was asked about the time spent in each behavior on a usual weekday. For each age, sedentary behavior was calculated as the sum in hours of time spent on television viewing, video game playing and computer use. The adolescents for whom the sum was more than 12 hours were excluded from the analysis in order to avoid over-reporting due to use of more than one kind of screen simultaneously. A total of 298 adolescents were excluded from the analysis based on a sum of sedentary behavior greater than 12 hours in at least one follow-up visit.

To evaluate the sedentary behavior trajectory during adolescence a group-based trajectory modeling was used. This method consists of a specialized form of finite mixture modeling used to identify groups of individuals following similar progressions of a behavior or outcome over age or time [29, 30]. The three follow-up visits (at 11, 15, and 18 years of age) were used to estimate group-based trajectories. Adolescents with missing information on sedentary behavior at one or more visit were excluded. The trajectories model were estimated through Stata procedure “traj” with

zero-inflated Poisson distribution [31]. The choice of the number and shape of trajectories included in the analyses was based on the best fit of the model (the maximum Bayesian information criteria, BIC, and the Akaike information criterion, AIC).

Statistical Analysis

All statistical procedures were conducted using Stata 12.0 (StataCorp. 2011. *Stata Statistical Software: Release 12*. College Station, TX: StataCorp LP). A Chi-squared test was used to compare the sample of this study with the original birth cohort population. Crude and adjusted linear regression analyses were performed to assess the association between sedentary behavior trajectory from 11 to 18 years and pulmonary function at 18 years. Multivariate models were adjusted for skin color (self-reported) as marker of ethnicity, family income at birth, maternal schooling at birth, birth weight, smoking during pregnancy, mother's height at birth, equivalent pulmonary function parameter at 15 years (z-score), body mass index (BMI) at 11, 15 and 18 years, Tanner stage at 15 years [32], height at 18 years, leisure-time physical activity at 11, 15 and 18 years, wheezing in the previous year at 18 years, smoking at 18 years (one or more cigarettes in the previous month), and corticoid steroid use in the previous 3 months at 18 years. All analyses were stratified by sex.

Results

The follow-up rates for the 1993 Pelotas Birth Cohort at ages 11, 15, and 18 years were 87.5%, 85.7%, and 81.3% respectively. A final sample of 3382 participants from the 1993 Pelotas Birth Cohort with complete data on sedentary behavior at ages 11, 15 and 18 years and pulmonary function at 18 years of age, were included in the current study. These individuals did not differ from the original cohort

in terms of key variables (Table 1). Table 2 presents the description of sedentary behavior trajectory categories and pulmonary function parameters for the analytic sample.

Insert Table 1 here.

Insert Table 2 here.

To identify trajectories for screen-based sedentary behavior, analyses were conducted specifying three-, four- and five-group models. Inspection of the adjusted model quality parameters revealed that the three-group model had the best fit. Figure 1 shows the three-group trajectories for sedentary behavior. Group 1 (“always high”, n=1379), with 38.85% of the sample, had mean hours per weekday of sedentary behavior at 11, 15 and 18 years of age of 5.51 (± 0.07 SD), 6.88 (± 0.07), and 6.38 (± 0.07). Group 2 (“always moderate”, n=1920), with 54.08% of the sample, had mean hours per weekday of sedentary behavior at 11, 15 and 18 years of 3.33 (± 0.05), 3.64 (± 0.05), and 3.46 (± 0.05). Group 3 (“always low”, n=251), with 7.07% of the sample, had mean of hours per weekday of sedentary behavior at 11, 15 and 18 years of age of 1.37 (± 0.08), 1.27 (± 0.07), and 1.16 (± 0.07).

Insert Figure 1 here.

Table 3 shows crude and adjusted analyses for the trajectory of sedentary behavior with pulmonary function parameters. In the crude analyses, boys in the always-low group of sedentary behavior had lower FEV₁ ($\beta = -0.233$; 95% CI: -0.457; -0.008) and PEF ($\beta = -0.366$; 95% CI: -0.588; -0.144) at 18 years compared to boys in the always-high group. Boys in the always-moderate group for sedentary behavior had lower PEF at 18 years of age ($\beta = -0.180$; 95% CI: -0.293; -0.068) compared to always-high boys in crude analyses. However, these associations did not remain significant

after adjustment for potential confounders. Moreover, no significant association was found for girls in crude and adjusted analyses.

Insert Table 3 here.

Discussion

In our study, we evaluated the association between the trajectory of screen-based sedentary behavior during adolescence and pulmonary function at 18 years of age. This is one of the first studies on this topic and the first to evaluate the association in a young population. We did not find any significant associations between time spent on television, video games, and computers and pulmonary function at age 18 for boys and girls after adjustment for potential confounders.

Previous studies have shown inconsistent results for the association between time spent on screen-based activities and asthma or asthma symptoms. While some cross-sectional studies with children and adolescents showed positive associations between time spent on sedentary behavior and asthma symptoms [16, 18, 33–35] or asthma [18, 36–38], other studies did not find significant cross-sectional associations [20, 39]. Vogelberg et al. [17] analyzed the longitudinal association between television viewing and computer use with development of wheezing in adolescents and did not find a significant association after stratifying the analysis for smoking status. On the other hand, Sherriff et al. [19] found an association between duration of television viewing in early childhood and developing asthma by age 11.

Individuals with asthma do not necessarily have reduced pulmonary function in the absence of an asthma crisis [40]. Studies evaluating the relationship between screen-based sedentary behavior and pulmonary function are scarce in the literature. However, a reduced pulmonary function has been shown to be associated with

increased risk of respiratory disorders and mortality [21–23]. Also, individuals with reduced pulmonary function during childhood may have increased mortality risk in adulthood [41]. The only study to our knowledge that evaluated the association between sedentary behavior and pulmonary function was carried out in individuals from 45 to 74 years of age [42]. The authors of this study analyzed the cross-sectional association between television viewing and FEV₁ and the longitudinal association between television viewing and change in FEV₁. A significant negative association was observed between time spent on television and FEV₁ in women, but there was no significant longitudinal association between television viewing and pulmonary function change [42], corroborating the findings of our study. However, comparing to our results is difficult since we evaluated sedentary behavior trajectory during adolescence rather than adulthood. To date there have been no other longitudinal studies evaluating this relationship in young populations.

The study of the consequences of sedentary behavior on health is a relatively new paradigm in the physical activity field [43]. There is no consensus yet in the literature regarding the association between physical activity and pulmonary function. Some longitudinal studies have shown a positive association in children and adolescents [44, 45], and in adults [46]. One of these studies was carried out with the same population as in the current study [45]. Although sedentary behavior may be related to physical activity, the association between them in young individuals is weak, suggesting that these behaviors do not necessarily displace one another [47]. Sedentary behavior is not the opposite of physical activity; they are different behaviors with independent determinants [48]. In addition, spending excessive time in sedentary behavior may have negative consequences on health outcomes, independent of meeting physical activity recommendations [15].

The mechanisms through which physical activity and sedentary behavior might impact pulmonary function remain unclear. A possible explanation may be that low physical activity levels and excessive sedentary behavior are associated with lower level of physical fitness or increased body size [19], resulting in reduced pulmonary function. Television viewing has been associated with consumption of high-density foods [49, 50] and obesity [9, 13] potentially impairing pulmonary function because of the stiffness of the thoracic cage due to fat accumulation around the ribs, abdomen and diaphragm [51]. The possible association between sedentary behavior and pulmonary function might be explained by this mediating effect of obesity and fat distribution [42]. Another possible explanation of the association between screen-based sedentary behavior and pulmonary function may be the different respiratory patterns during sedentary activities. There is some evidence that prolonged periods of watching videotapes is associated with a decreased frequency of spontaneous sighs, a physiologic phenomenon that helps regulate airway tone [52].

Our study has several strengths. It was carried out in a large population-based sample with high rates of follow-up, minimizing the likelihood of selection bias. The longitudinal design allows the assessment of temporality between sedentary behavior and later adolescent pulmonary function. In addition, the sedentary behavior trajectory was evaluated through group-based trajectory modeling, a robust method used to identify groups of individuals with similar developmental trajectories [29, 30]. Approximately 90% of the spirometric test data in the study reached international quality criteria [26]. As noted earlier, our study is the first to evaluate the association between screen-based sedentary behavior and pulmonary function in adolescents.

The major limitation of our study is the self-reported screen-based sedentary behavior data. Self-reported data may lead to misclassification or bias, and might

reduce the chance of identifying associations. However, objective measures have limitations as well, and questionnaires are widely used to measure sedentary behavior in population-based studies [53]. Another limitation for measuring and analyzing sedentary behavior is the lack of consensus in the literature regarding cut-point for classifying an individual as sedentary [54]. The trajectory groups used in our analyses might not adequately represent categories with differential risk. However, we also analyzed the outcome as a continuous variable and the results were not different (data not shown). The possibility of over-reporting the time spent on screen activities due to the use of more than one kind of screen at the same time may also be a limitation. In order to minimize this problem, we excluded from the analysis those adolescents who reported extremely high numbers of hours of sedentary behavior.

Conclusion

In conclusion, this study did not find an association between screen-based sedentary behavior trajectory during adolescence and pulmonary function at age 18 among participants from a birth cohort study in Brazil. These findings show that spending excessive time in sitting activities such as television viewing, video game playing or computer use may not affect pulmonary function in youth.

List of abbreviations

FEV₁: forced expiratory volume in 1 second; FVC: forced vital capacity; PEF: peak expiratory flow

Declarations

Ethics approval and consent to participate

All data collections were approved by the Ethics Committee of the Medical School of the Federal University of Pelotas. Participants signed a written informed consent at each visit. If participants were younger than 18 years of age, a parent or guardian signed the consent form.

Consent for publication

Not applicable.

Availability of data and material

The dataset supporting of this article are available upon request to the corresponding author.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Funding

The 1993 Pelotas Birth Cohort Study is currently supported by the Wellcome Trust through the program entitled Major Awards for Latin America on Health Consequences of Population Change (Grant: 086974/Z/08/Z). The European Union, National Support Program for Centers of Excellence (PRONEX), the Brazilian National Research Council (CNPq), and the Brazilian Ministry of Health supported previous phases of the study. BGCS received financial support from CAPES (Brazil). None of the funding organizations of this study influenced the study design, data collection, data analysis, data interpretation, or writing of the manuscript.

Authors' contributions

BGCS and FCW led the analysis of this paper. AMBM and MP contributed to results

interpretation. BGCS drafted the manuscript. AMBM, FCW, FCB, and MP collaborated with the critical revision of the manuscript. All authors read, revised and approved the final manuscript.

