



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

**Tese de doutorado**

**Influência da atividade física e do tempo de tela no desenvolvimento na  
primeira infância**

**Otávio Amaral de Andrade Leão**

Pelotas, RS

2022

**Otávio Amaral de Andrade Leão**

**Influência da atividade física e do tempo de tela no desenvolvimento na primeira infância**

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

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andréa Homsí Dâmaso

Coorientador: Dr. Gregore Iven Mielke

Pelotas

2022

## FICHA CATALOGRÁFICA

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

L433i Leão, Otávio Amaral de Andrade

Influência da atividade física e do tempo de tela no desenvolvimento na primeira infância / Otávio Amaral de Andrade Leão ; Andréa Homsí Dâmaso, orientadora ; Gregore Iven Mielke, coorientador. — Pelotas, 2022.

257 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Pelotas, 2022.

1. Epidemiologia. 2. Desenvolvimento infantil. 3. Movimento. 4. Acelerometria. 5. Estudos de coorte. I. Dâmaso, Andréa Homsí, orient. II. Mielke, Gregore Iven, coorient. III. Título.

CDD : 614.4

Elaborada por Elionara Giovana Rech CRB: 10/1693

Otávio Amaral de Andrade Leão

**Influência da atividade física e do tempo de tela no desenvolvimento na primeira infância**

BANCA EXAMINADORA:

Professor Dr. Aluísio Jardim Dornellas de Barros (Banca examinadora)

Universidade Federal de Pelotas/ Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da UFPel

Professor Dr. Inácio Crochemore Mohnsam da Silva (Banca examinadora)

Universidade Federal de Pelotas/ Programa de Pós-Graduação em Educação Física e Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da UFPel

Professor Dr. Mauro Virgilio Gomes de Barros (Banca examinadora)

Universidade de Pernambuco/ Escola Superior de Educação Física da UPE

Professor Dr. Marlos Rodrigues Domingues (suplente)

Universidade Federal de Pelotas/ Programa de Pós-Graduação em Educação Física da UFPel

Professora Dr<sup>a</sup>. Andréa Homsí Dâmaso (Orientadora)

Universidade Federal de Pelotas/ Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da UFPel

## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer a todos que contribuíram de alguma maneira para que eu pudesse estar aqui hoje.

Por fim, dedico esta tese aqueles que não puderam vê-la finalizada: Maria, Beto e Ernani.

## RESUMO

LEÃO, Otávio Amaral de Andrade. **INFLUÊNCIA DA ATIVIDADE FÍSICA E DO TEMPO DE TELA NO DESENVOLVIMENTO NA PRIMEIRA INFÂNCIA**. 257p. Tese de Doutorado- Programa de pós-graduação em Epidemiologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.

A primeira infância é uma das principais fases do desenvolvimento humano. Estimativas mundiais sugerem que cerca de 80 milhões de crianças em idade pré-escolar não atingem metas básicas relacionadas ao seu desenvolvimento. Considerando a influência de comportamentos relacionados ao movimento sobre a saúde das crianças, alguns estudos indicam que atividade física e o tempo de tela podem ser preditores importantes para o desenvolvimento infantil. Assim, o objetivo desta tese foi avaliar a associação da atividade física e o tempo de tela com neurodesenvolvimento de crianças aos 48 meses de idade.

Para responder aos objetivos da tese, diferentes métodos foram usados, incluindo uma revisão sistemática e análise de dados secundários dos participantes das Coortes de Nascimento de Pelotas de 2004 e 2015. Estes estudos fazem parte das Coortes de Nascimentos de Pelotas, que são estudos longitudinais que investigam desfechos de saúde usando uma abordagem de ciclo vital nos indivíduos nascidos em Pelotas, Rio Grande do Sul, em 1982, 1993, 2004 e 2015.

Primeiramente foi realizada uma revisão sistemática na literatura sobre a associação entre atividade física medida por acelerômetros e o neurodesenvolvimento infantil. Essa revisão mostrou que a atividade física parece influenciar positivamente o domínio motor. Entretanto, devido ao número limitado de estudos, a evidência da associação para outros domínios, como cognitivo, foi inconclusiva.

Além do estudo de revisão, dois artigos originais foram desenvolvidos utilizando análises de dados secundários. O primeiro estudo investigou associações longitudinais entre atividade física medida de forma objetiva e neurodesenvolvimento infantil. Medidas de atividade física por acelerômetros foram coletadas nas crianças da Coorte de 2015 aos 12, 24 e 48 meses de idade. Análises de trajetórias e efeito cumulativo indicaram um padrão de dose-resposta, indicando que crianças que praticaram mais atividade física ao longo da primeira infância apresentaram maiores escores de neurodesenvolvimento aos 4 anos.

Por fim, o terceiro estudo da tese teve como objetivo avaliar associação transversal e longitudinal entre diferentes tipos de tempo de tela e neurodesenvolvimento aos 4 anos. Esse artigo foi realizado com dados de duas Coortes de Nascimentos de Pelotas, 2004 e 2015. Os resultados do estudo

sugerem que a média do tempo de tela aumentou de cerca de 3h30 na Coorte de 2004 para 4h30 em 2015. Todas as associações encontradas apresentaram uma magnitude pequena, sugerindo que o tempo de tela pode não ser um risco para o neurodesenvolvimento infantil como sugerido em estudos anteriores.

Como conclusão, a tese avança o conhecimento em duas principais direções. A primeiro é que, apesar do aumento da média de tempo de tela em crianças de 4 anos ao longo da última década, a magnitude das associações encontradas sugere que o efeito foi muito pequeno, indicando que este comportamento não é um risco tão grande como algumas hipóteses anteriores sugeriam. O segundo ponto é que a atividade física ao longo da infância tem efeitos positivos consistentes com o neurodesenvolvimento aos 4 anos. Sendo assim, políticas que estimulem a atividade física nessa faixa etária são altamente recomendadas.

**Palavras-chave:** movimento; desenvolvimento infantil; tempo de tela; acelerometria; estudos de coorte.

## ABSTRACT

LEÃO, Otávio Amaral de Andrade. **INFLUENCE OF PHYSICAL ACTIVITY AND SCREEN TIME ON EARLY CHILDHOOD DEVELOPMENT**. 257p. PhD Thesis in Epidemiology. Post-Graduate Program in Epidemiology. Federal University of Pelotas, Pelotas, 2022.

Early childhood is one of the main phases of human development. World estimates suggest that about 80 million children in preschool age did not achieve basic goals related to their development. Considering the influence of movement behaviors on children's health, some studies indicate that physical activity and screen time may be important predictors of early development. Thus, the objective of the present thesis was to evaluate the association of physical activity and screen time with child development at 48 months of age.

To address the aims of the thesis, different methods were used, including a systematic review and secondary data analyses of participants in the 2004 and 2015 Pelotas Birth Cohorts were used. Those studies are part of the Pelotas Birth Cohorts, which are longitudinal studies that have been investigating health outcomes using a life course approach in individuals who were born in Pelotas, Rio Grande do Sul in 1982, 1993, 2004 and 2015.

First, a systematic review of the literature about the association between physical activity measured by accelerometers and child development was conducted. This review has shown that physical activity is likely to benefit motor development. However due to the limited number of studies, the evidence of the association between physical activity and for other domains, like cognitive, the associations was inconclusive.

Beyond the systematic review, two original articles were developed using secondary data analyses. The first study investigated the longitudinal associations between device-measured physical activity and childhood neurodevelopment. Accelerometer-based measures of physical activity were collected when children were 12, 24 and 48 months old. Trajectories and cumulative effect analyses indicated a positive dose-response association, indicating that children who engage in more physical activity throughout early childhood present higher neurodevelopment scores at 48 months of age.

Lastly, the third study of the thesis had the objective of evaluating the cross-sectional and longitudinal associations between different types of screen time and neurodevelopment at 4 years. This paper used data from two Pelotas Birth Cohorts, 2004 and 2015. The results of the study suggest that the mean screen time rose from 3h30min in the 2004 Cohort to 4h30min in the 2015. All associations found were



small in magnitude, suggesting that screen time may not be as harmful to childhood neurodevelopment as suggested in previous studies.

In conclusion, this thesis has advanced knowledge in two main directions. First, despite the increase in mean screen time at 4 years in the last decade, the magnitude of the associations we found suggest that this effect was very small, indicating that such behavior may not be as harmful as previous hypothesis suggested. The second point is that the physical activity throughout early childhood has positive and consistent effects on neurodevelopment at 4 years. Therefore, policies that stimulate physical activity in this age group are highly recommended.

**Key-words:** movement; child development; screen time; accelerometry; cohort studies.

## Sumário

Apresentação.....	11
Projeto de pesquisa.....	12
Alterações de projeto pós banca de qualificação.....	90
Relatório do trabalho de campo.....	92
Artigo de revisão sistemática .....	152
Artigo original 1.....	186
Artigo original 2.....	224
Nota para a imprensa.....	253
Considerações finais.....	255

## **Apresentação**

A presente tese de doutorado foi estruturada de acordo com as normas do Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas. O projeto de pesquisa, atualizado conforme as recomendações da banca durante o processo de qualificação é apresentado como primeira parte da tese, seguido do relatório de trabalho de campo do acompanhamento dos 48 meses da Coorte de 2015.

Na sequência são apresentados os artigos científicos e o comunicado para a imprensa local, relatando os principais resultados da tese. A tese é composta por três artigos científicos que se complementam para responder questões de pesquisa referentes à influência do tempo de tela e atividade física sobre o desenvolvimento infantil. O primeiro artigo é uma revisão sistemática, com o objetivo de identificar estudos que verificaram a associação entre atividade física, medida por acelerômetros, e o desenvolvimento infantil. O segundo artigo é um estudo original que teve como seu objetivo testar associações longitudinais da prática de atividade física, dos 12 aos 48 meses, sobre o desenvolvimento infantil aos 48 meses na Coorte de Nascimentos de Pelotas de 2015. Por fim, o terceiro artigo também é um artigo original e que utilizou dados das Coortes de Nascimento de Pelotas de 2004 e 2015 para verificar a associação entre tempo de tela aos 24 e 48 meses sobre o desenvolvimento infantil aos 48 meses.

O volume ainda conta com uma nota para a imprensa com um resumo dos principais resultados da tese e uma seção de considerações finais.



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



Tese de Doutorado

**INFLUÊNCIA DA ATIVIDADE FÍSICA E DO TEMPO DE TELA NO  
DESENVOLVIMENTO NA PRIMEIRA INFÂNCIA**

**Otávio Amaral de Andrade Leão**

Pelotas, RS, 2019

**Otávio Amaral de Andrade Leão**

**INFLUÊNCIA DA ATIVIDADE FÍSICA E DO TEMPO DE TELA NO  
DESENVOLVIMENTO NA PRIMEIRA INFÂNCIA**

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

Orientadora: Dra. Andréa Homsí Dâmaso

Co-orientador: Dr. Gregore Iven Mielke

Pelotas, RS

2019

## **Lista de Figuras**

**Figura 1:** Períodos do desenvolvimento.

**Figura 2:** Fluxograma da revisão de literatura sobre tempo de tela e desenvolvimento.

**Figura 3:** Fluxograma da revisão de literatura sobre atividade física e desenvolvimento.

**Figura 4:** Modelo teórico sobre o desenvolvimento na primeira infância.

**Figura 5:** Recrutamento e acompanhamentos da Coorte de nascimentos de 20015, Pelotas, RS.

**Figura 6:** Recrutamento e acompanhamentos da Coorte de nascimentos de 2004, Pelotas, RS.

**Figura 7:** Modelo de análise da associação entre tempo de tela e desenvolvimento.

## **Lista de Quadros**

**Quadro 1:** Descrição da busca bibliográfica.

**Quadro 2:** Revisão de literatura sobre a relação entre o tempo de tela e o desenvolvimento infantil.

**Quadro 3:** Revisão de literatura sobre a relação entre a atividade física e o desenvolvimento infantil.

**Quadro 4:** Variáveis independentes do estudo.



## ARTIGOS PROPOSTOS

**Artigo 1:** Análise transversal entre tempo de tela e desenvolvimento aos 48 meses nas coortes de 2004 e 2015.

**Artigo 2:** Atividade física medida por acelerometria aos 12, 24 e 48 meses e desenvolvimento aos 48 meses na coorte de 2015.

**Artigo 3 (revisão da literatura e meta-análise):** Atividade física e desenvolvimento na primeira infância.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
2.1	Desenvolvimento.....	21
2.2	Atividade Física.....	23
2.3	Tempo de tela.....	25
2.4	Revisão da literatura.....	26
2.4.1	Associação entre tempo de tela e desenvolvimento na primeira infância.....	28
2.4.2	Associação entre atividade física e desenvolvimento na primeira infância.....	31
<b>3</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>38</b>
<b>4</b>	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>41</b>
5.1	Geral.....	41
5.2	Específicos.....	41
<b>6</b>	<b>HIPÓTESES.....</b>	<b>42</b>
<b>7</b>	<b>MÉTODOS.....</b>	<b>42</b>
7.1	População em estudo.....	42
7.2	Critérios de inclusão.....	45
7.3	Critérios de exclusão.....	45
7.4	Operacionalização do desfecho.....	45
7.5	Operacionalização das exposições de interesse.....	47
7.5.1	Atividade Física.....	47
7.5.2	Tempo de Tela.....	48
7.6	Variáveis independentes do estudo.....	48
7.7	Plano de análise.....	50
7.7.1	Artigo 1: Associação entre tempo de tela e desenvolvimento aos 48 meses nas coortes de 2004 e 2015.....	50
7.7.2	Artigo 2: Atividade física medida por acelerometria aos 12, 24 e 48 meses e desenvolvimento aos 48 meses na coorte de 2015.....	51
7.8	Artigo de Revisão.....	52
<b>8</b>	<b>VANTAGENS E LIMITAÇÕES.....</b>	<b>53</b>
<b>9</b>	<b>CRONOGRAMA.....</b>	<b>54</b>
<b>10</b>	<b>ASPECTOS ÉTICOS.....</b>	<b>55</b>
<b>11</b>	<b>FINANCIAMENTO.....</b>	<b>55</b>
<b>12</b>	<b>DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>56</b>
<b>13</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>56</b>
<b>14</b>	<b>ANEXO 1 (Battelle).....</b>	<b>60</b>
<b>15</b>	<b>ANEXO 2 (Instruções do uso do acelerômetro aos 48 meses)....</b>	<b>85</b>
<b>16</b>	<b>ANEXO 3 (Tempo de tela).....</b>	<b>87</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento humano é um processo contínuo que ocorre desde a gestação e segue na vida adulta. A primeira infância (do nascimento até os cinco anos de idade) é considerada a principal fase do desenvolvimento <sup>(1)</sup>, e é nesta faixa etária que estão alguns períodos sensíveis e críticos das conexões neurais para desenvolver habilidades como audição e visão, linguagem, comportamento motor, cognitivo, sócio emocional e habilidades de autorregulação <sup>(2)</sup>. Tais habilidades do desenvolvimento são influenciadas por fatores internos (como genética, componentes biológicos, etc.) e fatores externos (experiências, interações, relações com família e outras crianças, fatores estressantes, etc.) <sup>(3)</sup>.

Dados recentes indicam que cerca de 80 milhões de crianças, de três e quatro anos, de países de média e baixa renda estão falhando em realizar atividades básicas do desenvolvimento, como reconhecer números ou letras, e pegar objetos com apenas dois dedos <sup>(4)</sup>. Nesse sentido, algumas estratégias para estimular um desenvolvimento adequado estão relacionadas ao cuidado quanto à saúde, nutrição, segurança, cuidados responsáveis, estímulo à aprendizagem e proteção social <sup>(5)</sup>.

Fatores comportamentais, como os citados anteriormente, podem apresentar diferentes efeitos sobre a saúde das crianças, como saúde cardio-metabólica, esquelética, composição corporal e também no seu desenvolvimento <sup>(6, 7)</sup>. Especificamente, a atividade física e o tempo de tela, possuem efeitos distintos em relação à saúde e desenvolvimento na primeira infância. Atividade física parece estar associada com saúde esquelética e muscular, cardiometabólica, aptidão física, desenvolvimento motor, cognitivo e psicossocial <sup>(6)</sup>. Por outro lado, tempo de tela, utilizando tempo assistindo televisão como um proxy, parece estar associado a piores status de adiposidade e menores escores de desenvolvimento cognitivo e psicossocial <sup>(7)</sup>.

Alguns estudos sugerem que crianças mais ativas apresentam um melhor escore de desenvolvimento cognitivo, função executiva, linguagem, habilidade motora e aprendizado de maneira geral. No entanto, ainda são necessários estudos longitudinais de base populacional e com amostras grandes para se compreender de forma adequada esta relação, inclusive verificando um possível efeito de dose-resposta <sup>(8-10)</sup>.

O tempo de tela é composto por diversos domínios, como televisão, computador,

videogame, tablet, smartphone, entre outros, e cada domínio apresenta tempos e padrões de uso diferentes<sup>(11, 12)</sup>. Tempo assistindo televisão parece estar associado a menores escores de desenvolvimento cognitivo, psicossocial, linguagem e função executiva<sup>(7, 11, 13)</sup>. Em contrapartida, programas educacionais na televisão, no computador e jogos, parecem melhorar habilidades cognitivas e o desempenho escolar<sup>(11)</sup>. Essa relação é importante pois o tempo de tela parece estar aumentando sua frequência e intensidade, inclusive com a evolução de novas tecnologias, como uso de tablets e smartphones. Além disso, crianças de dois a cinco anos passam em média três horas do seu dia em atividades utilizando telas<sup>(12)</sup>.

Considerando os efeitos de atividade física e do tempo de tela na saúde em geral, a Organização Mundial na Saúde (OMS) lançou no ano de 2019 suas primeiras recomendações para crianças menores de cinco anos de idade. Essas recomendações são divididas por categorias de idade, e em relação à três comportamentos: atividade física, tempo de tela sedentário e sono. Para atividade física a recomendação é de 180 min/dia de qualquer atividade ou 60 min/dia de atividades vigorosas, enquanto que para tempo de tela é de no máximo 60 min/dia. Apesar disso, a própria OMS indica que as recomendações são baseadas em evidências fracas, pois existem poucos estudos de alta qualidade sobre o tema nessa população<sup>(14)</sup>.

Nesse sentido, é importante compreender os efeitos desses comportamentos com estudos mais robustos, longitudinais e com medidas objetivas, para verificar os diferentes efeitos sobre o desenvolvimento infantil.

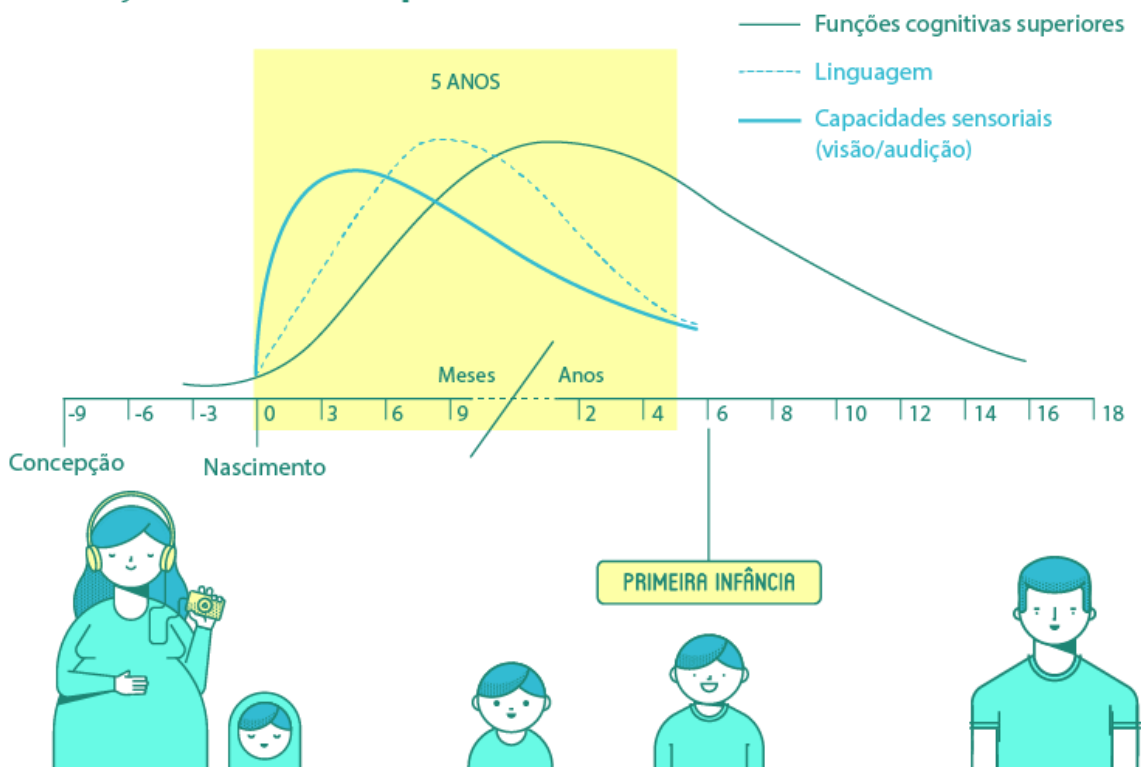
## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Desenvolvimento na primeira infância

A primeira infância, do nascimento até os cinco anos de idade, é considerada a principal fase do desenvolvimento<sup>(1)</sup> e é nesta faixa etária que algumas habilidades como audição, visão, desenvolvimento cognitivo, motor e linguagem são desenvolvidas através de novas conexões neurais (Figura 1).