Acknowledgements

The authors would like to thank the adolescents and the staff for participating in the 1993 Pelotas Birth Cohort, and also the Wellcome Trust, the European Union, the National Support Program for Centers of Excellence (PRONEX), the Brazilian National Research Council (CNPq), and the Brazilian Ministry of Health for providing financial support to this cohort study.

References

1. Pate RR, O'Neill JR, Lobelo F. The evolving definition of "sedentary". *Exerc Sport Sci Rev.* 2008;36:173-8.
2. Owen N, Healy GN, Matthews CE, Dunstan DW. Too much sitting: the population health science of sedentary behavior. *Exerc Sport Sci Rev.* 2010;38:105-13.
3. Sisson SB, Church TS, Martin CK, Tudor-Locke C, Smith SR, Bouchard C, et al. Profiles of sedentary behavior in children and adolescents: the US National Health and Nutrition Examination Survey, 2001-2006. *Int J Pediatr Obes.* 2009;4:353-9.
4. Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet.* 2012;380:247-57.
5. Knuth AG, Malta DC, Dumith SC, Pereira CA, Morais Neto OL, Temporao JG, et al. [Practice of physical activity and sedentarism among Brazilians: results of the National Household Sample Survey--2008]. *Cien Saude Colet.* 2011;16:3697-705.
6. Pate RR, Mitchell JA, Byun W, Dowda M. Sedentary behaviour in youth. *Br J Sports Med.* 2011;45:906-13.
7. Mielke GI, da Silva IC, Owen N, Hallal PC. Brazilian adults' sedentary behaviors by life domain: population-based study. *PLoS One.* 2014;9:e91614.
8. WHO. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva: World Health Organization; 2009.

9. de Rezende LF, Rodrigues Lopes M, Rey-Lopez JP, Matsudo VK, Luiz Odo C. Sedentary behavior and health outcomes: an overview of systematic reviews. *PLoS One*. 2014;9:e105620.
10. Dunstan DW, Barr EL, Healy GN, Salmon J, Shaw JE, Balkau B, et al. Television viewing time and mortality: the Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle Study (AusDiab). *Circulation*. 2010;121:384-91.
11. Grontved A, Hu FB. Television viewing and risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and all-cause mortality: a meta-analysis. *Jama*. 2011;305:2448-55.
12. Chau JY, Grunseit AC, Chey T, Stamatakis E, Brown WJ, Matthews CE, et al. Daily sitting time and all-cause mortality: a meta-analysis. *PLoS One*. 2013;8:e80000.
13. Tremblay MS, LeBlanc AG, Kho ME, Saunders TJ, Larouche R, Colley RC, et al. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2011;8:98.
14. Wilmot EG, Edwardson CL, Achana FA, Davies MJ, Gorely T, Gray LJ, et al. Sedentary time in adults and the association with diabetes, cardiovascular disease and death: systematic review and meta-analysis. *Diabetologia*. 2012;55:2895-905.
15. Ekelund U, Steene-Johannessen J, Brown WJ, Fagerland MW, Owen N, Powell KE, et al. Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. *Lancet*. 2016;388(10051):1302-10.
16. Tsai HJ, Tsai AC, Nriagu J, Ghosh D, Gong M, Sandretto A. Associations of BMI, TV-watching time, and physical activity on respiratory symptoms and asthma in 5th grade schoolchildren in Taipei, Taiwan. *J Asthma*. 2007;44:397-401.
17. Vogelberg C, Hirsch T, Radon K, Dressel H, Windstetter D, Weinmayr G, et al. Leisure time activity and new onset of wheezing during adolescence. *Eur Respir J*. 2007;30:672-6.
18. Corbo GM, Forastiere F, De Sario M, Brunetti L, Bonci E, Bugiani M, et al. Wheeze and asthma in children: associations with body mass index, sports, television viewing, and diet. *Epidemiology*. 2008;19:747-55.
19. Sherriff A, Maitra A, Ness AR, Mattocks C, Riddoch C, Reilly JJ, et al. Association of duration of television viewing in early childhood with the subsequent development of asthma. *Thorax*. 2009;64:321-5.
20. Groth SW, Rhee H, Kitzman H. Relationships among obesity, physical activity and sedentary behavior in young adolescents with and without lifetime asthma. *J Asthma*. 2016;53:19-24.

21. Twisk JW, Staal BJ, Brinkman MN, Kemper HC, van Mechelen W. Tracking of lung function parameters and the longitudinal relationship with lifestyle. *Eur Respir J*. 1998;12:627-34.
22. Knuiman MW, James AL, Divitini ML, Ryan G, Bartholomew HC, Musk AW. Lung function, respiratory symptoms, and mortality: results from the Busselton Health Study. *Ann Epidemiol*. 1999;9:297-306.
23. Menezes AM, Perez-Padilla R, Wehrmeister FC, Lopez-Varela MV, Muino A, Valdivia G, et al. FEV1 is a better predictor of mortality than FVC: the PLATINO cohort study. *PLoS One*. 2014;9:e109732.
24. 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;40:39-46.
25. 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;43:1082-8.
26. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26:319-38.
27. Pereira CAC. *Espirometria*. *J Pneumol*. 2002;28:S1-82.
28. Quanjer PH, Stanojevic S, Cole TJ, Baur X, Hall GL, Culver BH, et al. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: the global lung function 2012 equations. *Eur Respir J*. 2012;40:1324-43.
29. Nagin DS. *Group-based modeling of development*. Harvard University Press: Cambridge; 2005.
30. Nagin DS, Odgers CL. Group-based trajectory modeling in clinical research. *Annu Rev Clin Psychol*. 2010;6:109-38.
31. Jones BL, Nagin DS. *A Stata plugin for estimating group-based trajectory models*. 2012.
32. Tanner JM. *Growth at adolescence*. Oxford: Blackwell; 1962.
33. Vlaski E, Stavric K, Seckova L, Kimovska M, Isjanovska R. Influence of physical activity and television-watching time on asthma and allergic rhinitis among young adolescents: preventive or aggravating? *Allergol Immunopathol (Madr)*. 2008;36:247-53.
34. Arvaniti F, Priftis KN, Papadimitriou A, Yiallourous P, Kapsokefalou M, Anthracopoulos MB, et al. Salty-snack eating, television or video-game viewing, and asthma symptoms among 10- to 12-year-old children: the PANACEA study. *J Am Diet Assoc*. 2011;111:251-7.

35. Mitchell EA, Beasley R, Bjorksten B, Crane J, Garcia-Marcos L, Keil U. The association between BMI, vigorous physical activity and television viewing and the risk of symptoms of asthma, rhinoconjunctivitis and eczema in children and adolescents: ISAAC Phase Three. *Clin Exp Allergy*. 2013;43:73-84.
36. Jones SE, Merkle SL, Fulton JE, Wheeler LS, Mannino DM. Relationship between asthma, overweight, and physical activity among U.S. high school students. *J Community Health*. 2006;31:469-78.
37. Priftis KN, Panagiotakos DB, Anthracopoulos MB, Papadimitriou A, Nicolaidou P. Aims, methods and preliminary findings of the Physical Activity, Nutrition and Allergies in Children Examined in Athens (PANACEA) epidemiological study. *BMC Public Health*. 2007;7:140.
38. Kim JW, So WY, Kim YS. Association between asthma and physical activity in Korean adolescents: the 3rd Korea Youth Risk Behavior Web-based Survey (KYRBWS-III). *Eur J Public Health*. 2012;22:864-8.
39. Vaccaro JA, Niego J, Huffman FG. Dietary factors, body weight, and screen time in U.S. children with and without asthma. *Children's Health Care*. 2016;45:22-38.
40. Menezes AM, Wehrmeister FC, Muniz LC, Perez-Padilla R, Noal RB, Silva MC, et al. Physical activity and lung function in adolescents: the 1993 Pelotas (Brazil) birth cohort study. *J Adolesc Health*. 2012;51:S27-31.
41. Meszaros D, Dharmage SC, Matheson MC, Venn A, Wharton CL, Johns DP, et al. Poor lung function and tonsillectomy in childhood are associated with mortality from age 18 to 44. *Respir Med*. 2010;104:808-15.
42. Jakes RW, Day NE, Patel B, Khaw KT, Oakes S, Luben R, et al. Physical inactivity is associated with lower forced expiratory volume in 1 second : European Prospective Investigation into Cancer-Norfolk Prospective Population Study. *Am J Epidemiol*. 2002;156:139-47.
43. Katzmarzyk PT. Physical activity, sedentary behavior, and health: paradigm paralysis or paradigm shift? *Diabetes*. 2010;59:2717-25.
44. Ji J, Wang SQ, Liu YJ, He QQ. Physical Activity and Lung Function Growth in a Cohort of Chinese School Children: A Prospective Study. *PLoS One*. 2013;8:e66098.
45. da Silva BGC, Wehrmeister FC, Quanjer PH, Perez-Padilla R, Goncalves H, Horta BL, et al. Physical Activity in Early Adolescence and Pulmonary Function Gain From 15 to 18 Years of Age in a Birth Cohort in Brazil. *J Phys Act Health*. 2016;13:11.
46. Pelkonen M, Notkola IL, Lakka T, Tukiainen HO, Kivinen P, Nissinen A. Delaying decline in pulmonary function with physical activity: a 25-year follow-up. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003;168:494-9.

47. Pearson N, Braithwaite RE, Biddle SJ, van Sluijs EM, Atkin AJ. Associations between sedentary behaviour and physical activity in children and adolescents: a meta-analysis. *Obes Rev.* 2014;15:666-75.
48. Van Der Horst K, Paw MJ, Twisk JW, Van Mechelen W. A brief review on correlates of physical activity and sedentariness in youth. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:1241-50.
49. Blass EM, Anderson DR, Kirkorian HL, Pempek TA, Price I, Koleini MF. On the road to obesity: Television viewing increases intake of high-density foods. *Physiol Behav.* 2006;88:597-604.
50. Wiecha JL, Peterson KE, Ludwig DS, Kim J, Sobol A, Gortmaker SL. When children eat what they watch: impact of television viewing on dietary intake in youth. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2006;160:436-42.
51. Naimark A, Cherniack RM. Compliance of the respiratory system and its components in health and obesity. *J Appl Physiol.* 1960;15:377-82.
52. Hark WT, Thompson WM, McLaughlin TE, Wheatley LM, Platts-Mills TA. Spontaneous sigh rates during sedentary activity: watching television vs reading. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2005;94:247-50.
53. Atkin AJ, Gorely T, Clemes SA, Yates T, Edwardson C, Brage S, et al. Methods of Measurement in epidemiology: sedentary Behaviour. *Int J Epidemiol.* 2012;41:1460-71.
54. Guerra PH, Farias Junior JC, Florindo AA. Sedentary behavior in Brazilian children and adolescents: a systematic review. *Rev Saude Publica.* 2016;50:9.

Tables

Table 1. Characteristics of the original cohort and the sample with complete data of sedentary behavior and pulmonary function.

Variable	Original Cohort N (%)	Sample with exposure and outcome data N (%)	<i>p</i> value*
Sex	5248 (100)	3382 (100)	0.291
Male	2606 (49.7)	1640 (48.5)	
Female	2642 (50.3)	1742 (51.5)	
Skin color	4323 (100)	3382 (100)	0.996
White	2769 (64.1)	2166 (64.0)	
Black	611 (14.1)	486 (14.4)	
Brown	784 (18.1)	606 (17.9)	
Yellow	76 (1.8)	61 (1.8)	
Indigenous	83 (1.9)	63 (1.9)	
Family income (quintiles)	5137 (100)	3324 (100)	0.582
1	1031 (20.1)	626 (18.9)	
2	1195 (23.2)	797 (24.0)	
3	889 (17.3)	599 (18.0)	
4	1001 (19.5)	656 (19.7)	
5	1021 (19.9)	646 (19.4)	
Maternal schooling (years of formal education)	5242 (100)	3376 (100)	0.297
0	130 (2.5)	70 (2.1)	
1 – 4	1338 (25.5)	847 (25.1)	
5 – 8	2424 (46.2)	1621 (48.0)	
≥ 9	1350 (25.8)	838 (24.8)	
Birth weight (grams)	5232 (100)	3377 (100)	0.518
< 2500	510 (9.8)	315 (9.3)	
≥ 2500	4722 (90.2)	3062 (90.7)	
Smoking during pregnancy	5249 (100)	3382 (100)	0.981
No	3497 (66.6)	2254 (66.6)	
Yes	1752 (33.4)	1128 (33.4)	

*Chi-squared test

Table 2. Description of sedentary behavior trajectory and pulmonary function parameters at 15 and 18 years by sex.

Variable	Male	Female
Screen time trajectory from 11 to 18 years (N [%])		
Always high	690 (42.07)	631 (36.22)
Always moderate	838 (51.10)	986 (56.60)
Always low	112 (6.83)	125 (7.18)
FEV ₁ at 15 years, L (Mean [SD])	3.48 (0.66)	2.94 (0.44)
FVC at 15 years, L (Mean [SD])	4.02 (0.75)	3.30 (0.52)
PEF at 15 years, L/s (Mean [SD])	7.50 (1.43)	6.62 (1.05)
FEV ₁ at 18 years, L (Mean [SD])	4.12 (0.61)	3.04 (0.45)
FVC at 18 years, L (Mean [SD])	4.80 (0.69)	3.50 (0.51)
PEF at 18 years, L/s (Mean [SD])	8.77 (1.52)	6.48 (1.15)

FEV₁: forced expiratory volume in 1 second; FVC: forced vital capacity; PEF: peak expiratory flow.

Table 3. Crude and adjusted analyses of sedentary behavior trajectory from 11 to 18 years of age and pulmonary function parameters at 18 years of age by sex.

	Male				Female			
	Crude		Adjusted*		Crude		Adjusted*	
	β (95%CI)	p	β (95%CI)	p	β (95%CI)	p	β (95%CI)	p
FEV₁ at 18 years (z-score)								
Sedentary behavior								
Always high	Ref		Ref		Ref		Ref	
Always moderate	-0.088 (-0.201;0.025)	0.126	-0.004 (-0.093;0.084)	0.922	-0.051 (-0.137;0.035)	0.245	-0.019 (-0.079;0.041)	0.530
Always low	-0.233 (-0.457;-0.008)	0.042	0.079 (-0.101;0.258)	0.390	-0.039 (-0.204;0.126)	0.645	-0.007 (-0.120;0.107)	0.910
FVC at 18 years (z-score)								
Sedentary behavior								
Always high	Ref		Ref		Ref		Ref	
Always moderate	-0.097 (-0.209;0.015)	0.088	-0.031 (-0.107;0.045)	0.417	-0.015 (-0.102;0.072)	0.742	0.015 (-0.046;0.075)	0.637
Always low	-0.159 (-0.381;0.062)	0.159	0.112 (-0.043;0.267)	0.155	-0.050 (-0.217;0.117)	0.560	-0.016 (-0.131;0.099)	0.788
PEF at 18 years (z-score)								
Sedentary behavior								
Always high	Ref		Ref		Ref		Ref	
Always moderate	-0.180 (-0.293;-0.068)	0.002	-0.087 (-0.189;0.015)	0.095	-0.002 (-0.088;0.084)	0.963	0.019 (-0.057;0.095)	0.621
Always low	-0.366 (-0.588;-0.144)	0.001	-0.148 (-0.355;0.060)	0.162	0.150 (-0.016;0.316)	0.076	0.108 (-0.037;0.253)	0.143

FEV₁: forced expiratory volume in 1 second; FVC: forced vital capacity; PEF: peak expiratory flow.

*Adjusted for skin color, family income at birth, maternal schooling at birth, birth weight, smoking during pregnancy, mother's height at birth, pulmonary function parameter at 15 years, body mass index at 11, 15 and 18 years, Tanner stage at 15 years, height at 18 years, leisure-time physical activity at 11, 15 and 18 years, wheezing in the previous year at 18 years, smoking at 18 years, and corticoids in the previous 3 months at 18 years.

Figure

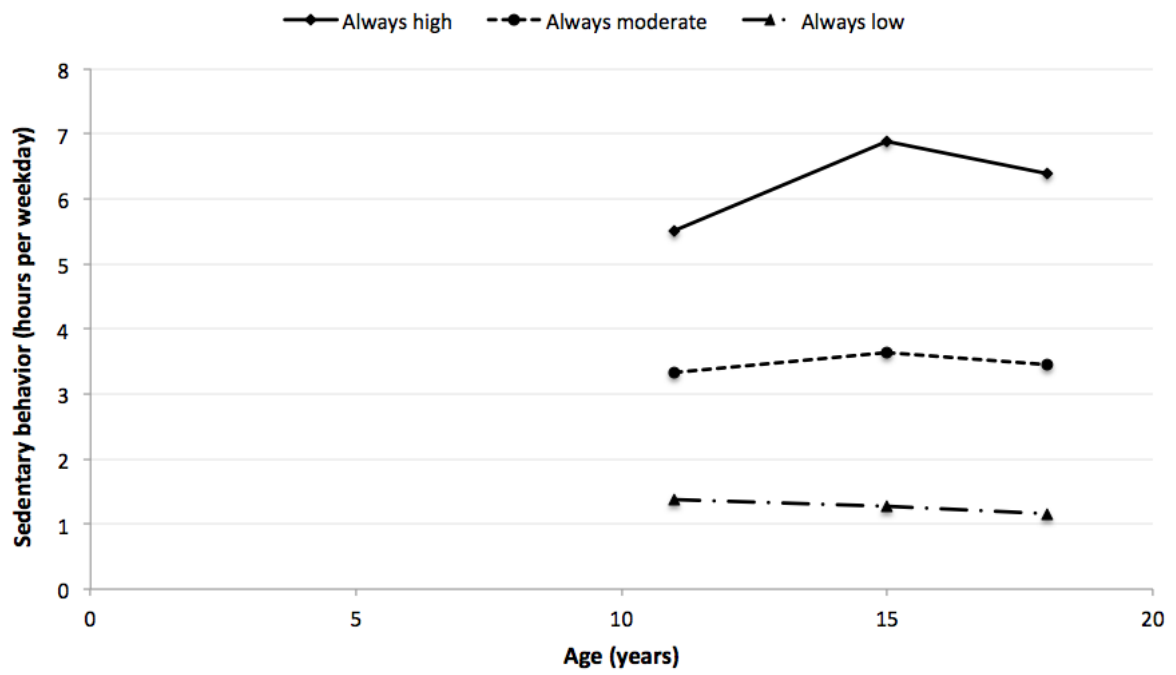


Figure 1. Screen-based sedentary behavior trajectories from 11 to 18 years of age.

Artigo 3

Effect of regular exercise on pulmonary function during pregnancy: a randomized controlled trial (PAMELA)

Formatado para submissão ao periódico *PLOS ONE*

**Effect of regular exercise on pulmonary function during pregnancy: a
randomized controlled trial (PAMELA)**

Bruna Gonçalves C. da Silva^{1,*}

Fernando C. Wehrmeister¹

Ana M. B. Menezes¹

¹ Postgraduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas, Pelotas,
Brazil

* Corresponding author:

Bruna Gonçalves C. da Silva

Address: Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia – UFPEL

Rua Marechal Deodoro, 1160, Centro, Pelotas, RS, Brazil

Zip Code: 96020-220

Phone number: +5553 32841300

Abstract

Purpose: To evaluate the effect of regular exercise during pregnancy on pulmonary function parameters (forced expiratory volume in 1 second – FEV₁, and peak expiratory flow – PEF).

Methods: A randomized controlled trial, which included pregnant women recruited from the 2015 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study (n=598) and pregnant women from a convenience sample (n=41), was carried out. 639 participants were randomized in two groups (1:2): intervention group (IG) (n=213) and control group (CG) (n=426). The intervention consisted in an exercise program including aerobic and strength training, three times a week, during 16 weeks. The trial started between the 16th and 20th week of gestation and ended between the 32nd and 36th week of gestation. FEV₁ and PEF were evaluated three times during the trial (pre-, middle-, and post-test). Differences between groups in pulmonary function at each moment and in pulmonary function changes were analyzed using independent sample T-test.

Results: A total of 136 participants were analyzed in IG and 263 in CG (complete case analysis). When per protocol analyses were carried out, 68 participants were analyzed in IG and 263 in CG. The values of FEV₁ remained unchanged during pregnancy in IG, while showed a significant decrease from pre- to middle-test in CG. The results from per protocol analysis showed that pregnant women engaged in an exercise program had higher values of PEF in the middle of the trial (7.271±1.140 L/s vs. 6.891±1.201 L/s; p=0.021) and also had higher increase in PEF from baseline to the 8th week of the trial compared to the control group (8.06% vs. 1.80%; p=0.011).

Conclusion: Pregnant women engaged in a regular exercise had higher gain in PEF during pregnancy, especially in the second trimester of gestation, and remained with FEV₁ values unchanged throughout pregnancy.