Nesta faixa etária o cérebro possui maior plasticidade, que é a capacidade do de se adaptar e flexibilizar entre seus circuitos<sup>(15)</sup>. Importante destacar que a plasticidade se perde com o tempo, mas nunca desaparece, o que indica que comportamentos e aprendizados podem ser adquiridos ao longo da vida, mas a primeira infância parece ser um período sensível e crítico para aquisição de habilidades relacionadas ao desenvolvimento<sup>(15)</sup>.

#### Formação de novas sinapses



Fonte: Modificado de Charles A. Nelson, From Neurons to Neighborhoods, 2000

Figura 1: Períodos do desenvolvimento<sup>(2)</sup>.

Habilidades do desenvolvimento como visão, audição, linguagem, comportamento motor, cognitivo, sócio emocional e de autorregulação são programadas para ocorrer em período pré-estabelecido pelo cérebro, mas, as formas como elas ocorrem, variam conforme as experiências do indivíduo<sup>(15)</sup>. Essas experiências possuem grande importância no desenvolvimento da primeira infância, podendo ser tanto positivas como negativas. Como exemplo de experiências positivas temos a relação com os pais e outros adultos, também conhecida como “*serve and return*”, interação com outras crianças, viver em um ambiente saudável, ser estimulado, adotar hábitos saudáveis como praticar atividade física e reduzir o tempo de tela e sedentário, entre outros. Em contrapartida, comportamentos negativos podem atrapalhar o desenvolvimento infantil, como situações de stress crônico, negligenciamento, violência, pobreza e desnutrição<sup>(3)</sup>.

Também nessa faixa etária, mais especificamente dos três aos cinco anos, está o maior ganho em função executiva<sup>(16)</sup>, que é um grupo de habilidades que ajudam o indivíduo a focar em várias tarefas ao mesmo tempo, encontrar erros, tomar decisões conforme as informações disponíveis, rever seus planos conforme o necessário e resistir à vontade de deixar a frustração apressar suas tarefas. A função executiva possui uma relação estreita com desenvolvimento, visto que a mesma é o “link” ou elo de ligação entre sucesso escolar nas fases iniciais, aprendizado e o desenvolvimento social<sup>(17)</sup>.

Estimativa recente indica que mais de 200 milhões de crianças menores do que cinco anos, de países de média e baixa renda, não estão atingindo seu potencial de desenvolvimento. Essa estimativa foi feita através de indicadores de pobreza e déficit de crescimento, que estão diretamente relacionados com o desenvolvimento cognitivo e educacional<sup>(5)</sup>. Quando considerado um indicador direto de desenvolvimento cognitivo e psicossocial, cerca de 80 milhões de crianças na primeira infância, também de países de média e baixa renda, não atinge objetivos básicos relacionados ao desenvolvimento<sup>(4)</sup>.

Existem diversos instrumentos e maneiras de medir o desenvolvimento na primeira infância, tais como o INTERGROWTH-21st Neurodevelopmental Assessment (INTER-NDA)<sup>(1)</sup>, *Battelle Developmental Inventory* (BDI)<sup>(18)</sup>, *Bayley Scales of Infant Development* (BSID)<sup>(19)</sup>, *Early Childhood Development Index* (ECDI)<sup>(20)</sup>, entre outros. Esses instrumentos medem o desenvolvimento de diversas

maneiras, podendo ser com atividades para as crianças, questionário para os pais, através de aspectos específicos, como o desenvolvimento cognitivo, ou também podendo medir o desenvolvimento de maneira mais ampla<sup>(1)</sup>. No presente projeto será utilizado o BDI, que é um instrumento que mede cinco áreas do desenvolvimento infantil: pessoal-social, adaptativa, motora, comunicação e cognitiva, e pode ser administrado de três maneiras diferentes, situação estruturada, observação e entrevista com os pais ou outras fontes. Mais detalhes sobre o instrumento se encontram na seção 7.4 do presente projeto.

Independente da medida utilizada, o desenvolvimento infantil se tornou um aspecto importante de ser estudado e uma das principais faixas etárias para intervir e obter resultados na saúde e qualidade de vida dos indivíduos a curto, médio e longo prazo<sup>(2, 15, 21)</sup>. Nesse sentido, esse tema entrou na agenda da ONU, constando na seção de educação como um dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável para 2030, que especifica no seu item 4.2: “Até 2030, garantir que todas as meninas e meninos tenham acesso a um desenvolvimento de qualidade na primeira infância, cuidados e educação pré-escolar, de modo que eles estejam prontos para o ensino primário”<sup>(22)</sup>, ressaltando a importância atual do tema.

## **2.2 Atividade física**

A prática de atividade física é definida como: “Qualquer movimento produzido pela musculatura esquelética que resulte em gasto energético”<sup>(23)</sup>, e é reconhecidamente um fator importante para manutenção, tratamento e melhoria da saúde da população<sup>(24)</sup>. A inatividade física em adultos, definida como não atingir as recomendações globais de atividade física para a saúde, está diretamente relacionada com doenças crônicas não-transmissíveis e mortalidade<sup>(25)</sup>. Segundo dados recentes, cerca de 25% da população mundial não atinge as recomendações atuais de prática de atividade física<sup>(26)</sup>.

Quando consideramos a faixa etária da primeira infância, a prática de atividade física parece ter benefícios diversos na saúde dessas crianças, como muscular, esquelética, cardiometabólica, aptidão física, desenvolvimento motor, cognitivo e psicossocial<sup>(6)</sup>. A prática de atividade física também parece ter benefícios no desenvolvimento nessa idade, em diversos domínios, como cognitivo e motor<sup>(8-10)</sup>.

Os benefícios da atividade física sobre o desenvolvimento podem estar

relacionados à dois mecanismos: fisiológicos e de aprendizado<sup>(27)</sup>. Em relação aos mecanismos fisiológicos, algumas alterações biológicas como o aumento do fluxo sanguíneo cerebral, alterações em neurotransmissores do cérebro, mudanças estruturais no sistema nervoso central e nos níveis de excitação, podem ser causadas pelo efeito da prática de atividade física<sup>(27)</sup>. Já os mecanismos de aprendizado sugerem que a prática de atividade física é uma parte natural do desenvolvimento infantil, não apenas um comportamento saudável, e que através de jogos, brincadeiras e interações com o ambiente as crianças possuem mais oportunidades de aprendizado<sup>(27, 28)</sup>.

A recomendação global para prática de atividade física nessa faixa etária, da Organização Mundial da Saúde, só foi feita no ano de 2019, o que torna difícil uma estimativa em larga escala sobre sua prevalência<sup>(14)</sup>. No entanto, alguns países haviam lançado anteriormente suas recomendações de atividade física para crianças menores que cinco anos, como Austrália<sup>(29)</sup> e Canadá<sup>(30)</sup>. Estudos nestes países indicam que cerca de 30% de crianças atingem tais recomendações<sup>(14)</sup>.

Atualmente, a recomendação da OMS sobre prática de atividade física em crianças menores de cinco anos de idade está subdividida em três faixas etárias: menores de um ano, de um a três anos, e de três ou mais anos de idade. Para os menores de um ano é indicado que as crianças com mobilidade fiquem pelo menos meia hora de bruços. As outras duas faixas etárias dividem a mesma recomendação, de pelo menos 180 minutos de atividade física de qualquer intensidade por dia, sendo que para os maiores de três anos pelo menos 60 minutos deve ser de intensidade moderada a vigorosa<sup>(14)</sup>. Essa recomendação, segundo o próprio relatório, é baseada em evidências fracas, e foi composta juntamente com outros dois aspectos do dia, tempo sedentário e sono. Outras organizações também estão utilizando este formato de recomendação, com período de 24 horas e comportamentos combinados<sup>(31, 32)</sup>, pois tais comportamentos além de estarem associados, interagem entre si dentro do dia e, quando cumprem a recomendação em conjunto, fornecem benefícios ainda maiores à saúde<sup>(14)</sup>.

Apesar de haver uma recomendação atual para prática de atividade física na primeira infância, a mesma é baseada em evidências oriundas de uma combinação de medidas objetivas e subjetivas<sup>(14)</sup>. Diferentes medidas da atividade física possuem diferentes resultados, além de possuírem limitações variadas. Medidas



objetivas, como acelerômetros, e observação direta, que fornece informação sobre tipo e o contexto da atividade, parecem ser boas alternativas nessa faixa etária. Em contrapartida, questionários aplicados para os pais ou professores podem dar uma ideia desse comportamento, mas não são tão confiáveis quanto medidas diretas<sup>(33, 34)</sup>.

Outro aspecto importante, é que comportamentos relacionados ao estilo de vida adquiridos na infância tendem a persistir ao longo da vida<sup>(35)</sup>. Essa afirmação se confirma, não só em crianças na primeira infância, onde as mais ativas permanecem mais ativas nos anos seguintes<sup>(36)</sup>, mas também no futuro, onde adolescentes mais ativos tendem a se tornar adultos mais ativos<sup>(37)</sup>.

## **2.3 Tempo de tela**

Tempo de tela é definido como: “Tempo gasto em comportamentos baseados em tela. Esses comportamentos podem ser realizados de forma sedentária ou fisicamente ativa. Ex: Assistir TV, usar o celular/tablet, usar o computador, jogar videogames ativos, correr na esteira enquanto assiste TV”<sup>(38)</sup>. Tal comportamento parece estar aumentando, visto o aumento da oferta de dispositivos e conteúdos disponíveis nos dias de hoje.

A idade com que as crianças começam a interagir com dispositivos de tela passou de quatro anos para quatro meses, indicando que as crianças já “nascem” submersas em um mundo de tecnologias<sup>(12, 39)</sup>. Um estudo nos Estados Unidos, realizado em um centro médico pediátrico em região de baixa renda, verificou que o acesso a esses dispositivos é quase universal, com cerca de 96% de crianças na primeira infância utilizando os mesmos, com seu início de uso antes mesmo do primeiro ano de idade<sup>(40)</sup>.

Alguns fatores importantes em relação ao tempo de tela na primeira infância são a idade da criança, o tipo de programa (educacional ou voltado para adultos), o contexto do uso e o tipo de interação com a mídia (ex: videogames ou assistir televisão)<sup>(11)</sup>. Além disso, o próprio tempo em que a criança passa em frente a tela é de extrema importância, visto que varia conforme a idade e o dispositivo utilizado<sup>(12, 40)</sup>. Um estudo realizado em 2014 em uma comunidade de baixa renda nos Estados Unidos verificou que crianças menores que quatro anos passam cerca de 100 minutos por dia em tempo de tela, sendo o hábito de televisão quase a metade

desse tempo<sup>(40)</sup>. Outro estudo, também realizado nos Estados Unidos, em 2012, encontrou valores um pouco diferentes, mas que corroboram a ideia de variação na idade e tipos de dispositivos. Crianças menores que dois anos, passam em média 75 minutos por dia em tempo de tela, sendo que a televisão representou quase todo esse tempo, enquanto que crianças de dois a cinco anos passaram uma média de 180 minutos por dia, com a televisão representando cerca de dois terços desse tempo<sup>(39)</sup>.

Segundo a OMS, as recomendações sobre tempo de tela sedentário para crianças na primeira infância indicam que, para menores de dois anos não é recomendado nenhum tempo de tela sedentário durante o dia, enquanto que de dois até cinco anos não se recomenda mais do que uma hora<sup>(14)</sup>. Essas recomendações estão em conjunto com outros comportamentos que fazem parte das 24 horas das crianças, atividade física e sono, e foram baseadas em estudos de revisão. Entretanto, como as evidências utilizadas pelo relatório da OMS são consideradas fracas, esses pontos de corte podem não ser os mais adequados para saúde de uma maneira geral, representando menos ainda o contexto específico do desenvolvimento. Nesse sentido, considerando a recomendação de no máximo uma hora, pode-se dizer que as médias apresentadas anteriormente estão todas acima desse valor, o que pode representar efeitos negativos nessa faixa etária.

Considerando que o tempo de tela parece estar associado à saúde de crianças menores que cinco anos, como indutores de piores status de adiposidade e menores escores de desenvolvimento cognitivo e psicossocial, altas médias do mesmo parecem ser prejudiciais<sup>(7)</sup>. Entretanto, especificamente sobre o desenvolvimento, o tempo de tela parece ter efeitos diversos, variando principalmente conforme o dispositivo utilizado e o conteúdo<sup>(12)</sup>. Por exemplo, tempo assistindo televisão está associado a menores escores cognitivos, de linguagem, função executiva e psicossocial, podendo ser explicado por ser um comportamento mais passivo na grande maioria das vezes<sup>(7, 11, 13)</sup>. Por outro lado, programas educacionais na televisão e no computador, parecem melhorar habilidades cognitivas e o desempenho escolar<sup>(11)</sup>.

Assim, é importante continuar investigando o efeito do tempo de tela, através de diversos dispositivos, sobre o desenvolvimento, especialmente verificando se a atual recomendação da OMS é a mais adequada e associada com o desfecho.

## 2.4 Revisão da literatura

Foram realizadas buscas utilizando combinações de termos conforme demonstrado no Quadro 1. As buscas foram realizadas na base de dados *PubMed*, em maio de 2019, sem a utilização de filtros para limitação. Realizou-se a leitura dos títulos, resumos e textos completos, excluindo em cada etapa os estudos que não cumprissem os critérios de inclusão. Foram excluídos estudos fora do tema pesquisado, fora da faixa etária de estudo, revisões de literatura ou que não abordavam a associação desejada. Todas as referências identificadas na busca foram importadas para um arquivo do programa *EndNote*, e os artigos selecionados de cada busca se encontram nos seus respectivos quadros-resumo (Quadros 2 e 3).

**Quadro 1:** Descrição da busca bibliográfica.

Tópico de interesse	Descritores utilizados	Resultados
1. Tempo de tela	((((((((((screen time[Title/Abstract]) OR TV[Title/Abstract]) OR television[Title/Abstract]) OR computer use[Title/Abstract]) OR computer game[Title/Abstract]) OR video game[Title/Abstract]) OR television viewing[Title/Abstract]) OR screen media[Title/Abstract]) OR videogames[Title/Abstract]) OR screen-time[Title/Abstract]) OR screen based media[Title/Abstract]) OR sedentary behavior[Title/Abstract]) OR sedentary behaviour[Title/Abstract]) OR sedentary time[Title/Abstract]) OR sitting time[Title/Abstract]	33739
2. Atividade física	((((((((exercise[Title/Abstract]) OR physical activity[Title/Abstract]) OR movement[Title/Abstract]) OR motor activity[Title/Abstract]) OR psychomotor performance[Title/Abstract]) OR motor activit[Title/Abstract]) OR locomotor	571388

	activity[Title/Abstract]) OR inactivity[Title/Abstract]	
3. Desenvolvimento	((((((((((((neurodevelopment children[Title/Abstract]) OR child neurodevelopment[Title/Abstract]) OR infant neurodevelopment[Title/Abstract]) OR motor development children[Title/Abstract]) OR motor development infant[Title/Abstract]) OR motor development infants[Title/Abstract]) OR motor development child[Title/Abstract]) OR motor developmental[Title/Abstract]) OR psychomotor development[Title/Abstract]) OR psychomotor development children[Title/Abstract]) OR cognitive development children[Title/Abstract]) OR cognitive development child[Title/Abstract]) OR cognitive development childhood[Title/Abstract]) OR cognitive development infants[Title/Abstract]) OR cognitive development infancy[Title/Abstract]	10503
<b>Combinações entre os termos</b>		
5. "1" AND "3"	-	45
6. "2" AND "3"	-	426

Continuação Quadro 1.

## 2.5 Associação entre tempo de tela e desenvolvimento

Foram selecionados três artigos (Figura 2), um realizado em Taiwan<sup>(41)</sup>, um na Austrália<sup>(42)</sup> e um na Coreia do Sul<sup>(43)</sup>. Os estudos encontrados são recentes, indicando que o tema é um tópico novo a ser abordado. Além disso, todos apresentaram delineamento transversal.

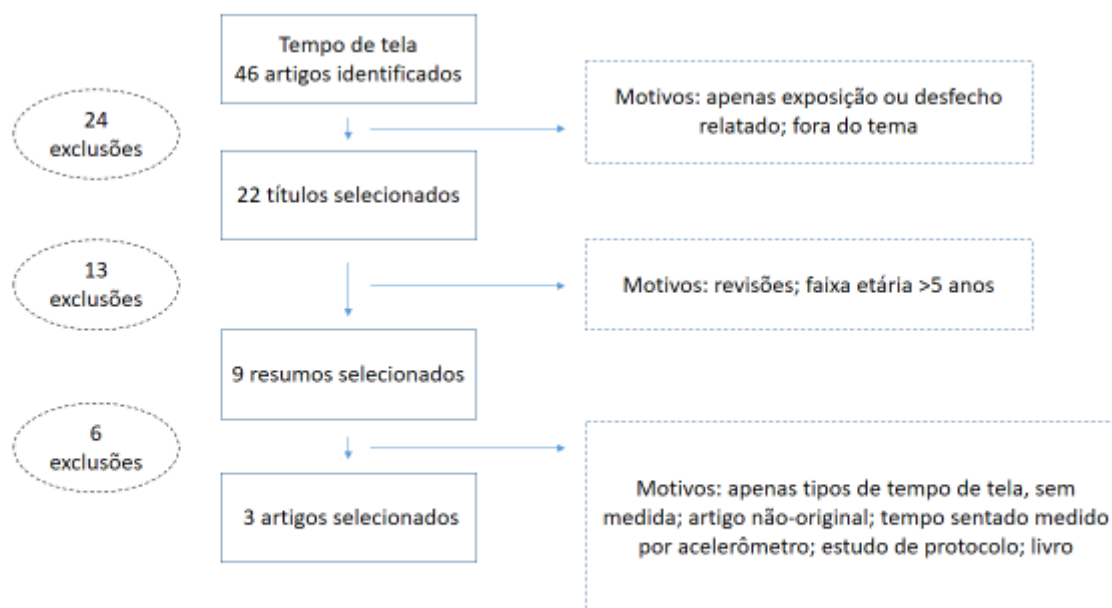


Figura 2: Fluxograma da revisão de literatura sobre tempo de tela e desenvolvimento.

O primeiro estudo<sup>(41)</sup>, realizado em Taiwan no ano de 2014, avaliou 150 crianças de 15 a 35 meses de idade de uma clínica pediátrica. Ao chegar na clínica, os pais eram perguntados se a criança fazia uso de algum dispositivo de tela, como televisão e smartphone, e se estariam dispostos a fazer parte de um estudo com testes de desenvolvimento. As crianças foram divididas em dois grupos, 75 que assistiam televisão (expostas) e 75 que não (não expostas), e posteriormente comparados seus escores do desenvolvimento. Para medida do desenvolvimento foi utilizado o *Bayley Scales of Infant Development-second edition* (BSID-II), versão chinesa para identificar habilidades de desenvolvimento cognitivo e de linguagem nas crianças. Além disso, esse mesmo estudo também utilizou o *Peabody Developmental Motor Scales-second edition* (PDMS-2) para avaliar habilidade

motora fina e ampla. Crianças categorizadas como expostas tiveram uma média de 132 min/dia de tempo assistindo televisão, enquanto que as crianças classificadas como não-expostas tiveram 16 min/dia<sup>(41)</sup>. Foi encontrada uma forte associação negativa entre tempo de tela e o desenvolvimento, onde as crianças consideradas como “expostas” tiveram 3,9 mais chance de ter atraso no desenvolvimento cognitivo (IC 95%: 1,4-5,9), 3,7 em motor (IC 95%: 1,5-9,3) e 3,3 de linguagem (IC 95%: 1,5-7,3). Além disso, educação materna e o cuidador não ser um dos pais estiveram associados com o tempo de tela.