Introduction

During pregnancy, the body suffers anatomic and physiologic alterations, resulting in significant mechanical, hormonal, and circulatory changes [1]. The respiratory system undergoes several adjustments due to hormones, as estrogen and progesterone, which causes changes in upper airways mucosa, and structural alterations in ribcage and abdominal compartments to accommodate the enlarged uterus [1, 2]. These changes induce adjustments in lung volumes and capacities and may lead to an altered pulmonary function [3].

Historically, there was a concern about the negative effects that physical activity during pregnancy could cause to mother and fetus health. Indeed, resting used to be recommended to pregnant women throughout pregnancy. These potential harmful effects have not been proven and today several studies have shown the benefits of physical activity during pregnancy to maternal and child health [4]. Leisure-time physical activity during pregnancy has been associated with lower weight gain during pregnancy, lower likelihood to have gestational diabetes mellitus, lower likelihood of delivering a large-for-gestational age or a preterm infant [5]. According to current guidelines, healthy pregnant women should engage in at least 20-30 minutes per day on most or all days of moderate-intensity physical activity [6].

Pulmonary function has been associated with several health outcomes. A reduced pulmonary function has been shown to increase the risk of respiratory disorders, pulmonary cancer, and all-cause, cancer, respiratory and cardiovascular mortality [7–9]. Moreover, a reduced pulmonary function during pregnancy has been associated with adverse pregnancy outcomes [10–12].

There are few studies on physical activity and pulmonary function and there is no consensus yet about the effects of physical activity on pulmonary function

parameters. Some longitudinal studies have shown a positive association between physical activity/exercise in health subjects, as young population and non-pregnant adults [9, 13–16]. However, to date there have been no experimental studies evaluating the impact of physical activity during pregnancy on pulmonary function. Thus, the purpose of this study was to evaluate the effect of a regular exercise program during pregnancy on pulmonary function parameters of pregnant women (forced expiratory volume in 1 second – FEV₁, and peak expiratory flow – PEF).

Material and Methods

The current study is a randomized controlled trial aimed to evaluate efficacy of an exercise program during pregnancy on maternal and child outcomes, which included two groups (1:2), an intervention and a control groups. The study was registered on the Clinicaltrials.gov website under the identifier NCT02148965 and the study protocol including primary and secondary outcomes has been previously published [17].

The trial protocol was approved by the Physical Education School Ethics Committee (number 649244). All subjects voluntarily participated in this study and signed an informed consent form.

Sample size

The PAMELA (Physical Activity for Mothers Enrolled in Longitudinal Analysis) trial has preterm birth and pre-eclampsia as primary outcomes. The sample size calculation was based on information related to these outcomes. Therefore, with a statistical power of 80%, a level of significance set at 5%, using information from the

2004 Pelotas Birth Cohort [18], and estimations based on secular trends (preterm birth at 16%, gestational hypertension at 18%, leisure-time physical activity during pregnancy at 13% and an estimate of risk reduction after the intervention at 30%), it was defined that 213 pregnant women would be necessary for the intervention group. The intervention:control ratio used was 1:2, thus 426 pregnant women were necessary in the control group.

Participants

The PAMELA trial is a randomized controlled trial nested in 2015 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. All pregnant women, with estimated delivery dates between 2014 December and 2016 May, were eligible to take part in the prenatal follow-up of the cohort. These pregnant women were recruited from health services that women usually attend for prenatal care in the city of Pelotas (Brazil) (i.e. primary health units, university clinics, ultrasound clinics, private obstetric and/or gynecological clinics). After accepting to participate in the 2015 Pelotas Birth Cohort, these women were interviewed by trained interviewers and those who met the inclusion criteria were eligible to participate in the randomized controlled trial (PAMELA Trial). In addition to the recruitment from the 2015 Pelotas Birth Cohort, a convenience sample (n=41) of pregnant women from Pelotas was recruited. In order to recruit these 41 participants, announcements on social networks and on local radio and television were made. This strategy was used since it was not possible to achieve the expected sample size until the end of the cohort recruitment.

In the first contact, women were interviewed on several aspects of their overall health. Women presenting any of the following conditions were not eligible for the trial: age below 18 years, hypertension or diabetes or heart disease diagnosed before pregnancy, history of preterm birth or miscarriage, presenting persistent bleeding,

current pregnancy by fertilization, twin pregnancy confirmed by ultrasound, body mass index above 35kg/m², smoking more than 20 cigarettes a day, and at least 150 minutes per week of leisure-time physical activity. Those women who did not present any of these conditions and had less than 20 weeks of gestation were invited by a standard phone contact to participate in the randomized controlled trial.

Randomization

Women meeting the eligible criteria and having accepted to participate in the trial were allocated randomly into either the intervention or control group. Blocks of nine participants, being three allocated to the intervention group and six to the control group, ensuring a 1:2 allocation ratio, were used during the randomization process. A random software sampling was used to allocate the participants. A total of 639 participants were randomized, 213 of them were allocated to the intervention group and 426 to the control group.

Intervention

The intervention consisted in a 16 weeks exercise program, three times per week, supervised by trained physical education professionals (personal trainers). The exercise program started between the 16th and 20th week of gestation and ended between the 32nd and 36th week of gestation. The intervention was administered at the gym located in the Physical Education School of the Federal University of Pelotas. Two personal trainers were available at the same time in the gym supervising a maximum of six participants per hour (three per professional). The exercise program comprised a total of 48-exercise sessions throughout 16 weeks and each session lasted around 60 minutes.

The exercise program included aerobic activities, strength training and floor

exercises. The workload changed throughout the period of the intervention, according to the weeks of the exercise program (Table 1). The intensity of the exercises was established according to perceived effort within the range of 12 to 14 on the Borg Scale [19]. Every session started with a five-minute warm-up that consisted in the same exercise of the aerobic part but at a lower intensity. The aerobic exercise was performed on a treadmill or stationary bike. The strength training was performed using dumbbells, machines, elastic bands, balls, and bodyweight exercises with focus on major muscle groups and pregnancy-specific exercises to help alleviate low back pain, and improve abdominal and pelvic floor muscles to prevent urinary incontinence. The exercises performed during the program were: shoulder press, bench press, knee extension, knee flexion, seated row, hip adduction, alternating arm/leg raise, ball squats, spinal rotation, Kegel contractions, spinal flexion, and pelvic tilts on the ball. Exercise adaptations were allowed when the participant had some limitation or difficulty. The session finished with cool-down part that included passive and active stretching.

Table 1. Exercise program stages according to weeks of intervention – PAMELA trial.

Weeks of intervention	Warm-up	Aerobic exercise	Strength training/ Floor exercises	Cool-down
1 to 4	5 min	15 min	35 min: 3 sets of 12 reps	5 min
5 to 10	5 min	20 min	30 min: 3 sets of 10 reps	5 min
11 to 16	5 min	25 min	25 min: 3 sets of 8 reps	5 min

To improve the adherence to the intervention, at the beginning of the study participants were informed of the importance to attend all sessions, and when the session was missed a phone contact was made to offer to the participant the opportunity to attend the session on a different day and/or time as soon as possible. Moreover, door-to-door transportation and a kit containing a T-shirt with the

PAMELA trial logo, running tights and running shoes were offered for women in the intervention group. To be considered adherent to the intervention, women should attend a minimum of 34 exercise sessions (70%) during 16 weeks of the exercise program.

Trial logistics

After accepting to participate in the trial, prior to the 20th week of gestation, participants were requested to go to the Epidemiology Research Center of the Federal University of Pelotas for the collection of specific baseline data. The baseline data collection should be done when the woman was between the 15th and 20th week of gestation. The collected data at this visit were gestational age (self-reported), body weight, height, blood pressure, pulmonary function test, and blood and urine sampling. The participants allocated to the intervention group started the exercise program in the week after the baseline collection and the participants allocated to the control group were instructed to continue their usual routines. All participants of both groups repeated the same data collection eight weeks (middle-test) and 16 weeks (post-test) after baseline. In addition to this, socioeconomic, demographic and other health related data were collected during the interviews from the 2015 Pelotas Birth Cohort Study.

In order to improve the attendance to the data collection visits, printed laboratory results from the blood and urine samples were offered to the participants. Also, during the middle-test, participants of control group received the same T-shirt offered to the intervention group at the beginning of the exercise program.

Outcome measure

The pulmonary function was evaluated at three moments: between the 15th and

20th weeks of gestation (pre-test), between the 24th and 28th weeks of gestation (middle-test), and between the 32nd and 36th weeks of gestation (post-test). The same protocol was performed at the three moments in the intervention and control groups. A blinded trained technician conducted the tests.

A portable spirometer (PiKo-1, nSpire Health, Inc., CO, USA) was used for pulmonary function test. All procedures were carried out with the participants standing, according to the manufacturer's recommendations, while wearing a nose-clip. The participants were oriented to inhale as much air as possible, place the mouth in the equipment mouthpiece and blow as hard as possible for at least 1.5 seconds. At each visit, participants performed at least three expiratory maneuvers and a maximum of six, ensuring that at least two acceptable maneuvers were obtained. All maneuvers were registered and the best values for FEV₁ and PEF were used in this study. The absolute values of FEV₁ and PEF at each moment and also the changes of FEV₁ and PEF between moments were analyzed.

Statistical Analysis

Statistical analyses were conducted using “complete case” approach [20]. All randomized pregnant women who had information for pulmonary function at baseline and post-test were analyzed. Analyses per protocol (PP) were also performed, including only those considered adherent. To compare characteristics at baseline between groups, the independent sample T-test for continuous variables and Chi-squared test (χ^2) for categorical variables were used. To examine the differences in pulmonary function between groups, independent sample T-test was used. To examine differences between moments within each group the paired T-test was performed. When the variances were not homogeneous (significant Bartlett’s test), T-test for unequal variances was used. All analyses were conducted using Stata 12.0

(StataCorp, College Station, TX, USA) and significance level was set at 5%.

Results

A total of 2,902 pregnant women from the 2015 Pelotas Birth Cohort were screened, 1,341 were excluded for not meeting inclusion criteria and 963 declined to participate (Figure 1). The participants from the cohort who met inclusion criteria and accepted to participate in the PAMELA trial (n=598) and 41 pregnant women from a convenience sample resulted in a total of 639 participants. Out of 639 randomized participants, 213 were allocated in the intervention group and 426 in the control group.

Figure 1. Flow diagram of the study participants.

In the intervention group, 11 participants did not start the intervention and 120 started, but did not complete 34 or more exercise sessions during 16 weeks of the trial. Thus, the adherence rate in the intervention group of PAMELA trial was 38.5% (82/213). The main reasons for non-adherence after having started the intervention were personal (n=44) and medical reasons (n=39), and due to impossibility to locate the participant (n=31). In the intervention group, 64 participants were lost to follow-up, 6 did not perform a valid pulmonary function post-test and 58 did not attend post-test visit. In the control group, 126 participants were lost to follow-up, 21 did not perform a valid pulmonary function post-test and 105 did not attend post-test visit. In both groups, participants with missing information for the outcome could not be analyzed. Furthermore, 13 participants in the intervention group and 37 in the control group had to be excluded from the analysis, because these participants did not

perform a valid pulmonary function test at baseline. Thereby, 136 participants in the intervention group and 263 participants in the control group were included in the overall analysis. Considering the adherence to the intervention, 68 participants in the intervention group were included in per protocol analysis. Taking into account the participants with complete pulmonary function data at pre- and post-test, the adherence rate in the intervention group for this study was 50% (68/136).

Besides that, 131 participants in the intervention group with valid pre- and post-test of pulmonary function performed also a valid middle-test of pulmonary function, being 67 adherent to protocol. In the control group, 253 participants with valid pre- and post-test performed also a valid middle-test of pulmonary function.

Maternal characteristics at baseline are described in Table 2. No significant differences between groups were found. The mean age of the participants was 27 years. In both groups around 80% of participants reported white skin color. Mean schooling was 12.67 (± 3.59) and 12.16 (± 3.46) years of formal education in intervention and control groups, respectively. More than 90% of participants did not present wheezing in the previous 12 months in both groups, and 12% and 9.5% of participants smoked in the first trimester of pregnancy in intervention and control groups, respectively. The samples used in case complete and per protocol analysis were also not different from the control group for key maternal characteristics at baseline (S1 Table). The intervention group analyzed in per protocol analysis showed higher mean schooling than the control group ($p=0.003$), but schooling was not associated in this study with values of FEV₁ and PEF at baseline.

Table 2. Maternal characteristics at baseline for the intervention group (IG) and control group (CG).

Maternal characteristics	IG	CG	p value
Age, years (Mean [SD])	27.16 (5.15)	27.07 (5.59)	0.855*
Height, cm (Mean [SD])	160.97 (6.55)	161.10 (5.90)	0.812*
Weight at pre-test, kg (Mean [SD])	69.03 (11.83)	69.03 (13.24)	0.998*
Gestational age at pre-test, weeks (Mean [SD])	16.36 (1.52)	16.43 (1.47)	0.640*
Skin color (N [%])			0.587**
White	142 (79.33)	273 (79.59)	
Black	22 (12.29)	42 (12.24)	
Brown	14 (7.82)	28 (8.16)	
Indigenous	1 (0.56)	0 (0)	
Family income, minimum monthly wages (N [%])			0.606**
≤ 1	6 (3.43)	12 (3.65)	
1.1 – 3	75 (42.86)	123 (37.39)	
3.1 – 6	57 (32.57)	126 (38.30)	
6.1 –10	19 (10.86)	41 (12.46)	
> 10	18 (10.29)	27 (8.21)	
Schooling, years of formal education (Mean [SD])	12.67 (3.59)	12.16 (3.46)	0.126*
Wheezing in the previous 12 months (N [%])			0.532**
Yes	12 (6.74)	30 (8.75)	
No	166 (93.26)	313 (91.25)	
Smoking in the first trimester of pregnancy (N [%])			0.475**
Yes	20 (12.05)	29 (9.48)	
No	146 (87.95)	277 (90.52)	

FEV₁: forced expiratory volume in 1 second; PEF: peak expiratory flow.

*T test

**Chi-squared test

The trajectory of pulmonary function parameters during 16 weeks of the trial is presented in Figure 2. By comparing the three pulmonary function tests throughout the trial within each group, a significant difference for FEV₁ was found only between pre- and middle-test in the control group, which presented a significant decrease from 3.328 L (±0.515; CI95% 3.265;3.392) at pre-test to 3.274 L (±0.480; CI95% 3.215;3.334) at middle-test (p=0.040). For PEF a significant difference was found between pre- and middle-test in the intervention group, which presented an increase from 6.668 L/s (±1.233; CI95% 6.455;6.881) to 7.093 L/s (±1.210; CI95% 6.884;7.302) (p<0.001). Per protocol analysis also showed a significant increase in

intervention group, from 6.729 L/s (± 1.240 ; CI95% 6.427;7.032) to 7.271 L/s (± 1.140 ; CI95%6.993;7.549) ($p < 0.001$). Moreover, a significant difference between pre- and post-test was also found in both groups. In the intervention group, a significant increase from 6.691 L/s (± 1.256 ; CI95% 6.478;6.904) at pre-test to 7.138 L/s (± 1.282 ; CI95% 6.921;7.356) at post-test in overall analysis ($p < 0.001$), and from 6.726 L/s (± 1.231 ; CI95%6.428;7.024) at pre-test to 7.207 L/s (± 1.349 ; CI95% 6.880;7.533) at post-test in per protocol analysis ($p = 0.003$). In control group, the significant increase in PEF was from 6.794 L/s (± 1.387 ; CI95% 6.625;6.962) at pre-test to 6.992 L/s (± 1.207 ; CI95% 6.845;7.138) at post-test ($p = 0.018$).

Figure 2. Forced expiratory volume in 1 second (A) and peak expiratory flow (B) values at pre-, middle-, and post-test in the intervention group (IG) and control group (CG).

Comparisons of pulmonary function parameters at each moment between groups are showed in Table 3. No significant differences between groups were found in overall analyses. When analyzed per protocol, the only difference found was for PEF values at middle-test. Participants with adherence to the protocol in the intervention group had higher PEF value at the second test of the trial than participants in the control group (7.271 ± 1.140 L/s vs. 6.891 ± 1.201 L/s; $p = 0.021$).

Table 3. Pulmonary function parameters at pre-, middle-, and post-test in the intervention (IG) and control groups (CG).

Variable	Complete case			
	IG (n=136) Mean (SD)	CG (n=263) Mean (SD)	Diff (95%IC)*	p value
FEV ₁ at pre-test (L)	3.285 (0.497)	3.343 (0.545)	-0.058 (-0.168;0.052)	0.300
FEV ₁ at middle-test (L)	3.286 (0.510) n=131	3.274 (0.480) n=253	0.053 (-0.092;0.116)	0.822
FEV ₁ at post-test (L)	3.306 (0.511)	3.314 (0.500)	-0.008 (-0.113;0.097;)	0.880
PEF at pre-test (L/s)	6.691 (1.256)	6.794 (1.387)	-0.102 (-0.382;0.176)	0.470
PEF at middle-test (L/s)	7.093 (1.210) n=131	6.891 (1.201) n=253	0.202 (-0.053;0.457)	0.120
PEF at post-test (L/s)	7.138 (1.282)	6.992 (1.207)	0.0146 (-0.110;0.402)	0.262
	PP			
	IG (n=68) Mean (SD)	CG (n=263) Mean (SD)	Diff (95%IC)*	p value
FEV ₁ at pre-test (L)	3.313 (0.424)	3.343 (0.545)	-0.030 (-0.152;0.091)	0.623 [#]
FEV ₁ at middle-test (L)	3.339 (0.467) n=67	3.274 (0.480) n=253	0.064 (-0.065;0.193)	0.330
FEV ₁ at post-test (L)	3.312 (0.478)	3.314 (0.500)	-0.002;(-0.134;0.131)	0.979
PEF at pre-test (L/s)	6.726 (1.231)	6.794 (1.387)	-0.068 (-0.431;0.295)	0.714
PEF at middle-test (L/s)	7.271 (1.140) n=67	6.891 (1.201) n=253	0.380 (0.058;0.701)	0.021
PEF at post-test (L/s)	7.207 (1.349)	6.992 (1.207)	0.215 (-0.116;0.546)	0.202

FEV₁: forced expiratory volume in 1 second; PEF: peak expiratory flow; PP: per protocol analysis.

*Difference: mean (IG) – mean (CG)

[#]T-test for unequal variances

Changes in pulmonary function parameters during 16 weeks of the trial are presented in Table 4. There were no significant differences for change in FEV₁ between groups. However, the intervention group showed a higher increase in PEF from pre- to middle-test compared to the control group. The participants allocated to the intervention group showed an increase of 0.425 L/s (\pm 1.091) (6.35%) from pre- to middle-test, while participants allocated to the control group showed an increase of 0.122 L/s (\pm 1.193) (1.80%). This significant difference between groups remained in per protocol analysis. Participants with adherence to the protocol in the intervention group showed higher increase in PEF from pre- to middle-test than the control group (0.542 \pm 1.182 L/s; 8.06% vs. 0.122 \pm 1.193 L/s; 1.80% – p=0.011).

Table 4. Absolute and percentage changes in pulmonary function parameters in the intervention (IG) and control groups (CG).

Variable	Complete case			p value
	IG (n=136) Mean (SD)	CG (n=263) Mean (SD)	Diff (95%IC)*	
Changes in FEV₁				
Pre- to Middle-test (L)	-0.003 (0.335) n=131	-0.054 (0.417) n=253	0.052(-0.026;0.128)	0.191 [#]
Δ %	-0.09	-1.62		
Middle- to Post-test (L)	0.019 (0.375) n=131	0.042 (0.358) n=253	-0.023 (-0.070;0.054)	0.553
Δ %	0.58	1.28		
Pre- to Post-test (L)	0.021 (0.325)	-0.030 (0.504)	0.050 (-0.032;0.132)	0.232 [#]
Δ %	0.64	-0.90		
Changes in PEF				
Pre- to Middle-test (L/s)	0.425 (1.091) n=131	0.122 (1.193) n=253	0.303 (0.057;0.548)	0.016
Δ %	6.35	1.80		
Middle- to Post-test (L/s)	0.025 (1.000) n=131	0.104 (1.007) n=253	-0.080 (-0.293;0.133)	0.461
Δ %	0.35	1.51		
Pre- to Post-test (L/s)	0.447 (1.119)	0.198 (1.348)	0.249 (-0.001;0.499)	0.051 [#]
Δ %	6.68	2.91		
PP				
	IG (n=68) Mean (SD)	CG (n=263) Mean (SD)	Diff (95%IC)*	p value
Changes in FEV₁				
Pre- to Middle-test (L)	0.017 (0.338) n=67	-0.054 (0.417) n=253	0.071 (-0.025;0.168)	0.146 [#]
Δ %	0.51	-1.62		
Middle- to Post-test (L)	-0.018 (0.357) n=67	0.042 (0.358) n=253	-0.060 (-0.157;0.037)	0.222
Δ %	-0.54	1.28		
Pre- to Post-test (L)	-0.001 (0.352)	-0.030 (0.505)	0.028 (-0.076;0.132)	0.591 [#]
Δ %	-0.03	-0.90		
Changes in PEF				
Pre- to Middle-test (L/s)	0.542 (1.182) n=67	0.122 (1.193) n=253	0.419 (0.097;0.741)	0.011
Δ %	8.06	1.80		
Middle- to Post-test (L/s)	-0.062 (0.993) n=67	0.104 (1.001) n=253	-0.167 (-0.438;0.105)	0.228
Δ %	-0.85	1.51		
Pre- to Post-test (L/s)	0.481 (1.288)	0.198 (1.348)	0.283 (-0.075;0.640)	0.121
Δ %	7.15	2.91		

FEV₁: forced expiratory volume in 1 second; PEF: peak expiratory flow; PP: per protocol analysis.