O segundo estudo <sup>(42)</sup>, realizado na Austrália em 2015, investigou crianças com média de idade de 4,2 anos, participantes de um estudo maior chamado PATH-ABC e foram recrutadas em centros de cuidado infantil após devido sorteio da amostra de centros. O estudo investigou 248 crianças e avaliou a exposição de uma maneira mais ampla, investigando outros dispositivos de tela, como: programas de televisão/filmes/clipes da internet em dispositivos tradicionais (ex: TV/DVD), ou em outros dispositivos (tablet, DVD no carro, computador, notebook, smartphone), jogos/aplicativos em dispositivos portáteis (ex: tablet, smartphone, videogame) e videogame de console (ex: PlayStation, Xbox). Para avaliação do desenvolvimento sócio cognitivo, foram utilizados dois instrumentos, o *Test of Emotion Comprehension* (TEC), que avaliou o entendimento emocional dos participantes, e o *Theory of Mind* (TOM), que avalia como a criança é capaz de atribuir estados mentais em relação a outros. Não foi encontrada nenhuma associação entre a exposição e o desfecho, no entanto aqueles que atingiram as recomendações de ≤60min/dia de tempo de tela parecem ter melhores escores de desenvolvimento sócio cognitivo.

O último estudo encontrado<sup>(43)</sup>, utilizou dados do Korea Children and Youth Survey, que coletou dados em 2008 de crianças menores que 5 anos na Coreia. Foram estudadas 1870 crianças, as quais tiveram seu tempo assistindo televisão sendo perguntado para o cuidador primário. Como medida do desenvolvimento foi utilizado um questionário estabelecido e desenvolvido para crianças coreanas, baseado em diversos outros instrumentos, considerando desenvolvimento cognitivo como mudanças na estrutura cognitiva que podem acontecer com o decorrer do tempo, e desenvolvimento de linguagem como a aquisição de um sistema ordenado de regras que cada membro adulto da comunidade compreende em falar, ouvir e

escrever. A prevalência de tempo assistindo televisão <1h/dia foi de 42,5% para os dias de semana e 33,9% para os dias de final de semana. Considerando a associação entre tempo assistindo televisão e o desenvolvimento, apenas os que apresentaram 1-3h/dia nos finais de semana tiveram maior chance de melhores escores linguísticos (OR=1,44,  $p<0,05$ ). No entanto, apesar de não haver associação significativa, todas as medidas de efeito do tempo assistindo televisão indicam uma associação positiva com escore cognitivo e de linguagem. Outro fator bastante associado positivamente foi o fato de assistir TV com o cuidador primário ou secundário, que mostrou relação com ambos escores.

Poucos estudos foram encontrados e são recentes, o que indica que este tema é uma temática bastante atual. Além disso, parece não estar bem claro o efeito do tempo de tela sobre o desenvolvimento, visto que os estudos não avaliaram amostras grandes e apresentaram delineamento transversal, indicando a necessidade de estudo longitudinais para verificar o efeito da exposição no início da vida das crianças.

## **2.6 Associação entre atividade física e desenvolvimento**

Foram selecionados quatro artigos, realizados na Austrália<sup>(42)</sup>, Coréia do Sul<sup>(43)</sup>, China<sup>(44)</sup> e Itália<sup>(45)</sup>. Dos quatro estudos, apenas um não apresentou delineamento transversal, sendo um ensaio clínico não-randomizado<sup>(45)</sup>.

O estudo de<sup>(42)</sup>, também encontrado na busca referente a associação entre tempo de tela e desenvolvimento, analisou dados de 248 crianças Australianas, com média de idade de 4,2 anos. As crianças foram avaliadas através de acelerômetros (ActiGraph GT3X+) para medir a prática de atividade física. Os acelerômetros foram utilizados na cintura, na altura do quadril do lado direito, por uma semana. Foi considerado tempo de não uso como pelo menos 20 minutos com 0 *counts*, e a criança era incluída na análise caso tivesse pelo menos um dia de dado válido. Atividade física total ( $\geq 25$  counts/15s) e atividade física moderada a vigorosa ( $\geq 420$  counts/15s) foram definidas utilizando pontos de corte adequados para crianças. A medida do desenvolvimento sócio cognitivo foi feita através de dois instrumentos, o *Test of Emotion Comprehension*, que avaliou o entendimento emocional dos participantes, e o *Theory of Mind*, que avalia como a criança é capaz de atribuir estados mentais em relação a outros. A média de atividade física total foi de 373

min/dia e 102 min/dia para atividade física moderada a vigorosa. Não foi encontrada associação significativa entre exposição e desfecho, apesar disso, aqueles que seguiram as recomendações de atividade física tiveram maiores escores no teste de compreensão emocional.

Outro estudo<sup>(43)</sup>, também encontrado na busca anterior, avaliou 1870 crianças Coreanas com menos de cinco anos de idade. O mesmo avaliou a prática de atividade física através de uma questão feita para o cuidador primário da criança, onde era perguntada a frequência de prática de atividade física da criança na última semana. A resposta poderia ser dada em cinco categorias, mas para fins de análise foram escolhidas três: nenhuma, 1-3 h/sem e  $\geq 3$ h/sem. Para análise do desenvolvimento utilizou um questionário elaborado para crianças coreanas, baseado em diversos outros instrumentos, considerando desenvolvimento cognitivo como mudanças na estrutura cognitiva que podem acontecer com o decorrer do tempo, e desenvolvimento de linguagem como a aquisição de um sistema ordenado de regras que cada membro adulto da comunidade compreende em falar, ouvir e escrever. As crianças avaliadas apresentaram cerca de 22%  $\geq 3$  h/sem de atividade física. Na associação com o desfecho crianças que apresentaram de 1-3 h/sem e  $\geq 3$  h/sem tiveram mais chances de melhores escores cognitivos (OR=1,45 e OR=1,58, respectivamente). A mesma relação foi verificada na parte de linguagem (OR=1,60 e OR=1,35, respectivamente), sendo que apenas na última categoria mencionada a associação encontrada não foi significativa.

O terceiro estudo encontrado<sup>(44)</sup>, avaliou 260 crianças com média de idade de 57,2 meses. As crianças fazem parte de um estudo chamado “The Physical Activity and Cognitive Function Study” e foram recrutadas de sete creches na cidade de Shanghai. A prática de atividade física dessas crianças foi mensurada através de acelerômetros (ActiGraph GT3X+), utilizados no lado direito da cintura durante o tempo acordado por sete dias. Como parte da medida do acelerômetro, foi utilizada *epoch* de 1 segundo, assim como pontos de corte de 101-1679 counts/min para atividade leve e  $\geq 1680$  para atividade moderada a vigorosa. Foram consideradas crianças com dados válidos aquelas que apresentaram pelo menos três dias válidos, sendo um de final de semana, com pelo menos oito horas de utilização. A medida do desenvolvimento foi realizada através da versão curta e chinesa do *Wechsler Young Children Scale of Intelligence* (C-WYCSI). As crianças do estudo apresentaram



média de 98 min/dia para atividade física leve e 71 min/dia para atividade física moderada a vigorosa, sendo que apenas atividade física leve dos meninos esteve associada ao quociente de inteligência, mesmo após diversos ajustes para fatores de confusão, apresentando uma medida de efeito de  $\beta=0,21$ .

O ensaio clínico randomizado<sup>(45)</sup> foi realizado envolvendo creches que obtiveram uma intervenção ligada à educação física, comparado a uma controle que não possuía a intervenção. No total foram estudadas 119 crianças, divididas em grupo intervenção e grupo controle. As crianças apresentaram características demográficas semelhantes entre os dois grupos, sendo que a média de idade no grupo intervenção era de 57,4 meses e no grupo controle de 52,1. A intervenção do estudo era composta por atividades que tinham o objetivo de desenvolver consciência corporal, comportamento motor e habilidades sensoriais. A mesma foi realizada por 16 semanas, duas vezes por semana, com cada sessão durando cerca de 60 minutos. Cada sessão era composta por uma fase de aquecimento e interação social (5 minutos), fase central para desenvolver aptidão e motivação (50 min), incluindo as atividades planejadas, e uma fase final de volta a calma e feedback (5 min). O desenvolvimento foi medido através do controle de objetos e habilidades locomotoras pela versão italiana do teste de desenvolvimento motor amplo. O grupo intervenção mostrou aumento significativo em habilidades locomotoras ( $p<0,001$ ) e de controle de objetos ( $p<0,001$ ) comparado com o grupo controle.

Semelhante ao tempo de tela, a busca de artigos sobre a relação entre atividade física e o desenvolvimento na primeira infância encontrou poucos estudos. Além de serem estudos recentes, quase todos são de delineamento transversal, indicando a necessidade do entendimento dessas variáveis de uma maneira longitudinal. Em geral, crianças mais ativas fisicamente apresentaram melhores escores de desenvolvimento.

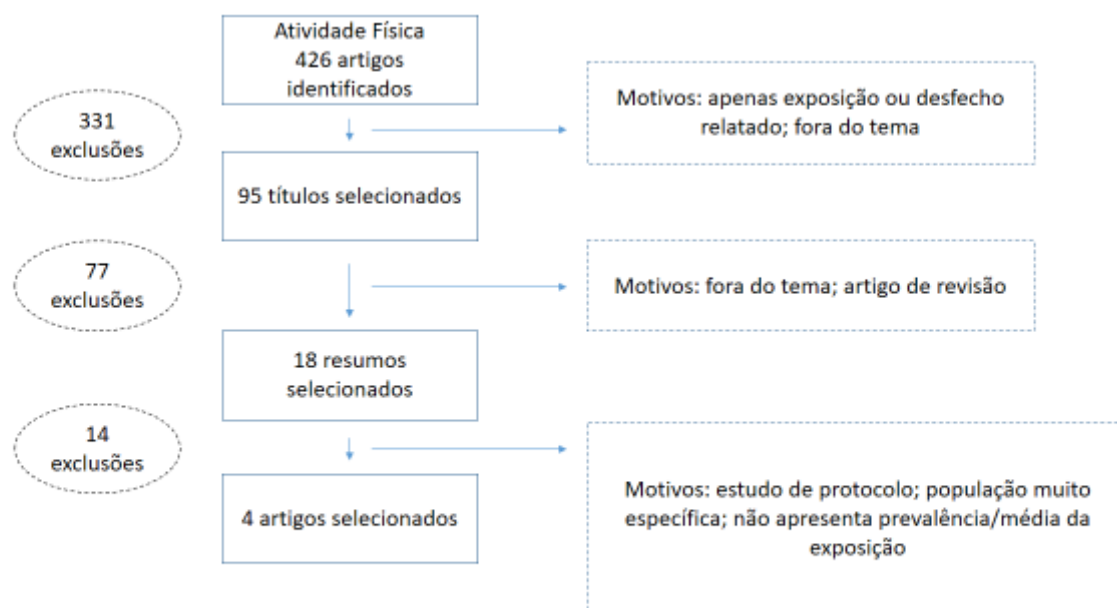


Figura 3: Fluxograma da revisão de literatura sobre atividade física e desenvolvimento.

Quadro 2. Revisão de literatura sobre a relação entre o tempo de tela e o desenvolvimento infantil.

AUTOR/PAÍS/ ANO	TÍTULO	TIPO DE ESTUDO	AMOSTRA	MEDIDA DA EXPOSIÇÃO	RELAÇÃO EXPOSIÇÃO X DESEFECHO	FATORES DE CONFUSÃO/MEDIADO RES	OBSERVAÇÕES
<b>L.-Y. Lin et al./Taiwan/2015<sup>(41)</sup></b>	Effects of television exposure on developmental skills among young children	Transver sal	150 75 expostos 75 não expostos Média de idade de 24 meses	Expostos: 137.2min/dia Não expostos: 16.3 min/dia	Crianças mais expostas à televisão tiveram mais chance de ter atraso no desenvolvimento: Motor: OR=3.7 Linguagem: OR=3.3 Cognitivo: OR=3.9	Menor educação materna e o cuidador não ser um dos pais estiveram positivamente associados com exposição.	Necessidade de estudos longitudinais, com amostras maiores e menos específicas. Encorajar pais para evitar comportamento sedentário e incentivar prática de atividade física.
<b>Cliff D.P. et al./Austrália/2017<sup>(42)</sup></b>	Adherence to 24-Hour Movement Guidelines for the Early Years and associations with social-cognitive development among Australian preschool children	Transver sal	248 pré-escolares Média de idade 4,2 anos	17,3% tiveram uma hora ou menos de tempo de tela por dia. Média de 139 min/dia	Não foi encontrada diferença no desempenho cognitivo daquelas crianças que apresentaram menos que uma hora de tempo de tela, daquelas que apresentaram mais	Apesar de não haver diferença individualmente, quando combinado o ponto de corte do tempo de tela, com atividade física e sono, as crianças que atingiram as três recomendações apresentaram melhor desempenho nos testes cognitivos.	Necessidade de estudos longitudinais com amostras maiores. Sugerem ações para diminuir o tempo de tela das crianças.
<b>Lee et al./Coréia do</b>	Television viewing,	Transver sal	1870 crianças de	<1h/dia em dia de semana:	Na análise bruta não se observou	Assistir TV com o cuidador primário e	Sugerem estudos longitudinais.

<b>Sul/2017<sup>(43)</sup></b>	reading, physical activity and brain development among young South Korean children		0-5 anos	42,5% <1h/dia em final de semana: 33,9%	associação entre tempo de TV com desenvolvimento cognitivo e linguístico. Apenas os que apresentaram 1-3h/dia nos finais de semana tiveram maior chance de melhores escores linguísticos (OR=1,44, p<0,05)	secundário parece estar associado com melhores escores de desenvolvimento cognitivo e linguístico.	
--------------------------------	--	--	----------	---	--	--	--

Continuação Quadro 2.

Quadro 3. Revisão de literatura sobre a relação entre a atividade física e o desenvolvimento infantil

AUTOR/PAÍS/ ANO	TÍTULO	TIPO DE ESTUDO	AMOSTRA	MEDIDA DA EXPOSIÇÃO	RELAÇÃO EXPOSIÇÃO X DESFECHO	FATORES DE CONFUSÃO/MEDIADORES	OBSERVAÇÕES
<b>Battaglia et al./Itália/2019<sup>(45)</sup></b>	The Development of Motor and Pre-literacy Skills by a Physical Education Program in Preschool Children: A Non-randomized Pilot Trial	Ensaio clínico não-randomizado	119 pré-escolares. Média de idade de $\pm 55$ meses	Grupo intervenção (N=90), realizou duas sessões de 60 min/sem durante 16 semanas	Grupo intervenção melhorou habilidades locomotoras, de controlar objetos e quociente de desenvolvimento motor amplo.	Grupo intervenção apresentou melhoras em todas atividades pré e pós intervenção, mas não foi melhor que o grupo controle em todos desfechos.	Atividades físicas em pré-escolares podem ter efeitos benéficos não só em habilidades motoras, mas também cognitivas.
<b>Cliff D.P. et al./Austrália/2017<sup>(42)</sup></b>	Adherence to 24-Hour Movement Guidelines for the Early Years and associations with social-cognitive development among Australian preschool children	Transversal	248 pré-escolares Média de idade 4,2 anos	93,1% tiveram $\geq 180$ min/dia de atividade física total, incluindo $\geq 60$ min/dia de atividade moderada a vigorosa. Média de 373 min/dia AF total. Média de 102 min/dia AF moderada a vigorosa.	Não foi encontrada diferença no desempenho cognitivo daquelas crianças que apresentaram menos que três horas de atividade física total, daquelas que apresentaram mais.	Apesar de não haver diferença individualmente, quando combinado o ponto de corte da atividade física, tempo de tela e sono, as crianças que atingiram as três recomendações apresentaram melhor desempenho nos testes cognitivos. Meninos apresentaram maior média de atividade física moderada a vigorosa, em relação as meninas.	Necessidade de estudos longitudinais com amostras maiores. Medida da atividade física feita através do uso de acelerômetros.

<b>Lee et al./Coréia do Sul/2017<sup>(43)</sup></b>	Television viewing, reading, physical activity and brain development among young South Korean children	Transversal	1870 crianças de 0-5 anos	22,4% realizaram ≥3 horas/semana de atividade física.	Aquelas crianças que realizaram 1-3 h/sem (OR=1,45) e ≥3 h/sem (OR=1,58) obtiveram melhor escore cognitivo em relação aquelas com < 1h/sem. Além disso, aquelas que realizaram 1-3 h/sem, também tiveram melhor escore linguístico (OR=1,60).	Crianças que participavam de atividade física diariamente com o cuidador primário apresentaram maior escore linguístico e menor cognitivo. Aquelas que participavam de atividade física diariamente com o cuidador secundário apresentaram maiores escores cognitivos e linguístico em atividades dentro de casa, e menores em atividade fora de casa.	Sugerem estudos longitudinais, que incentivem a prática de atividade física. Além disso indicam que os pais podem ser um mediador importante entre as associações observadas.
<b>Quan et al./China/2018<sup>(44)</sup></b>	Preschoolers' Technology-Assessed Physical Activity and Cognitive Function: A Cross-Sectional Study	Transversal	260 pré-escolares. Média de idade de 57 meses.	Média de AF leve: 98 min/dia Média de AF moderada a vigorosa: 71 min/dia	Em média, meninos que apresentaram mais AF leve, tiveram melhores escores de QI. $\beta=0,21$ para VIQ; $\beta=0,21$ para PIQ; $\beta=0,24$ para FIQ. Não foi	Existe diferença entre os sexos na prática de atividade física, o que pode ser observado também na relação entre exposição e desfecho, onde apenas nos meninos foi encontrada uma associação significativa, mesmo após diversos ajustes.	Sugerem estudos longitudinais. Além disso, sugerem verificar a relação exposição/desfecho entre sexos. Medida da exposição através de acelerômetros.

					<p>encontrada associação para MVPA em ambos sexos.</p>		
--	--	--	--	--	--	--	--

Continuação Quadro 3.

### 3 MARCO TEÓRICO

Segundo a literatura, o desenvolvimento ocorre de duas maneiras, via genética, definindo quando as conexões cerebrais são feitas, e também via experiência/interação, que define como essas conexões são formadas<sup>(15)</sup>. A via das experiências e interações é formada por diversas características, comportamentos, relação que a criança tem com os adultos e o meio que está inserida.

Características socioeconômicas e demográficas também influenciam o desenvolvimento na primeira infância. Alguns estudos têm mostrado que menor renda, ou crianças em ambiente com menor nível socioeconômico, possuem menores escores no desenvolvimento<sup>(4, 5, 46)</sup>. Nesse sentido, outras duas características, correlacionadas à renda, como viver em zona rural e menor escolaridade materna, também estão associadas a um menor escore de desenvolvimento<sup>(4, 46)</sup>. Essa relação pode ser devido à falta de oportunidades, infraestrutura, acesso à saúde e educação de qualidade.

Quanto ao sexo da criança, parece que existe uma certa diferença biológica em relação ao desenvolvimento. Alguns estudos têm indicado que crianças do sexo masculino apresentam piores escores no desenvolvimento, especialmente considerando países de média e baixa renda<sup>(4, 47, 48)</sup>.

Outras características biológicas, são a idade gestacional e o peso ao nascer. Crianças nascidas com baixo peso ao nascer (<2500 gramas) e pré-termo (<37 semanas) apresentaram menor escore de desenvolvimento comparadas aquelas a termo e com peso ao nascer normal<sup>(47, 48)</sup>. Esse atraso no desenvolvimento pode estar relacionado à um crescimento físico do cérebro, pois crianças menores ou que nasceram com menos tempo de gestação, não possuem um volume cerebral tão desenvolvido.

Uma das principais características quando se fala de desenvolvimento é a interação com os pais e a estimulação dos mesmos em relação aos seus filhos. Diversos estudos apontam que crianças menos estimuladas, cujos pais não leram livros ou historinhas por exemplo, possuem menores escores de desenvolvimento<sup>(4, 46, 49)</sup>. Ainda, a estimulação pelos pais é uma das intervenções mais recomendadas, visto sua praticidade e sua importância em relação ao desenvolvimento da criança<sup>(49)</sup>.



Algumas evidências têm mostrado que crianças que frequentam a creche ou outros programas de cuidado, baseados em centros especializados, possuem efeitos positivos de curto e longo prazo no seu desenvolvimento<sup>(50)</sup>. O fato de estar envolvido com atividades estruturadas no dia a dia, assim como a interação com outros adultos e crianças da mesma faixa etária pode ser um estímulo ao desenvolvimento.

Crianças em situação de privação psicossocial grave, como residentes em lares temporários e/ou lares adotivos, parecem ter resultados diferentes relacionados ao desenvolvimento. Quando comparadas, crianças em lares adotivos com aquelas ainda nas instituições, as adotadas apresentam melhores resultados de desenvolvimento<sup>(5)</sup>. Essa relação varia também conforme a idade em que a criança é adotada, e o mais importante, é influenciada pela situação de stress em que a criança está vivendo<sup>(5, 15)</sup>.

Uma característica relacionada não só ao desenvolvimento, mas ao crescimento da criança como um todo, é o déficit de crescimento. Ele está bastante associado com o desenvolvimento na primeira infância e mais tarde na vida escolar<sup>(4, 5)</sup>. Essa relação se dá principalmente em países de média e baixa renda, e normalmente é causada pela desnutrição, devido a situação de pobreza que vivem as famílias<sup>(5)</sup>.

Alguns comportamentos importantes da criança são a prática de atividade física e o tempo de tela. Em relação à prática de atividade física, a mesma parece ter benefícios no desenvolvimento nessa faixa etária, em diversos domínios, como cognitivo e motor<sup>(8-10)</sup>. Em contrapartida, o tempo de tela parece ter efeitos diversos sobre o desenvolvimento, podendo estar associados a menores escores de desenvolvimento, considerando o tempo assistindo televisão, mas caso o conteúdo da televisão, ou computador, seja algo educacional, parece melhorar habilidades cognitivas e educacionais<sup>(11, 12)</sup>. Além disso, esses dois comportamentos estão associados entre si, indicando a necessidade de investigá-los conjuntamente.

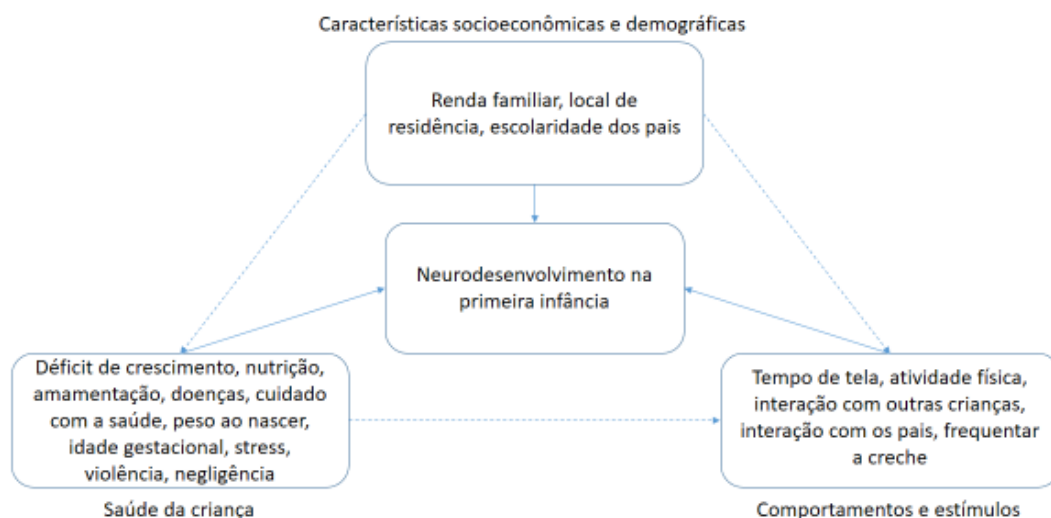


Figura 4. Modelo teórico sobre o desenvolvimento na primeira infância.

#### 4 JUSTIFICATIVA

A primeira infância é um período crítico/sensível do desenvolvimento<sup>(1)</sup>. Estimativas recentes sobre o desenvolvimento infantil indicam que cerca de 43% de crianças menores de cinco anos que vivem em países de baixa ou média renda estão em risco de não atingir seu potencial<sup>(5)</sup>.

Estima-se que cerca de 80 milhões de crianças em idade pré-escolar não estão atingindo metas básicas relacionadas a habilidades cognitivas ou sócio emocionais<sup>(4)</sup>. Essas habilidades podem ser influenciadas por fatores intrínsecos (como genética ou aspectos biológicos) e extrínsecos (relacionados a comportamentos, interação com pais e outras crianças, e também o ambiente que estão inseridos)<sup>(3)</sup>.

Dois fatores extrínsecos importantes são a prática de atividade física e o tempo de tela. A prática de atividade física está relacionada não só ao desenvolvimento das crianças na primeira infância<sup>(8)</sup>, mas também à saúde de uma maneira geral, tanto nessa faixa etária<sup>(6)</sup>, quanto na idade adulta<sup>(25)</sup>. O tempo de tela parece também ser um fator importante na vida das crianças, visto que está aumentando e possui efeitos tanto positivos, quanto negativos, em relação ao desenvolvimento<sup>(11, 12)</sup>.

Considerando a importância e o impacto de crianças que não se desenvolvem de uma maneira adequada, para as populações e saúde de uma maneira geral, o desenvolvimento infantil está como um dos fatores citados nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU para 2030, que especifica no seu item 4.2: *“Até 2030, garantir que todos as meninas e meninos tenham acesso a um desenvolvimento de qualidade na primeira infância, cuidados e educação pré-escolar, de modo que eles estejam prontos para o ensino primário”*<sup>(22)</sup>.

Vale ressaltar que a literatura sobre o tema ainda é escassa, por ser uma área que é estudada há pouco tempo. Além disso, os estudos encontrados em sua maioria possuem caráter transversal, com poucos participantes e medidas subjetivas em relação à prática de atividade física e tempo de tela, indicando que estudos longitudinais, com amostras grandes e medidas objetivas serão de grande contribuição para a área.

Sendo assim, investigar fatores associados ao desenvolvimento na primeira infância, especialmente comportamentos que tendem a se reproduzir na vida adulta, é de extrema importância para compreender seus efeitos no desenvolvimento, assim como possibilitar a formulação de possíveis intervenções visando garantir que todas as crianças atinjam seu potencial.

## **5 OBJETIVOS**

### **5.1 Geral**

Avaliar a associação entre atividade física e o tempo de tela no desenvolvimento de crianças aos 48 meses de idade das Coorte de Nascimentos de Pelotas, RS.

### **5.2 Específicos**

- ✓ Verificar associação entre tempo assistindo televisão e desenvolvimento aos 48 meses na Coorte de 2004 e 2015;
- ✓ Avaliar diferença entre tempo de tela entre as Coortes de 2004 e 2015;

✓ Verificar a associação entre tempo de tela e o desenvolvimento aos 48 meses nas Coortes de 2004 e 2015;

✓ Avaliar o efeito da atividade física aos 12, 24 e 48 meses sobre o desenvolvimento aos 48 meses;

## **6 HIPÓTESES**

✓ Crianças que passaram mais tempo assistindo televisão apresentarão piores escores de desenvolvimento, tanto na Coorte de 2004, como na de 2015;

✓ O tempo de televisão será maior na Coorte de 2004 do que na Coorte de 2015;

✓ Tempo de outras telas, como smartphone e *tablet*, apresentará uma média elevada e estará associado positivamente com o desenvolvimento na Coorte de 2015;

✓ Será encontrada associação positiva, aos 12, 24 e 48 meses da prática de atividade física com o desenvolvimento aos 48 meses;

## **7 MÉTODOS**

Serão realizados dois artigos originais e um de revisão sistemática. Primeiramente serão descritas as metodologias dos artigos originais 1 e 2, e após a metodologia do artigo 3, de revisão sistemática. Os artigos 1 e 2 envolvem a Coorte de Nascimentos de Pelotas no ano de 2015, no entanto o Artigo 1 também inclui a Coorte de nascimentos de Pelotas de 2004.

### **7.1 População em estudo**

O estudo será baseado nas informações coletadas pela Coorte de Nascimentos de Pelotas de 2004 e de 2015. Referente a população da Coorte 2015, todos os nascidos vivos de mães residentes na zona urbana de Pelotas-RS, cujos partos ocorreram em hospitais (cerca de 99%) entre 1º de janeiro e 31 de dezembro de 2015, foram incluídos no estudo. Diferente das outras Coortes de Pelotas, a

Coorte de 2015 começou seu recrutamento na fase de pré-natal, permitindo estudar de maneira mais detalhada variáveis relacionadas ao parto, sendo que esta fase contou com cerca de 73,8% de mães que participam da amostra oficial da Coorte. O objetivo da Coorte de 2015 quando lançada foi de fornecer informações detalhadas sobre tendência temporal de saúde infantil e materna, comportamentos, desenvolvimento infantil, atividade física e seus fatores associados. Foram elegíveis 4333 crianças, das quais, após perdas e recusas, 4275 nascidos vivos formaram a amostra total do estudo<sup>(51)</sup>. A partir da linha de base, outros acompanhamentos foram realizados, conforme descrito na figura abaixo (Figura 5).



Figura 5. Recrutamento e acompanhamentos da Coorte de nascimentos de 20015, Pelotas, RS<sup>(49)</sup>.

As taxas de resposta de cada acompanhamento foram calculadas a partir do número de entrevistados mais os óbitos, sobre o total de elegíveis, e estão descritas a seguir:

- ✓ **Taxa do perinatal = 98,7%.**
- ✓ **Taxa dos 3 meses = 97,2%.**
- ✓ **Taxa dos 12 meses = 95,4%.**
- ✓ **Taxa dos 24 meses = 95,4%.**

Quanto a Coorte de 2004, todos os nascimentos que ocorreram na cidade de Pelotas, de 1 de Janeiro a 31 de Dezembro, foram incluídos. Cerca de 99% dos nascidos vivos, e suas mães, em hospitais urbanos da cidade de Pelotas foram

acompanhados no estudo perinatal. O objetivo da Coorte de 2004 era investigar o impacto de exposições precoces na vida (condições pré e pós parto, características maternas socioeconômicas, demográficas e ambientais, amamentação, desenvolvimento infantil, infecções, acidentes, acesso ao serviço de saúde, seu uso e financiamento) em desfechos de saúde e investigar desigualdades em saúde. No estudo do perinatal foram acompanhadas 4231 crianças, compondo a amostra oficial do estudo. Descrição da linha de base e de outros acompanhamentos até os seis anos consta abaixo na Figura 6<sup>(52)</sup>.

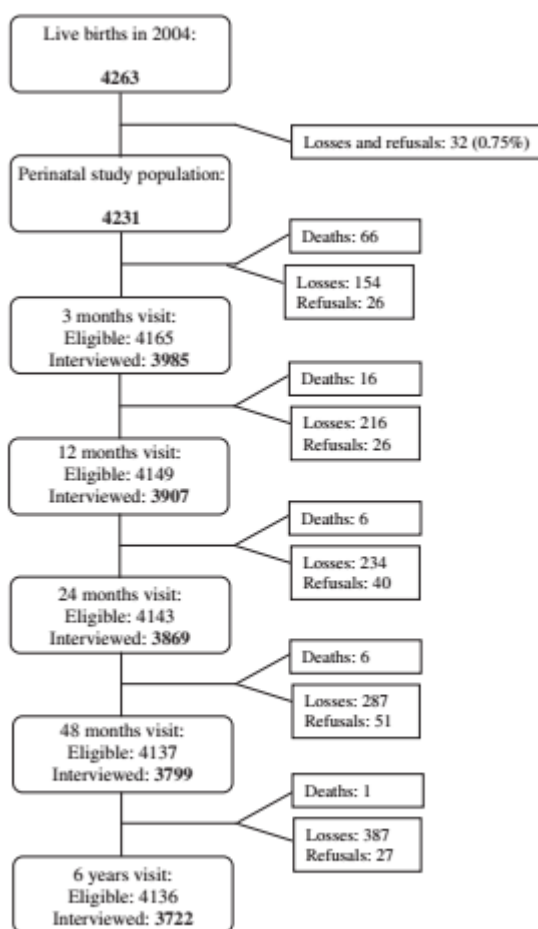


Figure 1. Flow chart of the 2004 Pelotas Birth Cohort.

Figura 6. Recrutamento e acompanhamentos da Coorte de nascimentos de 2004, Pelotas, RS<sup>(52)</sup>.

## 7.2 Critérios de inclusão

Como critérios de inclusão serão consideradas as crianças acompanhadas aos 48 meses das Coortes de 2015 e 2004, com informações referentes ao desenvolvimento. Referente às exposições principais, serão incluídas crianças com

dados válidos de tempo de tela e atividade física medida por acelerometria nos devidos acompanhamentos de análise.

### **7.3 Critérios de exclusão**

Na linha de base da coorte foram excluídos os nascidos vivos em hospitais cujas mães não residiam na zona urbana do município de Pelotas. Neste estudo, serão excluídos os indivíduos com alguma incapacidade física ou mental que não impossibilitasse a aplicação do instrumento de medida do desfecho. Para os dados de acelerometria, foram excluídos todos os indivíduos que residiam fora da cidade de Pelotas.

### **7.4 Operacionalização do desfecho**

O desenvolvimento será avaliado através do Battelle Developmental Inventory (BDI)<sup>(18)</sup>. Este instrumento foi utilizado no acompanhamento dos 48 meses na coorte de 2004 e está sendo aplicado no acompanhamento dos 48 meses da Coorte de 2015. O BDI é um instrumento que mede cinco áreas do desenvolvimento infantil: pessoal-social, adaptativa, motora, comunicação e cognitiva. Essas áreas são formadas por diversas características:

- ✓ Pessoal/Social: interação com adultos; expressão de sentimento/afeto; autoconceito (por exemplo, conhece seu nome); interação com pares; colaboração (por exemplo, segue regras da vida cotidiana); papel social (por exemplo, reconhece diferenças entre homens e mulheres).

- ✓ Adaptativa: atenção (por exemplo, presta atenção a sons ou atividades de pessoas a sua volta); alimentação (por exemplo, pega água da torneira/filtro/garrafa sem ajuda); vestir-se (por exemplo, se veste e tira a roupa sozinho); responsabilidade pessoal (por exemplo, completa tarefas de duas ações como pegar o giz de cera e fazer um desenho num papel); limpeza pessoal (por exemplo, dorme sem fazer xixi na cama).

- ✓ Motora: controle motor (por exemplo, ficar em pé sozinho); coordenação motora; locomoção; motricidade fina; motricidade perceptiva (por exemplo, copia um triângulo).

- ✓ Comunicação: receptiva; expressiva.

✓ Cognitiva: discriminação perceptiva (por exemplo, identifica objetos pelo tato); memória; raciocínio e habilidades escolares; desenvolvimento conceitual (por exemplo, identifica diferentes tamanhos- grande e pequeno).

Nas coortes de Pelotas a aplicação do instrumento ocorre por entrevistadoras treinadas, com supervisão de psicólogas. Os critérios de pontuação do desempenho da criança sistema de três pontos, conforme descrito abaixo:

✓ 2 pontos = a criança responde plenamente de acordo com o critério estabelecido

✓ 1 ponto = a criança tenta realizar a tarefa proposta mas não consegue alcançar totalmente o critério estabelecido

✓ 0 pontos = a criança não consegue ou não quer tentar realizar a tarefa proposta ou sua resposta é uma aproximação extremamente pobre ao desempenho desejado

Essa pontuação também é baseada em opções de resposta: 90% das vezes ou mais; 50% das vezes; muito poucas vezes ou nunca. O protocolo têm sua aplicação dividida conforme a faixa etária, e a seguinte distribuição é a mesma para as cinco áreas (Área pessoal-social, Adaptativa, Motora, Comunicação e Cognitiva):

✓ Faixa etária de 4 a 5 anos (2 itens)

✓ Faixa etária de 3 a 4 anos (2 itens)

✓ Faixa etária de 2 a 3 anos (2 itens)

✓ Faixa etária de 1 ano e meio a 2 anos (2 itens)

✓ Faixa etária de 1 ano até 1 e meio (2 itens)

✓ Faixa etária de 6 a 11 meses (2 itens)

✓ Faixa etária do nascimento até os 5 meses (2 itens)

O protocolo têm seu início com todas as crianças no item 1 da área pessoal-social e no primeiro item de cada área, enquanto que o critério de encerramento se dá quando a criança obtiver pontuação 2 em dois itens consecutivos na faixa etária de 2 a 3 anos ou abaixo desta. Neste caso a criança receberá pontuação 2 automaticamente para todos os itens abaixo da sua idade.

Alguns estudos têm demonstrado que o BDI possui boa confiabilidade relacionada à seus dados, conteúdo, construção e validade. O instrumento também



parece ser adequado para que estudos longitudinais determinem trajetórias do desenvolvimento e possam classificar crianças em relação ao mesmo<sup>(53)</sup>. O protocolo utilizado se encontra no Anexo 1 do presente projeto.

## **7.5 Operacionalização das exposições de interesse**

### **7.5.1 Atividade Física medida por acelerometria na coorte de 2015**

Para medir atividade física foram utilizados acelerômetros (ActiGraph, modelo wGT3X-BT, ActiGraph, USA), dispositivos à prova de água que medem a aceleração em três eixos. Os acelerômetros foram programados com uma frequência de 60hz e *epoch* (resumo das medidas) de cinco segundos.

Os dispositivos foram colocados no punho esquerdo dos indivíduos, utilizando uma pulseira descartável de vinil de cor transparente ou branca, para evitar corantes, sendo um material seguro contra dermatites. As crianças utilizaram o acelerômetro por quatro dias nos acompanhamentos de 12 e 24 meses, e nove dias no de 48 meses. Esse protocolo foi testado em um estudo piloto acerca de local mais adequado para colocação do dispositivo, assim como número mínimo de dias necessários para representar os padrões de movimento de uma criança aos 12 meses<sup>(54)</sup>.

Os dados oriundos dos acelerômetros foram baixados, e seus arquivos .csv brutos extraídos para análise do programa *Actilife* 6.1. Posteriormente os dados foram analisados no pacote R na sua forma bruta, fornecendo a média diária de aceleração como uma estimativa do volume total de atividade física. Ainda, foram verificados aqueles dados com valores discrepantes e tempo de não uso do aparelho. O pacote R também calcula o vetor magnitude da atividade relacionada à aceleração, utilizando o *Euclidian Norm Minus One* (ENMO, para resumir os dados brutos dos três eixos). Para fins de análise, será utilizado o ENMO como estimativa de movimento corporal total e/ou pontos de corte em *counts*, para atividade física de diferentes intensidades. As análises serão realizadas utilizando medidas sem *bout*, *bout* de 1, 5 e 10 minutos.

### 7.5.2 Tempo de Tela

Tempo de tela será caracterizado como o somatório do tempo que as crianças passam por dia utilizando as seguintes telas: televisão, computador, *ipad/tablets*, videogame e celular/smartphone.

Para obter essas informações foram utilizadas duas perguntas no acompanhamento de 48 meses da Coorte de 2015. A primeira diz respeito a se a criança assiste televisão, em caso de resposta positiva foi perguntado quanto tempo pela manhã, tarde e noite. Essa mesma pergunta foi realizada no acompanhamento de 48 meses da Coorte de 2004, exatamente da mesma maneira. A segunda pergunta, utilizada apenas na Coorte de 2015, é referente a outras telas (como *tablets* e smartphones), em caso de resposta positiva, também era perguntado quanto tempo pela manhã, tarde e noite (Anexo 3).

A medida total do tempo de tela será o somatório do tempo despendido em cada turno, do tempo de televisão e outras telas. Para fins de análise tempo de tela será utilizado de maneira contínua.

### 7.6 Variáveis independentes do estudo

Para os artigos 1 e 2 da tese serão utilizadas variáveis independentes, consideradas como fatores de confusão para futuro ajuste, relacionadas a associação entre atividade física e tempo de tela com o desenvolvimento (Quadro 4).