*Difference: mean (IG) – mean (CG)

[#]T-test for unequal variances

Discussion

The aim of this study was to evaluate the effects of an exercise program

during pregnancy on pulmonary function. A randomized controlled trial was carried out with pregnant women and the intervention consisted in a 16-week program exercise. The results showed that pregnant women engaged in an exercise program had higher values of PEF in the middle of the trial, around eight weeks after baseline, and also presented higher increase in PEF from baseline to the 8th week of the trial compared to the control group.

Previous studies have evaluated pulmonary function throughout pregnancy [10, 21–28]. Several studies using spirometry data have shown that pulmonary function parameters, such as FEV₁, PEF, and forced vital capacity (FVC), remain unchanged during normal pregnancy [21, 22, 24–26, 28]. Other studies showed a decrease in pulmonary function during pregnancy [23, 27]. However, these studies have methodological limitations that may have interfered in the results. Some studies have used cross-sectional design with pregnant women in different gestational ages to evaluate pulmonary function changes in pregnancy [22, 26]. Other longitudinal studies used an early postpartum measure as the non-pregnant reference [21, 23, 24, 27] or non-pregnant women as control [25].

On the other hand, a well-designed cohort study carried out using repeated measures of pulmonary function throughout pregnancy found that FEV₁ did not show any alteration during pregnancy, while FVC and PEF increased progressively after 14–16 weeks of gestation [10]. By evaluating FEV₁ and PEF three times during four months of pregnancy, we found that pregnant women in the intervention group remained with FEV₁ values unchanged from the 16th–20th to the 32nd–36th weeks of gestation, but pregnant women in the control group showed a significant decrease from the 16th–20th to the 24th–28th weeks of gestation. We also found that women in both groups presented a significant increase in PEF values from the 16th–20th to the 32nd–36th, corroborating the findings from Grindheim et al. [10]. These previous

studies did not take into account or analyzed physical activity of the participants. There are some hypotheses to explain pulmonary function changes during pregnancy. Hormonal and mechanical changes occurring during pregnancy, such as decreased pulmonary resistance could lead to some pulmonary function modifications [3, 29]. Thus, a possible explanation is due to the bronchodilatation, which was already reported during pregnancy [30]. The pregnancy-induced reduction in pulmonary vagal efferent activity [31], and progesterone-mediated modification in the airway smooth muscle tone [32] may alone or in combination contribute to pulmonary function changes in pregnancy. Grindheim et al. [10] also suggested that the increase in PEF in the second trimester of gestation actually represents a restoration of pulmonary function after an initial decrease in the beginning of pregnancy.

Studies evaluating the relationship between physical activity during pregnancy and pulmonary function are scarce in the literature. Most studies did not evaluate pulmonary function parameters (i.e. FEV₁ and PEF), but measured respiratory parameters related to ventilatory responses, cardiorespiratory function or physical fitness [33–36]. Other studies just assessed the acute effect of exercise on pulmonary function [30, 37]. As far as we are aware, this study is the first to longitudinally evaluate the effect of an exercise program during pregnancy on pulmonary function. We observed that pregnant women engaged in regular exercise presented higher gain in PEF values from the baseline to the middle of the trial than pregnant women in the control group (8.06% vs. 1.80%). From the beginning to the end of the trial, active pregnant women showed a PEF gain of 7.15% and pregnant women in the control group showed a PEF gain of 2.91%, but the difference between groups was not significant. It can be speculated that the exercise was not able to significantly increase PEF in the end of pregnancy due to mechanical restriction. The significant increase in belly size in the last trimester of gestation may reduce the force of contraction of

abdominal and inner intercostal muscles decreasing the output air speed [27].

There is still no consensus on the association of physical activity and pulmonary function. Since there is a gap in the literature about the association of physical activity and pulmonary function during pregnancy, comparing these findings to our results is difficult. However, longitudinal studies on this subject with non-pregnant populations have found a positive association between physical activity and pulmonary function [9, 13–16], corroborating the present findings. A study with Chinese girls from 9 to 11 years of age showed that active girls had higher pulmonary function than inactive girls and also higher pulmonary function gain from 9 to 11 years [14]. Another study with Brazilian adolescents found positive association between active boys at 11 and 15 years of age and pulmonary function gain from 15 to 18 years of age [13]. A longitudinal assessment of individuals between the ages of 13 and 27 in the Netherlands observed associations between physical activity and FVC, but an inverse association with PEF [9]. A study of 25-year follow-up with adult men in Finland found that continued high physical activity level or change in physical activity to high level were associated with a slower decline in pulmonary function and higher levels after 20 years [16]. A longitudinal study with Norwegian adults showed that those who reported being physically active had the highest FEV₁ in all age groups [15].

The mechanisms through which physical activity might impact pulmonary function remain unclear. One of the explanations deals with the fact that low physical activity levels are associated with lower level of physical fitness or increased body size [38], resulting in reduced pulmonary function. Another possible explanation is the fact that physical activity induces greater respiratory maneuvers and may increase the amplitude of thoracic cage movement, leading to greater ventilatory capacity [39]. Finally, the association may be explained because airway development in early

childhood depends on regular expansions of the lungs, which are only attained through exercise [40] and active children are more likely to become more active adults [41].

Our study has several strengths. The use of a randomized controlled trial design is an important strength, since it is the most appropriate longitudinal design to evaluate the impact of an intervention. The intervention consisted in a standardized program exercise, supervised by professionals and meeting the American Congress of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) recommendations [6]. Several strategies to improve the adherence to the intervention and follow-up visits were carried out (i.e. door-to-door transportation, and fitness clothes to the intervention group and printed laboratory results from the blood and urine samples, and T-shirts of the trial for all participants). The assessments were performed three times during the trial, which allow the description of pulmonary function change during second and third trimester of gestation. Finally, to our knowledge this is the first randomized controlled trial to evaluate the impact of regular physical activity during pregnancy on pulmonary function of pregnant women.

The major limitation of our study was the poor adherence to the trial protocol and also the high number of participants that were lost in the follow-up period for pulmonary function variables. Because of these facts, we lost power to find a significant association, which can be confirmed looking at the confidence intervals range. Another limitation is the fact that since this study is a secondary analysis of the trial, the sample size was not calculated based on the outcome of this study. The lack of analysis in intention-to-treat basis is also an important limitation of our study. However, as many participants had missing outcomes, we chose not use imputation and performed “complete case” and “per protocol” analysis [20]. Moreover, a possible limitation can be the equipment used to measure pulmonary function, which

was not a standardized spirometer. Nevertheless, since the same equipment was used for all participants, a possible measurement error would occur for both groups.

Conclusions

The present study found that pregnant women engaged in a regular exercise program had higher gain in PEF during the second trimester of gestation than pregnant women that were not engaged in an exercise program. In addition, active pregnant women remained with FEV₁ unchanged during pregnancy, while inactive pregnant women showed a significant decreased in FEV₁ in the second trimester of gestation. These findings highlight the benefits of physical activity during pregnancy in pulmonary function. Therefore, taking into account the overall already known benefits of physical activity during pregnancy, the positive impact in pulmonary function, and the fact that these benefits may persist postpartum and later in life, healthy pregnant women should be encouraged to continue or become active during pregnancy.

Supporting Information

S1 Table. Maternal characteristics at baseline for the participants included in complete case and per protocol analysis in the intervention group (IG) and control group (CG).

Acknowledgments

We are grateful to all pregnant women who took part in the PAMELA trial, and the professionals who worked in the trial, including interviewers, personal trainers, research assistants, technicians, and drivers.

References

1. Wise RA, Polito AJ, Krishnan V. Respiratory physiologic changes in pregnancy. *Immunol Allergy Clin North Am*. 2006; 26:1-12.
2. Tan EK, Tan EL. Alterations in physiology and anatomy during pregnancy. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*. 2013; 27:791-802.
3. Contreras G, Gutierrez M, Beroiza T, Fantin A, Oddo H, Villarroel L, et al. Ventilatory drive and respiratory muscle function in pregnancy. *Am Rev Respir Dis*. 1991; 144:837-41.
4. Downs DS, Chasan-Taber L, Evenson KR, Leiferman J, Yeo S. Physical activity and pregnancy: past and present evidence and future recommendations. *Res Q Exerc Sport*. 2012; 83:485-502.
5. da Silva SG, Ricardo LI, Evenson KR, Hallal PC. Leisure-Time Physical Activity in Pregnancy and Maternal-Child Health: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials and Cohort Studies. *Sports Med*. 2016; Jun 9. doi:10.1007/s40279-016-0565-2 [Epub ahead of print]
6. ACOG Committee Opinion No. 650: Physical Activity and Exercise During Pregnancy and the Postpartum Period. *Obstet Gynecol*. 2015; 126:e135-42.
7. Knuiman MW, James AL, Divitini ML, Ryan G, Bartholomew HC, Musk AW. Lung function, respiratory symptoms, and mortality: results from the Busselton Health Study. *Ann Epidemiol*. 1999; 9:297-306.
8. Menezes AM, Perez-Padilla R, Wehrmeister FC, Lopez-Varela MV, Muino A, Valdivia G, et al. FEV1 is a better predictor of mortality than FVC: the PLATINO cohort study. *PLoS One*. 2014; 9:e109732.