Quadro 4. Variáveis independentes do estudo

<b>Variáveis independentes</b>	<b>Categorização</b>	<b>Acompanhamento</b>
<b>Variáveis maternas e/ou familiar</b>		
Renda Familiar total	Quartis	Perinatal
Escolaridade (anos completos de estudo)	0-4; 5-8; 9-11; 12+	Perinatal

Local de residência	Urbano; Rural	48 meses
Atividade Física	Ativo (150min/sem); Não ativo (<150min/sem)	Perinatal, 12, 24 e 48 meses
Tempo de tela	Quartis	48 meses
Quem cuida a criança	Mãe; Pai; Outro	12, 24 e 48 meses
Depressão materna (Edimburgo)	Não; Sim	24 e 28 meses
<b>Variáveis da criança</b>		
Sexo	Masculino; Feminino	Perinatal
Peso ao nascer (g) (indicado pelo registro hospitalar)	Baixo peso ao nascer (<2500g); Peso normal	Perinatal
Idade gestacional	Pré-termo (<37 semanas); Termo	Perinatal
Índice de massa corporal (baseado em peso e altura aferidos)	Normal; Sobrepeso; Obesidade	48 meses
Frequenta creche	Não; Sim	12, 24 e 48 meses
Alguém leu ou contou histórias	Não; Sim	24 e 48 meses
Foi a praças ou parques	Não; Sim	24 e 48 meses
Frequentou a casa de outras pessoas	Não; Sim	24 e 48 meses
Prefere brincadeiras agitadas ou sedentárias	Agitadas; Sedentárias	24 e 48 meses
Prefere brincar sozinho ou em grupo	Sozinho; Em grupo	24 e 48 meses
Tem algum livro ou revistinha	Não; Sim	24 e 48 meses

Continuação Quadro 4.

## 7.7 Plano de análise

Para os dois artigos originais, primeiramente será realizada uma análise descritiva, com as variáveis categóricas apresentadas por meio de frequências absolutas e respectivas prevalências e seus intervalos de confiança. As variáveis contínuas serão descritas por meio de média e desvio padrão, quando tiverem distribuição normal, ou mediana e intervalo interquartil, quando a distribuição for assimétrica.

### 7.7.1 Artigo 1: Associação entre tempo de tela e desenvolvimento aos 48 meses nas coortes de 2004 e 2015

Este artigo tem o objetivo de verificar a associação entre o tempo de tela e o desenvolvimento aos 48 meses nas Coortes de Nascimento de Pelotas nos anos de 2004 e 2015 e a associação de outras telas (como smartphone e *tablets*) com o desenvolvimento aos 48 meses na Coorte de 2015.

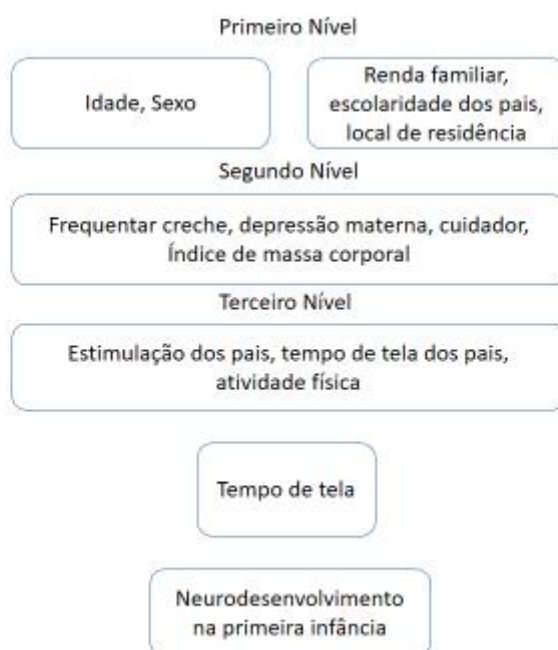


Figura 6. Modelo de análise da associação entre tempo de tela e desenvolvimento

O tempo de tela será tratado de duas maneiras nesse artigo. Primeiramente será analisado o tempo de tela entre as duas Coortes e o desfecho, com a variável contínua. A segunda maneira é o tempo de outras telas (como smartphone e *tablets*)

de forma contínua e sua associação com o desfecho, apenas na Coorte de 2015.

A associação entre o tempo de tela e o desenvolvimento será testada através de um modelo de regressão Linear. A análise será ajustada pelos potenciais fatores de confusão, através de um modelo hierárquico, mantendo as variáveis no modelo com valor  $p < 0,2$ . Será utilizado o pacote estatístico Stata 16.0, considerando variáveis associadas ao desfecho aquelas com valor  $p < 0,05$ .

**7.7.2 Artigo 2:** Atividade física aos 12, 24 e 48 meses medida por acelerometria e desenvolvimento aos 48 meses na coorte de 2015

Este artigo tem o objetivo de verificar a associação entre a atividade física aos 12, 24 e 48 meses, medida por acelerometria, e o desenvolvimento aos 48 meses, nas crianças da Coorte de Nascimento de Pelotas do ano de 2015.

Para fins de análise específica do artigo, será utilizado o ENMO, para resumir os dados brutos dos três eixos, como estimativa de movimento corporal total, assim como pontos de corte, baseados em *counts*, para diferentes níveis de intensidade. A associação entre atividade física, em cada acompanhamento, e o desenvolvimento será testada através de um modelo de regressão Linear. Além da análise por cada acompanhamento, será realizada uma análise cumulativa entre as três medidas de atividade física. Esse efeito será verificado entre os indivíduos mais ativos nas três medidas, comparado aos menos ativos.

Para poder analisar todos potenciais caminhos causais da relação entre cada variável de atividade física, será construído um DAG (*directed acyclic graph*) para entender toda a cadeia causal entre a prática de atividade física e o desenvolvimento, ajustando para seus possíveis fatores de confusão baseados no modelo teórico deste projeto. Todas análises serão feitas utilizando o pacote estatístico Stata 16.0, considerando variáveis associadas ao desfecho aquelas com valor  $p < 0,05$ .

## 7.8 Artigo de Revisão

**Artigo 3 (revisão da literatura e meta-análise):** Atividade física e desenvolvimento na primeira infância

Será realizada uma revisão sistemática da literatura, com meta-análise, sobre a associação entre a atividade física, e desenvolvimento na primeira infância. Serão utilizadas bases de dados, como Pubmed, Web of Science, Scopus, entre outras.

A combinação de termos utilizada para atividade física será: “(((((((exercise[Title/Abstract]) OR physical activity[Title/Abstract]) OR movement[Title/Abstract]) OR motor activity[Title/Abstract]) OR psychomotor performance[Title/Abstract]) OR motor activit[Title/Abstract]) OR locomotor activity[Title/Abstract]) OR inactivity[Title/Abstract])”.

O desfecho apresentará a combinação utilizada no presente projeto, na seção de Revisão de Literatura: “((((((((((((neurodevelopment children[Title/Abstract]) OR child eurodevelopment[Title/Abstract]) OR infant neurodevelopment[Title/Abstract]) OR motor development children[Title/Abstract]) OR motor development infant[Title/Abstract]) OR motor development infants[Title/Abstract]) OR motor development child[Title/Abstract]) OR motor developmental[Title/Abstract]) OR psychomotor development[Title/Abstract]) OR psychomotor development children[Title/Abstract]) OR cognitive development children[Title/Abstract]) OR cognitive development child[Title/Abstract]) OR cognitive development childhood[Title/Abstract]) OR cognitive development infants[Title/Abstract]) OR cognitive development infancy[Title/Abstract])”.

Os títulos, resumos e textos serão selecionados por um par de revisores, através do programa EndNote, e as discordâncias de cada etapa serão sanadas mediante consenso. Os dados encontrados serão sumarizados em tabelas e/ou quadros, assim como a qualidade dos estudos encontrados. Após isso será realizada meta-análise para verificar o valor combinado do efeito da prática de atividade física sobre o desenvolvimento na primeira infância.

## **8. VANTAGENS E LIMITAÇÕES**

Os estudos elaborados a partir deste projeto terão como vantagens principalmente as amostras utilizadas, que derivam das Coortes de Nascimentos de Pelotas. Assim, será possível realizar um estudo longitudinal em um artigo, utilizando três acompanhamentos, e outro estudo de comparação entre coortes, utilizando o acompanhamento dos 48 meses. Outro ponto forte é a utilização de acelerômetros para a medida objetiva da atividade física, que mesmo não possuindo pontos de corte bem estabelecidos na literatura, seus dados brutos permitem ter uma medida mais precisa do movimento de maneira geral. Os dados serão utilizados a partir dos acompanhamentos de 12, 24 e 48 meses, nos participantes da Coorte de Nascimentos de 2015, que inclui 4275 nascidos vivos em seu estudo de linha de base.

Como limitação, temos a não-adesão e/ou recusa do uso dos acelerômetros por parte das crianças, diminuindo o tamanho da amostra. Além disso, muitas famílias se mudam de cidade após o estudo do perinatal, o que torna inviável a colocação do aparelho, visto que as entrevistas são realizadas por telefone. Outra limitação, se refere a não coleta de uma questão referente ao conteúdo que é assistido quando a criança está em tempo de tela, que segundo a literatura apresenta diferentes efeitos sobre o desenvolvimento.

## 9. CRONOGRAMA

Ano Bimestre	2018						2019						2020						2021					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Revisão bibliográfica																								
Elaboração do projeto																								
Qualificação do projeto																								
Período em Doutorado Sanduíche																								
Análise dos dados do artigo 3																								
Submissão do artigo 3																								
Análise dos dados do artigo 1																								
Submissão do artigo 1																								
Análise dos dados do artigo 2																								
Submissão do artigo 2																								
Defesa da tese																								



## **10. ASPECTOS ÉTICOS**

O projeto “Coorte de Nascimentos de Pelotas de 2015: a influência dos determinantes precoces nos desfechos em saúde ao longo do ciclo vital” foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas (ESEF/UFPel). Da mesma maneira, o projeto da “Coorte de Nascimentos de 2004” teve seus acompanhamentos submetidos e aprovados pelo Comitê de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas. Além disso, em todos acompanhamentos, de ambas Coortes, foi assinado, pela mãe ou responsável pelo participante, um termo de consentimento livre e esclarecido, autorizando a criança a participar de todas as etapas da pesquisa.

## **11. FINANCIAMENTO**

O estudo “Coorte de Nascimentos de 2015” está sendo conduzido pelo Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas, com colaboração da Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO). Este estudo recebe apoio financeiro da fundação inglesa Wellcome Trust, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Em relação à “Coorte de Nascimentos de 2004”, a mesma tem recebido diferentes financiamentos desde seu início, sendo estes a Pastoral da Criança, Organização Mundial da Saúde, Programa Nacional de Núcleos de Excelência (PRONEX), CNPq e o Ministério de Saúde (Brasil).

Adicionalmente, o proponente deste projeto conta com apoio da CAPES, através da concessão de bolsa de Doutorado.

## 12. DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados serão divulgados na forma de artigos científicos, a serem submetidos em periódicos nacionais e/ou internacionais. Também serão divulgados nos meios de comunicação no município, através da imprensa local e no site do Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia.

## 13. REFERÊNCIAS

1. Murray E, Fernandes M. Evaluation of the INTERGROWTH-21st Neurodevelopment Assessment (INTER-NDA) in 2 year-old children. 2018;13(2):e0193406.
2. Nelson CA. The Neurobiological Bases of Early Intervention. In: Shonkoff JP, Meisels SJ, editors. Handbook of Early Childhood Intervention. 2 ed. Cambridge: Cambridge University Press; 2000. p. 204-28.
3. Sameroff A. The transactional model. The transactional model of development: How children and contexts shape each other. Washington, DC, US: American Psychological Association; 2009. p. 3-21.
4. McCoy DC, Peet ED. Early Childhood Developmental Status in Low- and Middle-Income Countries: National, Regional, and Global Prevalence Estimates Using Predictive Modeling. 2016;13(6):e1002034.
5. Black MM, Walker SP, Fernald LCH, Andersen CT, DiGirolamo AM, Lu C, et al. Early childhood development coming of age: science through the life course. Lancet (London, England). 2017;389(10064):77-90.
6. Carson V, Lee EY, Hewitt L, Jennings C, Hunter S, Kuzik N, et al. Systematic review of the relationships between physical activity and health indicators in the early years (0-4 years). BMC public health. 2017;17(Suppl 5):854.
7. LeBlanc AG, Spence JC, Carson V, Connor Gorber S, Dillman C, Janssen I, et al. Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in the early years (aged 0-4 years). Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme. 2012;37(4):753-72.
8. Carson V, Hunter S, Kuzik N, Wiebe SA, Spence JC, Friedman A, et al. Systematic review of physical activity and cognitive development in early childhood. Journal of science and medicine in sport. 2016;19(7):573-8.
9. Tandon PS, Tovar A, Jayasuriya AT, Welker E, Schober DJ, Copeland K, et al. The relationship between physical activity and diet and young children's cognitive development: A systematic review. Preventive medicine reports. 2016;3:379-90.
10. Zeng N, Ayyub M, Sun H, Wen x, Xiang P, Gao Z. Effects of Physical Activity on Motor Skills and Cognitive Development in Early Childhood: A Systematic Review. BioMed Research International. 2017;2017:1-13.
11. Anderson D, Subrahmanyam K. Digital Screen Media and Cognitive Development. Pediatrics. 2017;140:S57-S61.
12. Radesky JS, Christakis DA. Increased Screen Time: Implications for Early Childhood Development and Behavior. Pediatric clinics of North America.

2016;63(5):827-39.

13. Carson V, Kuzik N, Hunter S, Wiebe SA, Spence JC, Friedman A, et al. Systematic review of sedentary behavior and cognitive development in early childhood. *Preventive medicine*. 2015;78:115-22.
14. Organization WH. Guidelines on physical activity, sedentary behaviour and sleep for children under 5 years of age. World Health Organization 2019.
15. Child CotD. The Science of Early Childhood Development 2007. Available from: [www.developingchild.harvard.edu](http://www.developingchild.harvard.edu).
16. Blair C. Developmental Science and Executive Function. *Current directions in psychological science*. 2016;25(1):3-7.
17. University CotDCaH. Building the Brain's "Air Traffic Control" System: How Early Experiences Shape the Development of Executive Function: Working Paper No. 11. 2011.
18. Newborg J, Stock JR, Wnek L, Guidubaldi J, Svinicki J. Battelle Developmental Inventory. Itasca, IL: Riverside Publishing. 1988.
19. Bode MM, D'Eugenio DB, Mettelman BB, Gross SJ. Predictive validity of the Bayley, Third Edition at 2 years for intelligence quotient at 4 years in preterm infants. *Journal of developmental and behavioral pediatrics : JDBP*. 2014;35(9):570-5.
20. Loizillon A, Petrowski N, Britto P, Cappa C. Development of the early childhood development index in MICS surveys. UNICEF: New York, NY, USA. 2017.
21. Nelson CA, Bloom FE. Child Development and Neuroscience. *Child development*. 1997;68(5):970-87.
22. Raikes A, Yoshikawa H, Britto PR, Iruka I. Children, Youth and Developmental Science in the 2015-2030 Global Sustainable Development Goals. *Social Policy Report*. 2017;30(3):1-23.
23. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports*. 1985;100(2):126.
24. Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U, et al. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The lancet*. 2012;380(9838):247-57.
25. 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 (London, England)*. 2012;380(9838):219-29.
26. Sallis JF, Bull F, Guthold R, Heath GW, Inoue S, Kelly P, et al. Progress in physical activity over the Olympic quadrennium. *The Lancet*. 2016;388(10051):1325-36.
27. Sibley BA, Etnier JL. The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Pediatric exercise science*. 2003;15(3):243-56.
28. Leppo ML, Davis D, Crim B. The basics of exercising the mind and body. *Childhood Education*. 2000;76(3):142-7.
29. Ageing D. Move and play every day, National Physical Activity Recommendations for Children 0-5 Years. Commonwealth of Australia. 2010.
30. Tremblay MS, LeBlanc AG, Carson V, Choquette L, Connor Gorber S, Dillman C, et al. Canadian physical activity guidelines for the early years (aged 0–4 years). *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2012;37(2):345-56.
31. Okely AD, Ghera D, Hesketh KD, Santos R, Loughran SP, Cliff DP, et al. A collaborative approach to adopting/adapting guidelines-The Australian 24-Hour Movement Guidelines for the early years (Birth to 5 years): an integration of physical

- activity, sedentary behavior, and sleep. *BMC public health*. 2017;17(5):869.
32. Tremblay MS, Carson V, Chaput JP, Connor Gorber S, Dinh T, Duggan M, et al. Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Children and Youth: An Integration of Physical Activity, Sedentary Behaviour, and Sleep. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*. 2016;41(6 Suppl 3):S311-27.
  33. Loprinzi PD, Cardinal BJ. Measuring children's physical activity and sedentary behaviors. *Journal of exercise science & fitness*. 2011;9(1):15-23.
  34. Pate RR, O'Neill JR, Mitchell J. Measurement of physical activity in preschool children. *Medicine and science in sports and exercise*. 2010;42(3):508-12.
  35. Janz KF, Burns TL, Levy SM. Tracking of activity and sedentary behaviors in childhood: the Iowa Bone Development Study. *American journal of preventive medicine*. 2005;29(3):171-8.
  36. Edwards NM, Khoury PR, Kalkwarf HJ, Woo JG, Claytor RP, Daniels SR. Tracking of accelerometer-measured physical activity in early childhood. *Pediatric exercise science*. 2013;25(3):487-501.
  37. Azevedo MR, Araújo CL, Silva MCd, Hallal PC. Tracking of physical activity from adolescence to adulthood: a population-based study. *Revista de saude publica*. 2007;41:69-75.
  38. Tremblay MS, Aubert S, Barnes JD, Saunders TJ, Carson V, Latimer-Cheung AE, et al. Sedentary behavior research network (SBRN)–terminology consensus project process and outcome. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2017;14(1):75.
  39. Wartella E, Rideout V, Lauricella AR, Connell S. Parenting in the age of digital technology. Report for the Center on Media and Human Development School of Communication Northwestern University. 2013.
  40. Kabali HK, Irigoyen MM, Nunez-Davis R, Budacki JG, Mohanty SH, Leister KP, et al. Exposure and use of mobile media devices by young children. *Pediatrics*. 2015;136(6):1044-50.
  41. Lin L-Y, Cherng R-J, Chen Y-J, Chen Y-J, Yang H-M. Effects of television exposure on developmental skills among young children. *Infant behavior and development*. 2015;38:20-6.
  42. Cliff DP, McNeill J, Vella SA, Howard SJ, Santos R, Batterham M, et al. Adherence to 24-Hour Movement Guidelines for the Early Years and associations with social-cognitive development among Australian preschool children. *BMC public health*. 2017;17(5):857.
  43. Lee E-Y, Spence JC, Carson V. Television viewing, reading, physical activity and brain development among young South Korean children. *Journal of science and medicine in sport*. 2017;20(7):672-7.
  44. Quan M, Zhang H, Zhang J, Zhou T, Zhang J, Zhao G, et al. Preschoolers' technology-assessed physical activity and cognitive function: A cross-sectional study. *Journal of clinical medicine*. 2018;7(5):108.
  45. Battaglia G, Alesi M, Tabacchi G, Palma A, Bellafiore M. The Development of Motor and Pre-literacy Skills by a Physical Education Program in Preschool Children: A Non-randomized Pilot Trial. *Frontiers in psychology*. 2018;9.
  46. Barros AJ, Matijasevich A, Santos IS, Halpern R. Child development in a birth cohort: effect of child stimulation is stronger in less educated mothers. *International Journal of Epidemiology*. 2009;39(1):285-94.
  47. de Moura DR, Costa JC, Santos IS, Barros AJD, Matijasevich A, Halpern R, et al. Risk factors for suspected developmental delay at age 2 years in a Brazilian birth

cohort. *Paediatric and perinatal epidemiology*. 2010;24(3):211-21.

48. Moura DR, Costa JC, Santos IS, Barros AJ, Matijasevich A, Halpern R, et al. Natural history of suspected developmental delay between 12 and 24 months of age in the 2004 Pelotas birth cohort. *Journal of paediatrics and child health*. 2010;46(6):329-36.

49. Britto PR, Lye SJ, Proulx K, Yousafzai AK, Matthews SG, Vaivada T, et al. Nurturing care: promoting early childhood development. *The Lancet*. 2017;389(10064):91-102.

50. Burger K. How does early childhood care and education affect cognitive development? An international review of the effects of early interventions for children from different social backgrounds. *Early childhood research quarterly*. 2010;25(2):140-65.

51. Hallal PC, Bertoldi AD, Domingues MR, da Silveira MF, Demarco FF, da Silva ICM, et al. Cohort profile: the 2015 Pelotas (Brazil) birth cohort study. *International journal of epidemiology*. 2017;47(4):1048-h.

52. Santos IS, Barros AJ, Matijasevich A, Zanini R, Chrestani Cesar MA, Camargo-Figuera FA, et al. Cohort profile update: 2004 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. Body composition, mental health and genetic assessment at the 6 years follow-up. *International journal of epidemiology*. 2014;43(5):1437-f.

53. Berls AT, McEwen IR. Battelle developmental inventory. *Physical therapy*. 1999;79(8):776-83.

54. Ricardo LIC, da Silva ICM, Martins RC, Wendt A, Gonçalves H, Hallal PRC, et al. Protocol for Objective Measurement of Infants' Physical Activity using Accelerometry. *Medicine and science in sports and exercise*. 2018;50(5):1084.

## 14. ANEXO 1 (Battelle)

### Área pessoal-social



#### 01: Escolhe Amigos - 4 a 5 anos


	<p>Pergunta mãe: A criança escolhe seus amigos, por exemplo, quando se relaciona com outras crianças, ela inicia e mantém as amizades com certas crianças?</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se escolhe seus amigos</p>	<p><b>2</b> quase sempre</p> <p><b>1</b> às vezes</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca</p>
--	---	--

#### 02: Descreve seus sentimentos - 4 a 5 anos

<p>E. ESTRUTURADO: Se faz a criança as seguintes perguntas: “Como te sentes quando...?”</p> <p>“Te dão um sorvete?”</p> <p>“Te machucam?”</p> <p>“Alguém estraga um brinquedo teu?”</p> <p>“ Te deixam sozinho?”.</p> <p>OBS: se a criança usa palavras, tais como: feliz ou contente, triste, aborrecido, assustado, para descrever seu estado de ânimo.</p> <p><b>PONTOS:</b> a criança é pontuada se utiliza adequadamente os nomes das emoções básicas, para descrever seus sentimentos.</p>	<p><b>2</b> 3 ou mais palavras</p> <p><b>1</b> 2 palavras</p> <p><b>0</b> 1 ou nenhuma palavra</p>
--	--

#### 03: Responde a contato social de adultos conhecidos - 3 a 4 anos

	<p><b>OBS:</b> Se observa a criança quando um adulto inicia um contato social, tal como pedir à criança que faça algo com ele ou tenta começar uma conversa, vendo se a criança responde, unindo-se a conversa ou a atividade de bom grado.</p> <p>Pergunta mãe: A criança responde aos contatos sociais iniciados por adultos, tais como: pedir à criança que faça algo com ele ou tentar começar uma conversa observando se a criança responde, unindo-se a conversa ou a atividade de bom grado. Pedir exemplos.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se responde normalmente aos contatos sociais de um adulto conhecido.</p>	<p><b>2</b> quase sempre/sim</p> <p><b>1</b> às vezes/um pouco</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca/não</p>
<b>04: Reconhece as diferenças entre homens e mulheres - 3 a 4 anos</b>		
	<p>E. ESTRUTURADO: Se pergunta a Criança:</p> <p>Tua mãe é uma senhora ou um senhor?</p> <p>Teu pai é uma senhora ou um senhor?</p> <p>Os irmãos são meninos ou meninas?</p> <p>As irmãs são meninos ou meninas?</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se responde corretamente as 4 perguntas</p>	<p><b>2</b> 4 perguntas</p> <p><b>1</b> 3 perguntas</p> <p><b>0</b> &lt; 3 perguntas</p>
<b>05: A criança usa um pronome ou seu próprio nome para referir-se a si mesma - 2 a 3 anos</b>		
	<p><b>Pergunta mãe:</b> A criança normalmente utiliza “eu” ou “mim” ou seu nome para referir-se a si mesma? SE SIM: Com que frequência?</p> <p><b>OBS:</b> observar se a criança utiliza o pronome “eu” ou “mim” ou seu nome para referir-se a si mesma.</p> <p><b>PONTOS:</b> a criança é pontuada se normalmente utiliza um pronome (“eu” ou “mim”) ou seu nome para referir-se a si mesma.</p>	<p><b>2</b> quase sempre</p> <p><b>1</b> às vezes</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca</p>
<b>06: Conhece seu nome - 2 a 3 anos</b>		

	<p>OBS: perguntar à criança: “Como é teu nome?”</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se diz o seu nome. Pode dizer também o apelido, mas não é necessário.</p>	<p><b>2</b> diz seu nome</p> <p><b>0</b> nenhuma resposta ou incorreta</p>
<b>07: Brinca sozinho ou junto com outras crianças - 1,6 a 2 anos</b>		
	<p><b>Pergunta mãe:</b> A criança normalmente brinca sozinha ou com outras crianças compartilhando brinquedos? Pedir exemplos.</p> <p>OBS: observar a criança quando está brincando com outras de sua idade, notando se brinca sozinha ou com elas (compartilhando brinquedos ou trocando um por outro).</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se normalmente brinca sozinha junto a outras crianças. Também é pontuada se interage com outras crianças compartilhando os brinquedos. Não é pontuada se não quer brincar sozinha ou se briga com as outras crianças.</p>	<p><b>2</b> quase sempre</p> <p><b>1</b> às vezes</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca</p>
<b>08: Segue normas da vida cotidiana - 1,6 a 2 anos</b>		
	<p>Pergunta para a mãe: A criança faz aquilo que se pede ou manda? Por exemplo, quando pedem ou mandam ela ir para a cama. SE SIM: Com que frequência?</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se faz aquilo que se pede.</p>	<p><b>2</b> quase sempre</p> <p><b>1</b> às vezes</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca</p>
<b>09: Imita outra criança - 1 a 1,6 anos</b>		
	<p>Pergunta para a mãe: A criança copia ou imita as atividades de outras crianças? SE SIM: Descrever ao menos uma situação em que isso tenha ocorrido?</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se copia ou imita atividades de outras crianças.</p>	<p><b>2</b> quase sempre</p> <p><b>1</b> às vezes</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca</p>



<b>10: Inicia contato social com outras crianças - 1 a 1,6 anos</b>		
	<p>OBS: observar a criança quando está brincando com outra criança ou crianças de idade similar, notando se inicia contato com elas, oferecendo-lhes um brinquedo, aproximando-se e conversando com elas, tocando-as ou puxando sua roupa</p> <p>Pergunta para a mãe: A criança quando está brincando com outra criança (s) de idade similar, inicia contato com elas, oferecendo-lhes um brinquedo, aproximando-se e conversando com elas, tocando-as ou puxando sua roupa.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se inicia um contato social com seus amigos durante a brincadeira, das formas citadas anteriormente.</p>	<p><b>2</b> quase sempre/sim</p> <p><b>1</b> às vezes/um pouco</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca/não</p>
<b>11: Responde a seu nome - 6 a 11 meses</b>		
👁	<p>OBS: quando a criança estiver interessada em algum brinquedo ou objeto, chame-a por seu nome observando a resposta. Usar o nome ou apelido que normalmente empregam em casa. Deve-se chamar três vezes. Se a criança não responder, pedir a um dos pais para que a chame.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se mostra que conhece o seu nome ao menos duas das três vezes, dando respostas como movimentos com a cabeça, dos olhos ou mudando a posição do corpo.</p>	<p><b>2</b> 2 vezes</p> <p><b>1</b> 1 vez</p> <p><b>0</b> não responde</p>
<b>12: Participa de brincadeiras como “achou-achou” - 6 a 11 meses</b>		
👁	<p>OBS: induzir a criança a brincar. Esconder o rosto atrás de um livro ou outro objeto e mostrar-se por diferentes lados chamando a sua atenção, dizendo “achou”, “achou”. Observar se a cada vez a criança olha em direção ao lugar por onde o rosto aparece.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se participa ativamente na brincadeira.</p>	<p><b>2</b> brinca ativamente</p> <p><b>1</b> brinca pouco</p> <p><b>0</b> não brinca</p>


<b>13: Mostra desejo de ser pega no colo por uma pessoa conhecida - 0 a 5 meses</b>		
	<p>Pergunta para a mãe: A criança pede que uma pessoa adulta conhecida a pegue no colo, dando os braços ou realizando outros movimentos de aproximação?</p> <p>OBS: observar se a criança pede que uma pessoa conhecida a pegue no colo, dando os braços ou realizando outros movimentos de aproximação</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se estende os braços ou realiza outros movimentos de aproximação que indiquem o desejo de ser pega no colo por pessoas conhecidas.</p>	<p><b>2</b> quase sempre</p> <p><b>1</b> às vezes (50%)</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca</p>
<b>14: Mostra conhecimento de suas mãos - 0 a 5 meses</b>		
	<p>OBS: observar, enquanto a criança está deitada, se mostra conhecimento de suas mãos: se as leva à boca, se as observa atentamente, brinca com elas ou toca uma mão com a outra.</p> <p>Pergunta para a mãe: A criança brinca com as mãos? Por exemplo: enquanto a criança está deitada, se mostra conhecimento de suas mãos: se as leva à boca, se as observa atentamente, brinca com elas ou toca uma mão com a outra.</p> <p>PONTOS: mostra conhecimento de suas mãos em ações como as anteriormente citadas.</p>	<p><b>2</b> quase sempre/sim</p> <p><b>1</b> às vezes/talvez</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca/não</p>
<b>Área Adaptativa</b>		
<b>15: Completa tarefas de duas ações - 4 a 5 anos</b>		
	<p>OBS: observar se a criança quando se apresenta uma tarefa que requer duas ou mais ações (por exemplo: cortar e pegar), se ela a completa e tenta fazer o melhor possível</p> <p>Pergunta para a mãe: A criança completa tarefa de duas ou mais ações? Por exemplo: pegar o papel e cortar.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se completa tarefas de duas ou mais ações tentando fazer o melhor possível.</p>	<p><b>2</b> normalmente/sim</p> <p><b>1</b> às vezes/um pouco</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca/não</p>
<b>16: Se veste ou se tira a roupa - 4 a 5 anos</b>		




	<p>Pergunta para a mãe: A criança se veste ou se tira a roupa sozinha? SE SIM: quando o faz, quantas vezes e quanto de ajuda necessita</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se coloca e tira a roupa, pelo menos 5 vezes por semana, sem nenhuma ajuda. Se permite que alguém a ajude com o zíper e botões difíceis. Não se exige que a criança prepare sua roupa.</p>	<p>2 quase sempre</p> <p>1 às vezes</p> <p>0 raramente ou nunca</p>
<b>17: Dorme sem molhar a cama - 3 a 4 anos</b>		
	<p>Pergunta para a mãe: A criança dorme toda a noite sem molhar a cama? SE SIM: descrever quantas vezes acontece e se a criança chama pedindo ajuda ou vai sozinha ao banheiro.</p> <p><b>PONTOS:</b> a criança é pontuada se normalmente dorme toda a noite sem molhar a cama, não mais de um esquecimento no mês.</p> <p>A criança pode chamar pedindo ajuda ou ir sozinha ao banheiro.</p>	<p>2 quase sempre</p> <p>1 às vezes</p> <p>0 raramente ou nunca</p>
<b>18: Se desabotoa um ou dois botões - 3 a 4 anos</b>		
	<p>OBS: observar se a criança quando se veste para ver se desabotoa algum dos botões da roupa sem ajuda.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se desabotoa um ou dois botões sem ajuda.</p>	<p>2 1 ou 2 botões</p> <p>1 tenta</p> <p>0 nenhuma tentativa ou quase nenhuma</p>
<b>19: Pega água da torneira - 2 a 3 anos</b>		

	<p>Pergunta para a mãe: A criança pega água da torneira sozinha e sem ajuda. Deve saber pegar uma caneca, abrir e fechar a torneira e encher a caneca, sem derramar muita quantidade, em condições normais, ambiente conhecido e alturas compatíveis.</p> <p><b>OBS:</b> observar se a criança pega água sem ajuda. Deve saber pegar uma caneca, abrir e fechar a torneira e encher a caneca, sem derramar muita quantidade, em condições normais, ambiente conhecido e alturas compatíveis.</p> <p><b>PONTOS:</b> a criança é pontuada se pega água sem ajuda e sem derramar muito. É permitido o uso de um banco ou outra ajuda para chegar à torneira.</p>	<p><b>2</b> quase sempre/sempre</p> <p><b>1</b> às vezes /um pouco</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca/não</p>
<b>20: Indica a necessidade de ir ao banheiro - 2 a 3 anos</b>		
	<p>Pergunta para a mãe: A criança indica a necessidade de ir ao banheiro? SE SIM: descrever como e quantas vezes o faz.</p> <p><b>PONTOS:</b> a criança é pontuada se normalmente indica a necessidade de ir ao banheiro com palavras e gestos, durante o dia. Se utilizar gestos, tem que dar uma indicação clara de que está tentando dizer que necessita ir ao banheiro, e não só o fato de estar inquieta. Também se pontua se não indica a necessidade mas vai sozinha.</p>	<p><b>2</b> quase sempre</p> <p><b>1</b> às vezes</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca</p>
<b>21: Tira uma peça de roupa - 1,6 a 2 anos</b>		
	<p><b>OBS:</b> observar se a criança é capaz de tirar uma peça de roupa, como uma camisa, uma malha, uma calça ou um vestido que não estejam abotoados.</p> <p>Pergunta para a mãe: A criança é capaz de tirar uma peça de roupa que não tenha botões sem ajuda?</p> <p><b>PONTOS:</b> a criança é pontuada se tira uma peça de roupa não abotoada sem ajuda. (Não se pontua se somente tira peças dos pés, das mãos ou da cabeça).</p>	<p><b>2</b> sem ajuda</p> <p><b>1</b> alguma ajuda</p> <p><b>0</b> não tira peças de roupa</p>
<b>22: Distingue o comestível do não comestível - 1,6 a 2 anos</b>		



	<p><b>Pergunta para a mãe:</b> A criança leva a boca substâncias não comestíveis, como por exemplo pedra, papel ou sabão). Pode colocar na boca coisas não comestíveis alguma vez, porém não mastiga nem engole. Quantas vezes o faz?</p> <p>OBS: observar se a criança distingue com segurança as substâncias comestíveis e as não comestíveis (por exemplo, pedra, papel ou sabão). Pode colocar na boca coisas não comestíveis alguma vez, porém não mastiga nem engole</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se come os comestíveis e evita comer as não comestíveis (como as descritas anteriormente).</p> <p><b>Nota do adaptador:</b> se come, mastiga coisas não comestíveis com frequência marcar zero, se às vezes, marcar 1 ponto, se nunca ou quase nunca, marcar 2 pontos.</p>	<p><b>2</b> quase sempre/sim</p> <p><b>1</b> às vezes/talvez</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca/não</p>
<b>23: Tira pequenas peças de roupa - 1 a 1,6 anos</b>		
	<p>OBS: observar se criança é capaz de tirar alguma peça de roupa (como meia, luva, gorro ou sapato, uma vez desamarrado).INFO: perguntar aos pais se a criança tira alguma peça de roupa, e pedir que descrevam como faz.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se consegue tirar ao menos duas peças de roupa, como as descritas acima, sem ajuda.</p>	<p><b>2</b> tira 2 peças</p> <p><b>1</b> tira uma peça</p> <p><b>0</b> não tira nenhuma peça</p>
<b>24: Começa a usar colher ou garfo para comer - 1 a 1,6 anos</b>		
	<p><b>Pergunta para a mãe:</b> A criança utiliza colher para comer?</p> <p>OBS: observar a criança enquanto come para ver se usa colher e como usa.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se pega a colher, leva ao prato e come, ou tenta comer. Não é necessário que a criança mostre uma boa coordenação, nem que coma tudo com a colher. A mãe pode dar o que sobrar. Se aceita que a criança derrame comida.</p>	<p><b>2</b> quase sempre</p> <p><b>1</b> às vezes (50%)</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca</p>
<b>25: Come pequenos pedaços de comida - 6 a 11 meses</b>		

	<p><b>Pergunta para a mãe:</b> A criança come pequenos pedacinhos de comida, como por exemplo: pedaços de biscoito, queijo e pão? Com que frequência?</p> <p><b>OBS:</b> observar a criança durante a refeição para ver se come pequenos pedaços de comida (como por exemplo: pedaços de biscoito, queijo e pão).</p> <p><b>PONTOS:</b> a criança é pontuada se pega pedacinhos de comida com a mão e se os põe na boca. Não é necessário que coma sempre assim, mas deve fazê-lo ao menos uma vez em uma das refeições diárias.</p>	<p><b>2</b> quase sempre</p> <p><b>1</b> às vezes (50%)</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca</p>
<b>26: Segura a mamadeira - 6 a 11 meses</b>		
	<p><b>OBS:</b> observar a criança para ver se segura a mamadeira ou bebe no copo sozinha.</p> <p>Pergunta para a mãe: A criança segura a mamadeira sozinha, sem ajuda? Ou A criança bebe no copo sozinha, sem ajuda? SE SIM: Por quanto tempo e com que frequência?</p> <p><b>PONTOS:</b> a criança é pontuada se segura a mamadeira durante dois minutos ou mais, sem ajuda</p>	<p><b>2</b> quase sempre</p> <p><b>1</b> às vezes (50%)</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca</p>
<b>27: Presta atenção a um som contínuo - 0 a 5 meses</b>		
	<p>Pergunta para a mãe: A criança presta atenção (olhando ou ouvindo) aos sons e atividades das pessoas ou animais? SE SIM: Por quanto tempo e com que frequência?</p> <p><b>OBS:</b> observar a criança quando está sentada (com ou sem apoio) e se observa se mostra interesse aos sons ou a uma atividade das pessoas ou animais, que estão perto dela, durante 15 segundos ou mais. A atenção pode ser com o olhar (atenção visual) ou ouvindo (atenção auditiva).</p> <p><b>PONTOS:</b> a criança é pontuada se presta atenção (visual ou auditiva) a um som contínuo ou a uma atividade durante 15 segundos ou mais.</p>	<p><b>2</b> quase sempre</p> <p><b>1</b> às vezes (50%)</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca</p>
<b>28: Come semi-sólidos com colher - 0 a 5 meses</b>		


	<p>Pergunta para a mãe: A criança come papinha com a colher e a engole? SE SIM: Com que frequência?</p> <p><b>OBS:</b> observa-se a criança durante a alimentação para ver se toma a papa com a colher e a engole</p> <p><b>PONTOS:</b> a criança é pontuada se come semi-sólidos com a colher e engole. A criança deve abrir a boca mas não é necessário que pressione os lábios contra a colher, a mãe pode inclinar a colher contra o lábio superior para virar a comida. Pode derramar-se algo.</p>	<p><b>2</b> quase sempre/sim</p> <p><b>1</b> às vezes/um pouco</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca/não</p>
<b>Área Motora</b>		
<b>29: Copia um Triângulo - 4 a 5 anos</b>		
<p><b>Material:</b> Desenho de um triângulo, papel e lápis</p> <p></p>	<p>E.E.: Senta a criança junto da mesa. Dar-lhe uma folha de papel e um lápis. Ensina-lhe o desenho do triângulo e diga-lhe: “Faz um desenho como este”, enquanto indica o desenho do triângulo. Fazer 3 aplicações, repetindo as instruções em cada aplicação. Não se permite que a criança examine o modelo. O examinador não deve mover os dedos ou o lápis para ensinar a criança a fazê-lo.</p> <p>Se permite apagar antes de completar o desenho. Depois de completar o desenho não se permite apagar mais. Se começa outra aplicação.</p> <p><b>PONTOS:</b> a criança é pontuada se copia corretamente o triângulo em uma das aplicações. O triângulo deveria ter os três lados claramente definidos e do mesmo tamanho aproximadamente, um vértice deveria estar direcionado a metade da base horizontal. Veja-se os exemplos.</p> <p><b>2</b> - copia o triângulo corretamente</p> <p><b>1</b> - base horizontal, mas o vértice não está claramente no centro da linha base, ou as linhas não são bem retas</p> <p><b>0</b> – faltam 2 ou mais critérios</p>	<p><b>2</b></p> <p><b>1</b></p> <p><b>0</b></p>
<b>30: Percorre 3 metros saltando com um pé só - 4 a 5 anos</b>		