9. Twisk JW, Staal BJ, Brinkman MN, Kemper HC, van Mechelen W. Tracking of lung function parameters and the longitudinal relationship with lifestyle. *Eur Respir J*. 1998; 12:627-34.
10. Grindheim G, Toska K, Estensen M, Rosseland L. Changes in pulmonary function during pregnancy: a longitudinal cohort study. *BJOG*. 2012; 119:94–101.
11. Schatz M, Dombrowski MP, Wise R, Momirova V, Landon M, Mabie W, et al. Spirometry is related to perinatal outcomes in pregnant women with asthma. *Am J Obstet Gynecol*. 2006; 194:120–6.
12. Schatz M, Zeiger RS, Hoffman CP. Intrauterine growth is related to gestational pulmonary function in pregnant asthmatic women. Kaiser-Permanente Asthma and Pregnancy Study Group. *Chest*. 1990; 98:389–92.
13. da Silva BG, Wehrmeister FC, Quanjer PH, Pérez-Padilla R, Gonçalves H, Horta BL, et al. Physical Activity in Early Adolescence and Pulmonary Function Gain From 15 to 18 Years of Age in a Birth Cohort in Brazil. *J Phys Act Health*. 2016; 13:1164-73.
14. Ji J, Wang SQ, Liu YJ, He QQ. Physical activity and lung function growth in a cohort of Chinese School children: a prospective study. *PLoS One*. 2013; 8:e66098.
15. Nystad W, Samuelsen SO, Nafstad P, Langhammer A. Association between level of physical activity and lung function among Norwegian men and women: the HUNT study. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2006; 10:1399–1405.
16. Pelkonen M, Notkola IL, Lakka T, Tukiainen HO, Kivinen P, Nissinen A. Delaying decline in pulmonary function with physical activity: a 25-year follow-up. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003; 168:494–99.
17. Domingues MR, Bassani DG, da Silva SG, Coll CV, da Silva BG, Hallal PC. Physical activity during pregnancy and maternal-child health (PAMELA): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2015; 24;16:227.
18. Domingues MR, Barros AJ, Matijasevich A. Leisure time physical activity during pregnancy and preterm birth in Brazil. *Int J Gynecol Obstet*. 2008; 103:9–15.
19. Borg G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med*. 1970; 2:92–8.
20. Moher D, Hopewell S, Schulz KF, Montori V, Gøtzsche PC, Devereaux PJ, et al. CONSORT 2010 explanation and elaboration: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMJ*. 2010; 23; 340:c869.
21. Brancazio LR, Laifer SA, Schwartz T. Peak expiratory flow rate in normal pregnancy. *Obstet Gynecol*. 1997; 89:383-6.

22. Das TK, Jana H. Maternal airways function during normal pregnancy. *Indian J Med Sci.* 1991; 45:265–8.
23. Harirah HM, Donia SE, Nasrallah FK, Saade GR, Belfort MA. Effect of gestational age and position on peak expiratory flow rate: a longitudinal study. *Obstet Gynecol.* 2005; 105:372–6.
24. Knuttgen HG, Emerson K Jr. Physiological response to pregnancy at rest and during exercise. *J Appl Physiol* 1974; 36:549–53.
25. Kolarzyk E, Szot WM, Lyszczarz J. Lung function and breathing regulation parameters during pregnancy. *Arch Gynecol Obstet.* 2005; 272:53–8.
26. McAuliffe F, Kametas N, Costello J, Rafferty GF, Greenough A, Nicolaidis K. Respiratory function in singleton and twin pregnancy. *BJOG.* 2002; 109:765–9.
27. Puranik BM, Kurhade GA, Kaore SB, Patwardhan SA, Kher JR. PEFr in pregnancy: a longitudinal study. *Indian J Physiol Pharmacol.* 1995; 39:135–9.
28. Santos ACBC, Souza ASR, Tavares JS, Amorim MMR. Evaluation of Pulmonary Function and Body Composition in Pregnant Women. *Int Arch Med.* 2016; 9:1-10.
29. Goucher D, Rubin A, Russo N. The effect of pregnancy upon pulmonary function in normal women. *Am J Obstet Gynecol.* 1956; 72:963–9.
30. Jensen D, Webb KA, Davies GA, O'Donnell DE. Mechanical ventilator constraints during incremental cycle exercise in human pregnancy: implications for respiratory sensation. *J Physiol.* 2008; 586:4735–50.
31. Avery ND, Wolfe LA, Amara CE, Davies GA, McGrath MJ. Effects of human pregnancy on cardiac autonomic function above and below the ventilatory threshold. *J Appl Physiol.* 2001; 90:321–8.
32. Johannesson M, Ludviksdottir D, Janson C. Lung function changes in relation to menstrual cycle in females with cystic fibrosis. *Respir Med.* 2000; 94:1043–6.
33. Jaque-Fortunato SV, Wiswell RA, Khodiguian N, Artal R. A comparison of the ventilatory responses to exercise in pregnant, postpartum, and nonpregnant women. *Semin Perinatol.* 1996; 20:263-76.
34. Jensen D, Webb KA, O'Donnell DE. Chemical and mechanical adaptations of the respiratory system at rest and during exercise in human pregnancy. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2007; 32:1239-50.
35. Soultanakis HN, Artal R, Wiswell RA. Prolonged exercise in pregnancy: glucose homeostasis, ventilatory and cardiovascular responses. *Semin Perinatol.* 1996; 20:315-27.

36. Wolfe LA, Weissgerber TL. Clinical physiology of exercise in pregnancy: a literature review. *J Obstet Gynaecol Can.* 2003; 25:473-83.
37. Anitha O. R, Smilee Johncy, Suresh Y. Bondade, Christofer Thomas. Respiratory Responses to Exercise in Pregnancy. *J of Evolution of Med and Dent Sci.* 2014; 3: 10127-33.
38. Sherriff A, Maitra A, Ness AR, Mattocks C, Riddoch C, Reilly JJ, et al. Association of duration of television viewing in early childhood with the subsequent development of asthma. *Thorax.* 2009; 64:321-5.
39. Armour J, Donnelly PM, Bye PT. The large lungs of elite swimmers: an increased alveolar number? *Eur Respir J.* 1993; 6:237-47.
40. Fredberg JJ, Inouye DS, Mijailovich SM, Butler JP. Perturbed equilibrium of myosin binding in airway smooth muscle and its implications in bronchospasm. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999; 159:959-67.
41. Boreham C, Riddoch C. The physical activity, fitness and health of children. *J Sports Sci.* 2001; 19:915-29.

Figures

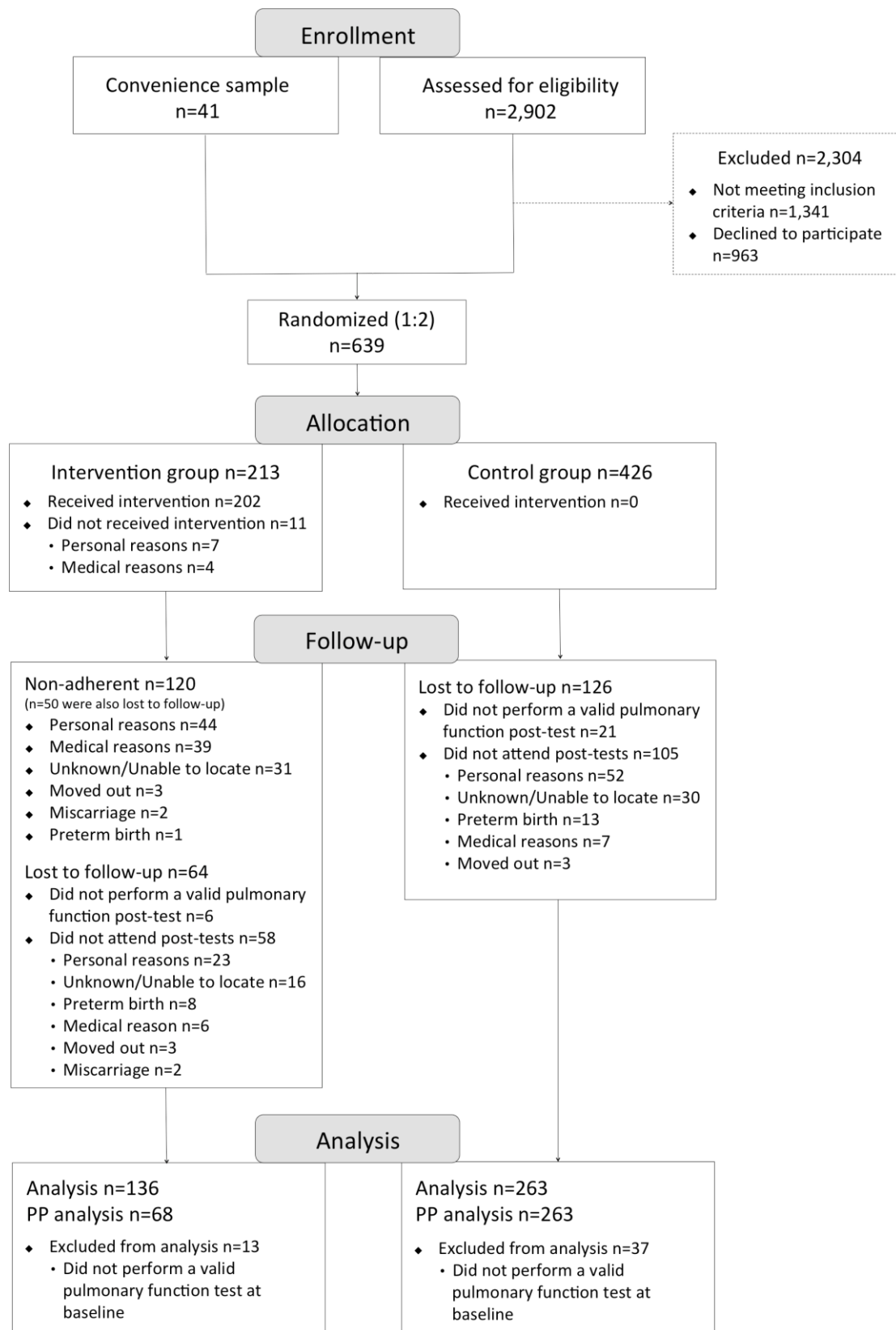


Figure 1. Flow diagram of the study participants.

PP: per protocol.