<b>Material:</b> Fita adesiva 	E.E.: se coloca no chão duas fitas adesivas com uma separação de uns 3 metros entre elas. Colocar-se sobre uma delas e manter-se com um pé só, dizer a criança: “Olha como vou saltando em direção aquela linha”. Demonstra e depois diga: “Agora vamos ver se fazes como eu; tens que chegar o mais longe possível.” Situa-o no extremo de uma linha e repete as instruções. Se não responde, se volta a fazer a demonstração. Fazer 3 aplicações.  PONTOS: a criança é pontuada se salta sobre um pé uma distância de 3 metros, sem parar em nenhum lugar.	<b>2</b> 3 m <b>1</b> 1,5 a 3 m <b>0</b> < 1,5 m
<b>31: Dobra duas vezes um papel - 3 a 4 anos</b>		
<b>Material:</b> Duas folhas de papel (20x30 cm aprox.) 	E.E.: Senta a criança junto da mesa e se ensina a dobrar uma das folhas de papel, uma vez horizontalmente e a outra verticalmente. (Veja o diagrama) Dizer-lhe: “Olha como dobro este papel. Primeiro dobro assim e depois volto a dobrar? Viu?”  Se deixa a folha dobrada na frente da criança para que possa vê-la enquanto trabalha. Dá-se a outra folha de papel e diga-lhe: “Agora tu tens que fazer. Dobra como eu fiz. (mostrando o modelo). “Venha, tente”. Se a criança não responde se repete as instruções verbais, mas não a demonstração. Fazer duas aplicações.  PONTOS: a criança é pontuada se dobra o papel uma vez horizontalmente e logo outra vez verticalmente em uma das aplicações. Se aceita a prega ainda que não esteja perfeitamente dobrado o papel.	<b>2</b> dobra duas vezes <b>1</b> só dobra uma vez <b>0</b> não tenta ou não faz bem a primeira dobrada
<b>32: Corta com tesoura - 3 a 4 anos</b>		
<b>Material:</b> folhas de papel tesoura 	E.E.: Senta a criança junto da mesa. Com a tesoura se corta uma folha de papel em duas tiras e diga-lhe: “Olha como corto o papel com a tesoura, pega e corta tu este papel”. Dar-lhe a tesoura e outra folha de papel. Ajudar a pegar a tesoura com uma mão e o papel com a outra, de forma que possa cortar em duas tiras, e dizer-lhe: “Agora corta o papel em duas partes”. Se a criança não responde, se repete a demonstração.  PONTOS: a criança é pontuada se utiliza a tesoura com uma mão para cortar o papel em duas tiras. As tiras não têm que estar retas nem ser iguais, mas a criança tem que cortar o papel e não rasgá-lo.  <b>Material:</b> Duas folhas de papel (20 x 15 cm aprox.). Tesoura com ponta redonda.	<b>2</b> corta o papel em 2 tiras <b>1</b> corta pelo menos a metade do papel <b>0</b> corta menos da metade do papel
<b>33: Abre uma porta - 2 a 3 anos</b>		



<b>Materiais:</b>  Porta com maçaneta	E.E.: peça à criança que abra a porta. Demonstre se necessário e lhe diga: “Sabes abrir a porta, assim?”. Feche a porta e lhe diga: “Agora, abre tu, pegando a maçaneta”. Faça três aplicações.  PONTOS: a criança é pontuada se pega a maçaneta, a gira e empurra a porta para abri-la em uma das três aplicações.	<b>2</b> gira e abre  <b>1</b> tenta mas não consegue abrir  <b>0</b> não tenta ou só põe a mão na maçaneta  <b>8</b> não tem maçaneta
<b>34: Pula com os pés juntos - 2 a 3 anos</b>		
	OBS: em um espaço amplo, se ensina a criança a pular para frente com os pés juntos, dizendo-lhe: “Olha como eu salto com os pés juntos, como um coelho”. Ponha a criança de pé, com os pés juntos e lhe diga: “Venha, vamos pular juntos como um coelho, com os dois pés juntos. Vamos ver até aonde tu podes chegar. Vamos ver se me pega. Vem”.  Faça duas vezes, repetindo as instruções verbais antes da segunda tentativa.  PONTOS: a criança é pontuada se dá um salto à frente com os dois pés juntos e fica de pé em uma das duas tentativas.	<b>2</b> 1 tentativa  <b>1</b> tenta mas cai ou não junta os pés  <b>0</b> nenhuma tentativa
<b>35: Enfia argolas em um suporte - 1,6 a 2 anos</b>		
  argolas	Com a criança sentada no chão, dá-se a ela as argolas e o suporte para que os explore. Logo, se pega uma argola e coloca-se no suporte, incentivando-a a fazer o mesmo, e dizendo-lhe: “Agora coloca tu a argola”, indicando primeiro a argola e depois a parte de cima do suporte. Se necessário, se repete a demonstração 3 vezes. PONTOS: a criança é pontuada se coloca 4 argolas no suporte.	<b>2</b> coloca 4  <b>1</b> coloca 1 a 3  <b>0</b> não coloca nenhuma argola
<b>36: Sobe e desce escadas sem ajuda, colocando ambos os pés em cada degrau - 1,6 a 2 anos</b>		

?	<p>INFO: perguntar aos pais se a criança <b>sobe e desce</b> escada sozinha e se necessita ajuda, pedindo que descrevam como acontece.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se sobe e desce três degraus sem ajuda de adultos. Pode segurar no corrimão para manter o equilíbrio, porém não pode apoiar-se no degrau seguinte para subir. Também é pontuado se a criança alterna os pés tanto para subir como para descer, ainda que não seja necessário. A criança pode colocar os dois pés no mesmo degrau.</p>	<p><b>2</b> 3 degraus</p> <p><b>1</b> pelo menos 3 degraus para cima ou baixo</p> <p><b>0</b> &lt; 3 degraus</p>
<b>37: Sobe escadas com ajuda – 1 a 1,6 anos</b>		
?	<p>INFO: perguntar aos pais se a criança sabe subir escadas. Se disserem que sim, lhes peça que descrevam como o faz (por exemplo, se engatinha) e quantos degraus sobe.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se sobe no mínimo quatro degraus segurando no corrimão ou na mão de alguém; lembrando que ela pode se apoiar com uma das mãos.</p>	<p><b>2</b> 4 degraus</p> <p><b>1</b> 1 degrau</p> <p><b>0</b> não sobe escada</p>
<b>38: Pega uma uva passa com o dedo indicador e polegar - 1 a 1,6 anos</b>		
	<p>OBS: Com a criança sentada, deixar cair uma uva passa em cima da folha de papel em frente a ela. Se necessário, chamar a atenção da criança movendo a passa com a mão, mostrando ou dando leves batidas na mesa. Observar como a criança pega a passa.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se pega a bala com precisão com os dedos indicador e polegar (pinça superior). Não se pontua se usa sua mão para arrastar a bala ou se usa vários dedos em oposição ao polegar para pegá-la.</p>	<p><b>2</b> pinça superior</p> <p><b>1</b> tenta a pinça mas não completa</p> <p><b>0</b> arrasta ou usa vários dedos</p>
<b>39: Pega uma uva passa com vários dedos em oposição ao polegar – 6 a 11 meses</b>		

	<p>Ler instrução do item anterior.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se pega a passa com vários dedos em oposição ao polegar. Também se pontua se pega a passa com o polegar e o dedo indicador. Não se pontua se apenas arrasta a uva</p>	<p><b>2</b> pega como indicado</p> <p><b>1</b> se aproxima da passa</p> <p><b>0</b> nenhuma tentativa ou arrasta</p>
<b>40: Engatinha – 6 a 11 meses</b>		
	<p>OBS: observar a criança quando está no chão de barriga para baixo para ver como se movimenta.</p> <p>Pergunta mãe: A criança engatinha? Qual distância percorre?</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se engatinha pelo chão percorrendo 1 metro ou mais alternando os pés e mãos, sem encostar a barriga no chão.</p>	<p><b>2</b> engatinha 1ou+</p> <p><b>1</b> engatinha &lt;1m,</p> <p><b>0</b> não se movimenta</p>
<b>41: Toca um objeto – 0 a 5 meses</b>		
 <p><b>Materia</b> <b>al:</b></p> <p>um cubo</p>	<p>OBS: Com a criança sentada, colocar um bloco à sua frente (ao alcance da mão). Atrair sua atenção batendo o bloco na mesa e movendo-o. Esperar até um minuto para que a criança responda.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se, enquanto olha o bloco, move as mãos em direção a este e consegue tocá-lo, mesmo que não o pegue. Deve iniciar a resposta em até um minuto desde que se coloca o bloco na mesa.</p>	<p><b>2</b> toca o bloco</p> <p><b>1</b> tenta alcançá-lo mas não o toca</p> <p><b>0</b> não tenta</p>
<b>42: Leva um objeto à boca – 0 a 5 meses</b>		



<b>Materiais:</b> minhoc a	<p>OBS: colocar a criança deitada de barriga para cima ou sentada. Colocar o mordedor na sua mão de forma que o pegue facilmente. Deixe a criança com o mordedor por aproximadamente um minuto, observando o que faz com ele. Se a criança deixar cair o mordedor, tentar de novo.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se leva o aro à boca.</p>	<p><b>2</b> leva à boca</p> <p><b>1</b> leva à boca, mas não chega lá</p> <p><b>0</b> não tenta levar à boca</p>
----------------------------------	--	--


### Área da Comunicação



#### 43: Utiliza frases de 5 ou 6 palavras – 4 a 5 anos


<p>E.E: Para facilitar que a criança fale, pede-se que relate experiências diárias. Por exemplo:</p> <p>1. "Tens algum animal? Conta-me coisas que fazes com teu (cachorro, gato, peixe) ou o que teu (cachorro, gato, peixe) faz".</p> <p>2. "Quais são os brinquedos que tens em casa e que mais gostas? Conta-me algo desses brinquedos".</p> <p>3. "O que tu gostas de fazer no (verão, inverno)? Diga-me o que fazes e com quem te divertes".</p> <p>4. "Tens irmãos ou irmãs? Explica-me o que fazem juntos".</p> <p>Pode servir de ajuda solicitar informação prévia aos pais.</p> <p>OBS: escute a criança quando está falando com seus pais ou outras pessoas. Determina-se o número de palavras que utiliza numa frase, assim como a frequência de orações de 5 ou mais palavras.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se normalmente utiliza frases com um mínimo de 5 ou 6 palavras.</p>	<p><b>2</b> 5 ou 6 palavras</p> <p><b>1</b> 3 ou 4</p> <p><b>0</b> &lt; 3</p>
---	---

#### 44: Compreende o plural – 4 a 5 anos


 <b>Materiais:</b> três séries de desenhos (para 19-20)	<p>E.E.: Se ensina a criança uma das séries de desenhos e se dão as seguintes instruções:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mostra-lhe a série A e diz: "Olha estes desenhos. Me mostra ( ou indica com o dedo) o desenho em que há crianças na banheira".</li> <li>2. Mostra -lhe a série B e diz: "Olha estes desenhos. Me mostra ( ou indica com o dedo) o desenho da criança que está com um gato".</li> <li>3. Mostra -lhe a série C e diz: "Olha estes desenhos. Me mostra ( ou indica com o dedo) o desenho das árvores".</li> <li>4. Mostra -lhe a série A outra vez e diz: "Olha estes desenhos. Me mostra ( ou indica com o dedo) o desenho da criança na banheira".</li> <li>5. Mostra -lhe a série B outra vez e diz: "Olha estes desenhos. Me mostra ( ou indica com o dedo) a criança que tem gatos".</li> <li>6. Mostra -lhe a série C outra vez e diz: "Olha estes desenhos. Me mostra ( ou indica com o dedo) o desenho da árvore".</li> </ol> <p>Se a criança não responde, se repete cada ordem mais uma vez.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se responde corretamente as 6 ordens.</p>	<p><b>2</b> 6 ordens</p> <p><b>1</b> 4 ou 5 ordens</p> <p><b>0</b> &lt; 4 ordens</p>
<b>45: Utiliza o plural terminado em "S" – 3 a 4 anos</b>		
 <b>Materiais:</b> seis séries de desenhos (para 58-60)	<p>E.E.: Se ensina a criança cada uma das séries de desenhos. Diga-lhe, enquanto se assinala cada desenho.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Série A: "Aqui tem uma xícara. Aqui tem duas...(xícaras)"</li> <li>2. Série B: "Aqui tem um bloco. Aqui tem dois...(blocos)"</li> <li>3. Série C: "Aqui tem uma boneca. Aqui tem duas...(bonecas)"</li> <li>4. Série D: "Aqui tem uma cadeira. Aqui tem duas...(cadeiras)"</li> <li>5. Série E: "Aqui tem um carro. Aqui tem dois...(carros)"</li> <li>6. Série F: "Aqui tem uma colher. Aqui tem duas...(colheres)"</li> </ol> <p>PONTOS: a criança é pontuada se utiliza a terminação do plural em 5 das 6 séries de desenhos. Não é necessário que a raiz da palavra seja articulada corretamente, mas o fonema que determina o plural deve apreciar-se de forma clara.</p> <p><b>Material: A)</b> Uma xícara e duas xícaras, Um bloco e dois blocos, Uma boneca e duas bonecas, Uma cadeira e duas cadeiras, Um carro e dois carros; <b>B)</b> Uma colher e duas colheres</p>	<p><b>2</b> 5 séries</p> <p><b>1</b> 3 ou 4 séries</p> <p><b>0</b> menos de 3 séries</p>

<b>46: Segue ordens verbais que implicam em duas ações – 3 a 4 anos</b>		
 <b>Material:</b> 5 objetos	<p>E.E.: Se colocam 5 objetos e uma xícara encima da mesa , na frente da criança, e se nomeiam os objetos. Depois dizer-lhe que repita os nomes para se assegurar que tenha entendido. Em seguida dizer:</p> <p>“Escuta bem e faz o que te disser. Preparado?” Dar-lhe as seguintes ordens, uma a uma, repetindo se a criança não responder.</p> <p>1.”<b>Pega o carro</b> e me dá a bola”</p> <p>2.”<b>Toca o bloco</b> e me dá o avião”</p> <p>3.”<b>Da a volta</b> na xícara com carrinho e coloca o bloco na caixa.”</p> <p>Dá-se as duas partes da ordem de uma vez. Se a criança começa a responder antes de haver lhe dado a ordem completa, dizer-lhe: “Espera, não terminei”, e volta a começar. Uma vez dada a ordem e a criança começa a responder, não se deve ajudar dando-lhe a segunda parte da ordem.</p> <p>Depois de cada ordem volta-se a colocar os objetos como estavam no início, antes de dar a ordem seguinte.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se segue corretamente duas das três ordens na ordem adequada.</p> <p><b>Material:</b> Uma caixa e 5 objetos familiares, ex: um bloco(hexaedro), uma bola, um avião , uma xícara , um carro.</p>	<p><b>2</b> 2 ordens</p> <p><b>1</b> 1 ordem</p> <p><b>0</b> nenhuma ordem</p>
<b>47: Utiliza os pronomes ‘eu’. “tu”, “mim” – 2 a 3 anos</b>		
	<p>Pergunta para a mãe: A criança utiliza os pronomes “eu”, “tu” e “mim” com significado correto? SE SIM: Peça exemplos e a frequência de sua utilização</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se utiliza os pronomes “eu”, “tu” e “mim” mais de uma vez por dia</p>	<p><b>2</b> quase sempre</p> <p><b>1</b> às vezes</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca</p>
<b>48: Compreende os conceitos &lt;&lt;dentro, fora, em cima, na frente, atrás, em direção a&gt;&gt; - 2 a 3 anos</b>		

 <b>Material:</b> brinquedo caneca caixa de plástico colorida, caixa	<p>E.E.: sente a criança no chão ou junto de uma mesa. Coloque o aro e a caixa de forma que fiquem separados alguns centímetros entre si. Coloque o brinquedo dentro do aro e diga:</p> <p>“O _ quer ficar <b>fora</b> da copo”. Uma vez que haja respondido, diga: “O _ quer ir para <b>dentro</b> da copo. Põe o _ dentro da copo”. Logo diga: “O _ quer ficar <b>em cima</b> da caixa. Põe o _ em cima da caixa.” “O _ quer ficar <b>na frente</b> da caixa. Põe o _ na frente da caixa”. Coloque o brinquedo à mesma distância da caneca e da caixa alguns centímetros diante da criança. Diga:</p> <p>“Mexo o _ <b>em direção à caneca</b>. Pega o _ e leva perto da caneca”. Logo diga: “Põe o _ <b>atrás</b> da caneca. Leva ele para trás da caneca”.</p> <p><i>Não se devem usar gestos ao dar as instruções verbais. Nota: “na frente” e “atrás” se referem ao ponto de referência da criança.</i></p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se coloca o brinquedo na posição correta em 4 das 6 ordens.</p>	<p><b>2</b> 4 ordens</p> <p><b>1</b> 2 ou 3 ordens</p> <p><b>0</b> &lt; 2 ordens</p>
<b>49: Utiliza dez ou mais palavras – 1 a 2 anos</b>		
	<p>OBS: observar a criança em suas atividades cotidianas, anotando as palavras que utiliza.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se utiliza 10 ou mais palavras. Não é necessário que as palavras sejam foneticamente corretas, porém um mesmo som ou combinação de sons deve ser utilizado sempre para designar uma pessoa, objeto ou grupo de objetos. As variações da mesma palavra (como mama, mami) conta-se como uma só, ainda que a criança utilize as duas.</p>	<p><b>2</b> 10 palavras</p> <p><b>1</b> 5 a 10 palavras</p> <p><b>0</b> &lt; 5 palavras</p>
<b>50: Segue ordens acompanhadas de gesto – 1 a 2 anos</b>		
 <b>Material:</b> Tigrão e Ursinho Puff	<p>OBS: Siga as instruções a seguir para determinar se a criança responde a ordens verbais acompanhadas de gestos. Tenta-se até 2 vezes cada uma das 4 ordens. Algumas crianças responderam mais facilmente se os pais dão as ordens.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Esticam-se os braços em direção a criança, dizendo-lhe: “Vem, vem comigo”.</li> <li>2. Colocam-se 2 brinquedos pequenos em frente à criança. Quando ela tiver pegado um, se estende a mão e diz-se: “Me dá o Tigrão, me dá!”.</li> <li>3. Senta-se a criança no chão e se diz: “Levanta! De pé!”, fazendo gestos.</li> <li>4. Quando já tiver levantado, diz-se: “Agora, senta! Senta!”, fazendo gestos.</li> </ol> <p>PONTOS: a criança é pontuada se segue adequadamente 3 ou 4 ordens.</p>	<p><b>2</b> 3 ou + ordens</p> <p><b>1</b> 2 ordens</p> <p><b>0</b> &lt; 2 ordens</p>
<b>51: Emite sons consoante-vogal – 6 a 11 meses</b>		


	<p>OBS: escuta-se as vocalizações da criança a fim de determinar se emite sons formados por consoante-vogal, tais como “daa”, “baa”, “kaa”, “maa”, ou “guu”. Pode-se tentar que a criança vocalize por imitação.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se emite um ou mais sons consoante-vogal.</p>	<p><b>2</b> quase sempre</p> <p><b>1</b> às vezes (50%)</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca</p>
<b>52: Associa palavras com ações ou objetos – 6 a 11 meses</b>		
	<p>Pede-se aos pais que indiquem 5 ou 6 objetos ou ações que sejam familiares à criança. Utiliza-se 4 ou mais destas palavras quando se fala com ela, observando se a criança reage ao ouvi-las. (Por exemplo, a criança pode reagir à palavra “água” imitando a palavra verbalmente ou indicando a geladeira). Algumas crianças respondem mais facilmente se são os pais que se dirigem a ela. Exemplos de associações familiares: “Onde está o cachorrinho?”, “Tchau, dê tchau?” (Sem fazer gestos), “Onde está a água? Mostre-me.”, “Sabes bater palminhas? Vamos ver como bate palminhas.”</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se associa palavras que ouve com objetos ou ações, mudando sua expressão facial, vocalizando ou olhando ao redor procurando o objeto mencionado, ou imitando o que se pede (por exemplo, dando adeus com a mão).</p> <p>A resposta da criança deve ser diferente para cada ordem verbal. A criança não deve repetir o mesmo som, palavra ou ação para todas as ordens.</p>	<p><b>2</b> reação a 3 ou 4 palavras</p> <p><b>1</b> 1 ou 2 palavras</p> <p><b>0</b> nenhuma palavra</p>
<b>53: Emite sons para expressar seu estado de ânimo – 0 a 5 meses</b>		
	<p>OBS: Escutar vocalizações feitas pela criança para saber se refletem os seguintes sentimentos:</p> <p><b>Prazer</b>, quando se relaciona com seus pais ou outra pessoa, ou quando está com seus brinquedos; <b>Contrariedade</b> (sem chorar), quando se interrompe a brincadeira, ou se tiram seus brinquedos, ou não a deixam fazer alguma coisa; <b>Ansiedade</b>, quando se aproximam pessoas conhecidas ou quando vão dar-lhe comida; <b>Satisfação</b>, quando está comendo, quando está contente, ou quando consegue um brinquedo.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se vocaliza para expressar dois ou mais dos estados de ânimo citados.</p>	<p><b>2</b> quase sempre</p> <p><b>1</b> às vezes (50%)</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca</p>
<b>54: Move a cabeça em direção a um som – 0 a 5 meses</b>		