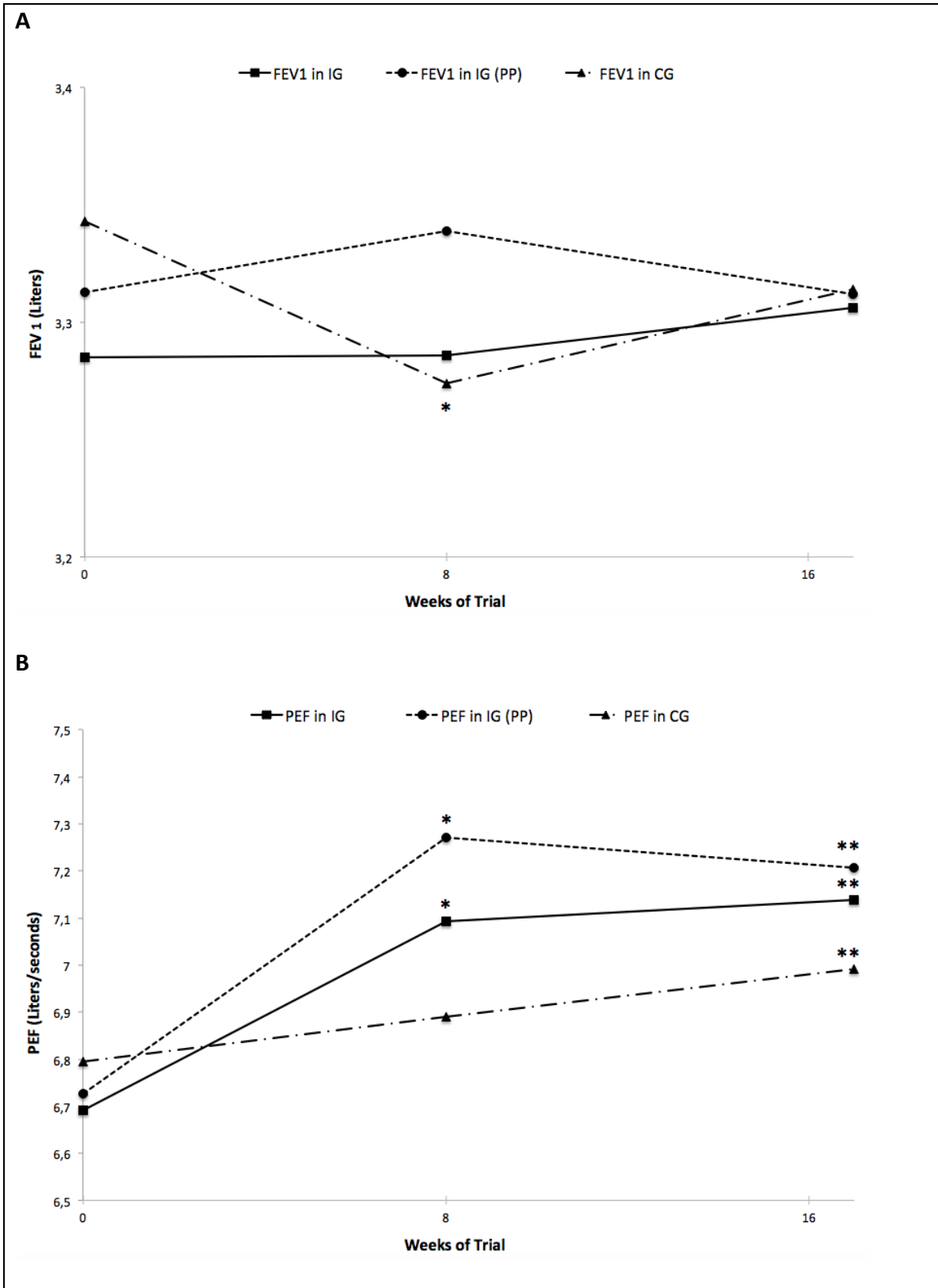


Figure 2. Forced expiratory volume in 1 second (A) and peak expiratory flow (B) values at pre-, middle-, and post-test in the intervention group (IG) and control group (CG). * Significant difference between pre- and middle-test ($p < 0.05$); ** Significant difference between pre- and post-test ($p < 0.05$). FEV₁: forced expiratory volume in 1 second; PEF: peak expiratory flow; PP: per protocol analysis.

Supplementary Data

S1 Table. Maternal characteristics at baseline for the participants included in complete case and per protocol analysis in the intervention group (IG) and control group (CG).

Maternal characteristics	IG – Complete	CG	p value
	Case Analysis (n=136)	(n=263)	
Age, years (Mean [SD])	27.97 (4.93)	27.51 (5.45)	0.412*
Height, cm (Mean [SD])	162.06 (6.33)	161.28 (6.06)	0.226*
Weight at pre-test, kg (Mean [SD])	70.01 (11.36)	69.84 (13.62)	0.900*
Gestational age at pre-test, weeks (Mean [SD])	16.46 (1.53)	16.37 (1.44)	0.576*
Skin color (N [%])			0.726**
White	110 (81.48)	204 (79.69)	
Black	16 (11.85)	29 (11.33)	
Brown	9 (6.67)	23 (8.98)	
Indigenous	0	0	
Family income, minimum monthly wages (N [%])			0.789**
≤ 1	3 (2.24)	10 (4.10)	
1.1 – 3	50 (37.31)	87 (35.66)	
3.1 – 6	47 (35.07)	90 (36.89)	
6.1 –10	17 (12.69)	33 (13.52)	
> 10	17 (12.69)	24 (9.84)	
Schooling, years of formal education (Mean [SD])	13.50 (3.27)	12.60 (3.46)	0.015*
Wheezing in the previous 12 months (N [%])			0.400**
Yes	7 (5.34)	21 (8.27)	
No	124 (94.66)	233 (91.73)	
Smoking in the first trimester of pregnancy (N [%])			0.863**
Yes	10 (8.20)	16 (7.08)	
No	112 (91.80)	210 (92.92)	
FEV ₁ at pre-test, L (Mean [SD])	3.29 (0.50)	3.34 (0.55)	0.300*
PEF at pre-test, L/s (Mean [SD])	6.69 (1.26)	6.79 (1.39)	0.470*
	IG – PP Analysis	CG	
	(n=68)	(n=263)	
Age, years (Mean [SD])	28.74 (4.75)	27.51 (5.45)	0.092*
Height, cm (Mean [SD])	162.44 (6.18)	161.28 (6.06)	0.161*
Weight at pre-test, kg (Mean [SD])	70.21 (11.88)	69.84 (13.62)	0.835*
Gestational age at pre-test, weeks (Mean [SD])	16.34 (1.57)	16.37 (1.44)	0.878*
Skin color (N [%])			0.892**
White	52 (77.61)	204 (79.69)	
Black	9 (13.43)	29 (11.33)	
Brown	6 (8.96)	23 (8.98)	
Indigenous	0	0	
Family income, minimum monthly wages (N [%])			0.938**
≤ 1	3 (4.55)	10 (4.10)	
1.1 – 3	22 (33.33)	87 (35.66)	
3.1 – 6	26 (39.39)	90 (36.89)	
6.1 –10	7 (10.61)	33 (13.52)	
> 10	8 (12.12)	24 (9.84)	
Schooling, years of formal education (Mean [SD])	13.99 (3.23)	12.60 (3.46)	0.003*

Wheezing in the previous 12 months (N [%])			0.462**
Yes	3 (4.62)	21 (8.27)	
No	62 (95.38)	233 (91.73)	
Smoking in the first trimester of pregnancy (N [%])			0.752**
Yes	6 (9.23)	16 (7.08)	
No	59 (90.77)	210 (92.92)	
FEV ₁ at pre-test, L (Mean [SD])	3.31 (0.42)	3.34 (0.55)	0.623*
PEF at pre-test, L/s (Mean [SD])	6.73 (1.23)	6.79 (1.39)	0.714*

FEV₁: forced expiratory volume in 1 second; PEF: peak expiratory flow.

*T test

**Chi-squared test

Nota à Imprensa

NOTA À IMPRENSA

“A prática de atividade física durante a adolescência e durante a gestação pode melhorar a capacidade respiratória”

O Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas, através dos pesquisadores Bruna Gonçalves C. Da Silva, Fernando C. Wehrmeister e Ana Menezes, em colaboração com outros pesquisadores da instituição e de fora do país, realizou estudo sobre o impacto da atividade física na função pulmonar de adolescentes e de gestantes.

Utilizando dados de uma pesquisa da cidade de Pelotas que acompanha todas as pessoas nascidas no ano de 1993 (Coorte de Nascimentos de 1993 de Pelotas), os pesquisadores analisaram se os adolescentes que praticavam atividade física durante a adolescência apresentariam capacidade respiratória diferente daqueles que eram inativos. Os adolescentes responderam um questionário sobre diversos aspectos relacionados à saúde e também ao comportamento, incluindo a prática de atividade física, quando tinham 11, 15 e 18 anos. A capacidade respiratória (função pulmonar) dos adolescentes foi avaliada quando os mesmos tinham 15 e 18 anos, através de um exame chamado espirometria.

Neste estudo, os pesquisadores encontraram que os meninos que praticaram atividade física aos 11 e 15 anos tiveram um aumento maior da capacidade respiratória dos 15 aos 18 anos do que os meninos que foram inativos. Os pesquisadores encontraram também que a altura dos meninos influenciou nos resultados. Por exemplo, os meninos mais altos ganharam mais capacidade respiratória. Mesmo assim, a atividade física teve um efeito na capacidade respiratória, independente do efeito da altura. Nesse estudo, não foi encontrada diferença na capacidade respiratória entre as meninas ativas e inativas durante a adolescência. Os autores sugerem que a falta de resultados para as meninas possa ser devido ao fato de que as mesmas

podem ter apresentado níveis insuficientes de atividade física para causar impacto na capacidade respiratória durante a adolescência ou ao fato de que a maioria das meninas dos 15 aos 18 anos já atingiu uma altura próxima à altura máxima que terão na vida adulta.

Além disso, os pesquisadores realizaram um estudo com gestantes para investigar se a prática de atividade física durante a gestação poderia ter efeito na capacidade respiratória de gestantes. Esse estudo fez parte de uma grande pesquisa sobre os efeitos do exercício durante a gestação na saúde da mãe e do bebê (estudo PAMELA). Gestantes que aceitaram participar desse estudo foram separadas em dois grupos diferentes. Um dos grupos participou de um programa de exercício orientado por *personal trainer* durante 16 semanas, enquanto o outro grupo foi orientado a seguir com a sua rotina habitual neste período. Os dois grupos passaram por testes de capacidade respiratória por três vezes durante o estudo (início, meio e final). Os pesquisadores detectaram que as gestantes que participaram do programa de exercício tiveram maior aumento da capacidade respiratória no segundo trimestre da gestação do que aquelas que não participaram do programa de exercício.

Com os resultados desses estudos, os pesquisadores salientam os benefícios da atividade física para a capacidade respiratória. Uma capacidade respiratória reduzida está associada a maiores riscos de mortalidade e de doenças. Sendo assim, os resultados encontrados reforçam a importância da prática de atividade física durante a adolescência e também durante a gestação para a saúde respiratória.