 <b>Materia:</b> sino	<p>Sentar a criança em sua cadeirinha ou em uma cadeira grande ou sofá de forma que possa mover a cabeça livremente; ou coloca-se a criança no colo do pai ou da mãe mantendo sua cabeça erguida e olhando para a frente. O examinador se coloca a uns 30 cm atrás da criança e cerca de 1 metro à sua direita. Tocar o sino 3 vezes. Repetir o procedimento do lado esquerdo, observando as possíveis mudanças de posição da cabeça da criança. Não deixe que a criança veja o sino antes de tocá-lo. Se a criança está sentada no colo de alguém, não deixe que tenha nenhum tipo de ajuda.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada vira a cabeça em direção ao sino nas duas direções e dá sinal de estar procurando-o</p>	<p><b>2</b> vira a cabeça nas duas direções</p> <p><b>1</b> vira só para um lado</p> <p><b>0</b> não responde</p>
--	---	---

### Área Cognitiva

#### 55: Completa analogias opostas – 4 a 5 anos




	<p>E.E.: Dizer a criança: “Quero que escutes atentamente. Vou dizer uma frase, e tu tens que dizer a última palavra, de acordo?”. Põe-se o seguinte exemplo para praticar; “O cachorro corre; o pássaro ... (“voa”, “se eleva”)”. Logo lhe dizer as frases seguintes, concedendo um amplo espaço de tempo para responder antes de passar para a analogia seguinte.</p> <p>1. “ Uma irmã é uma menina; um irmão é um ____.”</p> <p>2. “ O fogo é quente; o gelo é ____.”</p> <p>3. “ Um rato é pequeno; um elefante é ____.”</p> <p>4. “ O dia é claro; a noite é ____.”</p> <p>5.”Uma pena/pluma é leve, um tijolo é ____.”</p> <p>Exemplo de respostas corretas:</p> <p>1.”menino”, “guri”, “homem”, ou equivalente</p> <p>2.”frio”, “gelado”, “congelado”, ou equivalente</p> <p>3. “ grande “, “ amplo” , ou equivalente</p> <p>4. “ escura”, “negra”, ou equivalente</p> <p>5.”pesado”, ou equivalente</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se completa corretamente 4 da 5 frases.</p>	<p><b>2</b> 4 frases</p> <p><b>1</b> 3 frases</p> <p><b>0</b> &lt; 3</p>
---	--	--

#### 56: Responde a perguntas lógicas e simples – 4 a 5 anos

	<p>E.E.: Dizer a criança: “Vou fazer-te umas perguntas. Para ver se sabes responder”. Fazer as perguntas seguintes de uma em uma:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. “ Para que temos roupas?”</li> <li>2. “ Para que temos lâmpadas ou luz?”</li> <li>3. “ Para que temos carros?”</li> <li>4. “ Para que temos geladeiras?”</li> </ol> <p>Se a criança não responde, repetem-se as perguntas. Dá-se tempo para responder a cada pergunta antes de passar para a seguinte.</p> <p>Exemplos de respostas aceitáveis:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.”para estarmos quentes”, “para nos cobrir”, “para que estejamos elegantes”, “para nos proteger”, ou equivalente</li> <li>2.”para que possamos ver quando está escuro”. “para que possamos ler à noite”, “para ver por onde andamos à noite”, “para que os ladrões não entrem em casa”, “para ajudar as plantas a crescer”, ou equivalente</li> <li>3.”para levar-nos aos lugares”, “vamos passear”, “para ir ao colégio”, “ou equivalente</li> <li>4.”para que não estrague a comida”, “para que a comida se mantenha fresca”, “para fazer cubinhos de gelo”, “para que a comida esteja boa”, “para guardar a comida fresca durante muito tempo”, outro equivalente</li> </ol> <p>PONTOS: a criança é pontuada se responde razoavelmente 3 das 4 perguntas.</p>	<p><b>2 3</b></p> <p><b>1 2</b></p> <p><b>0 &lt; 2</b></p> <p>perguntas</p> <p>perguntas</p>
<b>57: Identifica objetos simples pelo tato – 3 a 4 anos</b>		

<b>Materiais:</b>  cartão bolinha bloco bola círculo quadrado	<p>E.E.: Dizer a criança: “Vou colocar estas coisas atrás deste cartão”. Indica-se o cartão, mas não os objetos.</p> <p>“Tens que colocar as mãos atrás do cartão e tocar as coisas”.</p> <p>Coloca-se uma bolinha e um cubo atrás do cartão. Dizer: “Coloquei duas coisas atrás do cartão. Uma delas é igual a esta”(mostra-se a bola, mas não se diz o nome).”Coloca as mãos atrás do cartão e toca no que tem. Sem olhar , da-me a que é igual a esta”.</p> <p>Não se deixa que a criança veja os objetos quando colocados atrás do cartão, nem tampouco o objeto que não pegou, só pode ver o selecionado.</p> <p>Repete-se este procedimento três vezes mais utilizando os seguintes conjuntos de objetos:</p> <p>2. Um cubo, uma bola (se mostra outro cubo)</p> <p>3. Um círculo, um quadrado (se mostra outro círculo)</p> <p>4. Um quadrado, um círculo (se mostra outro quadrado)</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se identifica o objeto pelo tato 4 de 4 aplicações.</p> <p><b>Material:</b> 1 cartão (20x30 cm), 2 bolinhas, 2 blocos, 1 bola, 2 círculos, 2 quadrados</p>	<p>2 4 vezes</p> <p>1 3 vezes</p> <p>0 &lt; 3</p>
<b>58: Identifica os tamanhos grande e pequeno – 3 a 4 anos</b>		
<b>Materiais:</b>  quadrado círculo	<p>E.E.: 1. Apresentam-se os quadrados e se diz a criança: “Mostra-me (ou indica) o pequeno”.</p> <p>2. Apresentam-se os círculos e diz-lhe: “Mostra-me (ou indica) o grande”.</p> <p>3. Apresentam-se os quadrados e diz-lhe: “Mostra-me (ou indica) o grande”.</p> <p>4. Apresentam-se os círculos e diz-lhe: “Mostra-me (ou indica) o pequeno”.</p> <p>Somente se apresentam dois círculos ou quadrados e cada aplicação. Altera-se a posição das formas na segunda apresentação dos objetos.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se identifica corretamente (indicando ou tocando) os tamanhos que se pede em 4 das 4 apresentações..</p> <p><b>Material:</b> 2 quadrados e 2 círculos da mesma cor, um grande e outro pequeno.</p>	<p>2 4 respostas</p> <p>1 3 respostas</p> <p>0 &lt; 3</p>
<b>59: Repete seqüências de 2 números – 2 a 3 anos</b>		

	<p>E.E.: diga à criança: “Presta atenção que eu vou te dizer um número e vou ver se consegues repetir”. Diz: “ dois”. (Não continue se a criança não repetir). Continue com os números seguintes, com uma pausa de 1 segundo entre um número e outro.</p> <p><b>2, 4                      3, 6                      5, 8</b></p> <p>Pronuncie cada número com igual ênfase. Aplique cada seqüência uma só vez.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se repete corretamente os dígitos em 2 de 3 seqüências.</p>	<p><b>2</b> 2 seqüências</p> <p><b>1</b> 1 seqüência</p> <p><b>0</b> nenhuma</p>
<b>60: Faz pares com um círculo, um quadrado e um triângulo – 2 a 3 anos</b>		
<p><b>Material:</b></p> <p>6 formas de madeira</p>	<p>E.E.: ponha um quadrado, um triângulo e um círculo em fila em cima de uma mesa. Segure as outras três formas na mão, fora da visão da criança. Coloque o círculo à direita das outras três formas e diga: “Me mostra qual é igual a esta”. Mostre as ordenes na seguinte ordem:</p> <p>1. círculo, 2. Triângulo, 3. Quadrado, 4. Círculo, 5. Quadrado, 6. triângulo</p> <p>Apresente somente uma forma de cada vez, mantendo as outras fora da vista da criança. Não diga o nome das formas quando as mostra.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se faz pares corretamente em 5 das 6 tentativas.</p>	<p><b>2</b> 5 ou 6</p> <p><b>1</b> 3 ou 4</p> <p><b>0</b> &lt;3</p>
<b>61: Reconhece-se a si mesmo como causa de acontecimentos – 1 a 2 anos</b>		
	<p>OBS: observar a conduta da criança para determinar se esta indica um reconhecimento de si mesma como causa de um evento. Exemplos destas condutas são: empilhar objetos e depois derrubar tudo; gritar ou pegar em outras pessoas para chamar atenção, acionar botões do ipad ou interruptores para acender a luz ou outros aparelhos; girar ponteiros ou apertar botões de brinquedos para ouvir música ou observar a ação resultante.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se reconhece a si mesmo como causa de acontecimentos em 3 ou mais condutas parecidas com as descritas anteriormente.</p>	<p><b>2</b> quase sempre</p> <p><b>1</b> às vezes (50%)</p> <p><b>0</b> raramente ou nunca</p>
<b>62: Estende os braços para obter um brinquedo colocado atrás de uma barreira – 1 a 2 anos</b>		

 <b>Material:</b> Tigrão ou Puff e a prancheta	<p>OBS: com a criança sentada, coloque a barreira na frente da criança. Mostre o brinquedo para a criança, para chamar sua atenção, movendo-o de um lado para o outro. Coloque o brinquedo atrás da barreira e incentive a criança a pegá-lo. Diz-se: "Vamos ver se pega o ursinho!" Dá-se um minuto para ela pegar o brinquedo.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se estende os braços ao redor ou por cima da barreira para obter o brinquedo em 1 minuto. Não é necessário que o pegue, mas tem que esticar os braços para indicar sua capacidade de solucionar problemas.</p>	<p><b>2</b> estende os braços</p> <p><b>1</b> faz uma tentativa</p> <p><b>0</b> não tenta</p>
<b>63: Procura um objeto desaparecido – 6 a 11 meses</b>		
 <b>Material:</b> Lenço e Tigrão ou Puff	<p>OBS: com a criança sentada, colocar o brinquedo à sua frente e tapa-o com o lenço. Move-se o brinquedo em cima da mesa sem destapá-lo. Quando a criança olhar, retira-se o lenço e diz-se: "Olha. Aqui está o ursinho". Depois de alguns segundos, volta-se a repetir o mesmo procedimento. Logo, repete-se uma terceira vez, porém coloca-se o brinquedo e o lenço ao mesmo tempo em cima da mesa. Depois, põe-se só o lenço em cima da mesa, em um lugar diferente, mas ao alcança da criança. O lenço deve estar um pouco levantado na parte do meio. Observa-se a conduta da criança, sem esquecer-se do movimento dos olhos.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se faz tentativas de pegar o brinquedo, tais como por a mão onde estava o brinquedo, olhar repetidamente para onde ele estava, tirar o lenço ou olhar para as mãos do examinador.</p>	<p><b>2</b> procurou</p> <p><b>1</b> procurou rapidamente (poucos segundos)</p> <p><b>0</b> não tenta</p>
<b>64: Levanta uma caneca para conseguir um brinquedo – 6 a 11 meses</b>		
 <b>Material:</b> Caneca de plástico e Tigrão ou Puff	<p>OBS: com a criança sentada, movimentar o brinquedo em frente a ela para chamar sua atenção. Quando ela estiver olhando, esconde-se o brinquedo com a caneca. Ao mesmo tempo se diz: "O ursinho está escondido. Onde está o ursinho?" Levante a caneca e diga: "Está aqui! Está aqui! Repita o mesmo procedimento ensinando-lhe a brincadeira. Repete-se uma terceira vez, porém desta vez não se levanta a caneca. Observe a conduta da criança, sem esquecer do movimento dos olhos. Se a criança não levanta a caneca, repete-se todo o processo.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se levanta a caneca para pegar ou ver o brinquedo. Não se pontua a criança se retira a caneca acidentalmente, a move casualmente ou se interessa mais pela caneca do que pelo brinquedo. A criança deve levantar a caneca em uma das duas tentativas. Não é necessário que pegue o brinquedo.</p>	<p><b>2</b> levanta a caneca</p> <p><b>1</b> tenta levantar mas não consegue</p> <p><b>0</b> não tenta</p>
<b>65: Explora objetos – 0 a 5 meses</b>		

Tigrã o ou Puff	<p>OBS: com a criança deitada ou sentada, movimentar o brinquedo na sua frente para chamar sua atenção. Se a criança não tenta pegar o brinquedo, dá-se a ela. Observar como o explora.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se explora o brinquedo com seus dedos e mão, girando-o e inspecionando-o visualmente, ou pressionando-o contra alguma parte de seu corpo (o rosto ou a perna).</p>	<p><b>2</b> explora 15 seg ou +</p> <p><b>1</b> explora 8-14s</p> <p><b>0</b> explora &lt;8s</p>
<b>66: Segue um estímulo visual – 0 a 5 meses</b>		
Bola	<p>OBS: com a criança sentada, chama-se a atenção dela movendo a bola por seu campo de visão. Não se dá nenhuma indicação sonora. Quando a criança estiver olhando para a bola, deixe-a cair. Não se move o braço nem a mão, até que a criança reaja. Observa-se os movimentos da cabeça da criança.</p> <p>PONTOS: a criança é pontuada se gira a cabeça ou olha para baixo, seguindo a bola, 2 de 3 vezes. Não é necessário que encontre a bola com o olhar.</p>	<p><b>2</b> 2 vezes</p> <p><b>1</b> 1 vez</p> <p><b>0</b> nenhuma reação correta</p>

## 15. ANEXO 2 (Instruções do uso do acelerômetro aos 48 meses)



Universidade Federal de Pelotas  
Faculdade de Medicina  
Centro de Pesquisas Epidemiológicas  
Coorte de Nascimentos de 2015



### INSTRUÇÕES PARA USO DO MONITOR NA CRIANÇA

- O seu filho(a) está recebendo um monitor para utilizar no pulso por alguns dias. Esse aparelho irá medir os **movimentos corporais** realizados pelo seu filho(a).
- Por favor, não retire o aparelho em nenhum momento. Se por algum motivo o aparelho for retirado, você pode recolocar no mesmo pulso (mão esquerda) com a tampinha do aparelho voltada para os dedos.
- A pulseira utilizada para fixar o monitor é fabricada em vinyl (material não alérgico) e foi aprovada por dermatologistas.

### IMPORTANTE!!!

**O monitor deve ser utilizado por 9 dias durante 24 horas, até mesmo para dormir e durante o banho.**

**Após o banho ou contato com a água, favor secar a pele da criança por baixo da pulseira com uma fralda ou toalha fina.**

Caso você tenha alguma dúvida quanto ao funcionamento do monitor ou queira mudar a DATA ou HORÁRIO de busca do monitor entre em contato conosco!

**Responsável:** Calebe Borges, **Telefone:** 3284-1300 **Ramal:** 389

Em caso de reações alérgicas ou qualquer outro problema relacionado ao uso do aparelho entrar em contato com o pesquisador responsável do estudo:

**Responsável:** Otávio Leão, **Telefone/WhatsApp:** 99164-1889

**DATA COMBINADA PARA BUSCAR O MONITOR:**

<b>Seg</b>	<b>Ter</b>	<b>Qua</b>	<b>Qui</b>	<b>Sex</b>

**Data de coleta:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.



## 16. ANEXO 3 (Tempo de tela)

17. <CRIANÇA> vê televisão? <b>SE NÃO ou IGN</b> →PULO	não 0 sim 1 TV sempre ligada 2 IGN 9
18. Quanto tempo<CRIANÇA> vê televisão pela manhã?	__ __ __ minutos
19. Quanto tempo <CRIANÇA> vê televisão pela tarde?	__ __ __ minutos
20. Quanto tempo<CRIANÇA> vê televisão pela noite?	__ __ __ minutos
25. O(A) <CRIANÇA> usa computador, <i>tablet/lpad</i> , videogame ou celular? <b>SE NÃO ou IGN</b> →PULO	não 0 sim 1 IGN 9
26. Quanto tempo o(a) <CRIANÇA> usa esses aparelhos pela manhã? (999=IGN)	__ __ horas__ __ min
27. Quanto tempo o(a) <CRIANÇA> usa esses aparelhos pela tarde? (999=IGN)	__ __ horas__ __ min
28.Quanto tempo o(a) <CRIANÇA> usa esses aparelhos pela noite? (999=IGN)	__ __ horas__ __ min

\*As perguntas 17 a 20 são comuns as duas Coortes (2015 e 2004), enquanto que da questão 25 a 28 está contido apenas no acompanhamento de 48 meses da Coorte de 2015.b



O projeto de pesquisa foi qualificado no dia 29/08/2019, e contou com os professores internos do programa Prof. Dr. Aluísio Jardim Dornellas Barros e Prof. Dr. Inácio Crochemore Mohnsam da Silva. Algumas adaptações foram sugeridas durante a banca e estão contempladas abaixo.

Para o artigo de revisão não foram sugeridas alterações significativas. Uma sugestão da banca foi realizar uma meta-análise, mas que não pode ser feita devido às características dos estudos.

O artigo original 1 manteve seu objetivo inicial de verificar a associação do tempo de tela e o neurodesenvolvimento infantil aos 48 meses, nas Coortes de 2004 e 2015. No entanto, no decorrer do artigo, optou-se por não categorizar o tempo de tela de acordo com algum ponto de corte, visto a distribuição e sua associação com o desfecho. Sendo assim, apenas modelos de regressão linear foram utilizados no artigo.

O artigo original 2 também manteve seu objetivo inicial de verificar a associação entre atividade física aos 12, 24 e 48 meses, medida por acelerometria, e o neurodesenvolvimento aos 48 meses, nas crianças da Coorte de 2015. Após a banca de qualificação, duas principais alterações foram feitas. A primeira foi a escolha de usar apenas modelos de regressão linear, tratando desfecho e exposição como variáveis contínuas, sem utilizar pontos de corte. A segunda alteração foi utilizar modelos de trajetória para descrever atividade física dos 12 aos 48 meses e sua associação com o neurodesenvolvimento infantil.

Cabe destacar que para todos artigos realizados, diversas alterações menores foram feitas devido à disponibilidade de dados, objetivos dos estudos, entre outros motivos. Além disso, para fins de apresentação da tese, o artigo original 1 (tempo de tela) passou para último (artigo 2), ficando com a seguinte ordem: Artigo de revisão, Artigo original 1 (atividade física) e Artigo original 2 (tempo de tela).





**Universidade Federal de Pelotas**

**Programa de Pós-graduação em Epidemiologia**



**Coorte de Nascimentos de 2015**

**Pelotas/RS**

**Relatório do trabalho de campo**

**ESTUDO DE ACOMPANHAMENTO DOS 48 MESES**

**Apoio**



Organización  
Mundial de la Salud



Bernard  
van Leer  
FOUNDATION

**wellcome**trust

## Lista de Figuras

*Figura 1. Kit utilizado para coleta de saliva*

Figura 2. Balança da marca TANITA® modelo UM-080

Figura 3. Estadiômetro fixo da marca Harpenden®

Figura 4. Fita métrica em aço flexível da marca CESCORF®

Figura 5. Aparelho para aferir pressão arterial e frequência cardíaca da marca OMRON HEM- 705CPINT

Figura 6. Estadiômetro de alumínio portátil

Figura 7. Escalas de plantões de supervisão de trabalho de campo

*Figura 8. Tubo de coleta de saliva com identificação de nome e ID do participante.*

*Figura 9. Ficha de informações da coleta de saliva*

*Figura 11. Material para coleta de saliva domiciliar*

Figura 11. Kit de coleta de cabelo

Figura 12. Material para armazenamento de coletas de cabelo

Figura 13. Brinde oferecido aos participantes

Figura 14. Números finais do acompanhamento dos 48 meses da coorte de 2015

## **Lista de Tabelas**

**Tabela 1.** Proporção de controle de qualidade por entrevistadora

**Tabela 2.** Tempo de duração da entrevista em minutos

**Tabela 3.** Questões avaliativas da qualidade da entrevista

**Tabela 4.** Concordância (Kappa) entre as variáveis do banco do CQ e banco do acompanhamento

**Tabela 5.** Descrição das entrevistas com ajuda de custo para deslocamento intermunicipal

**Tabela 6.** Descrição das entrevistas realizadas fora de Pelotas

## Lista de Quadros

**Quadro 1.** Cronograma de treinamento



## Sumário

<b>1. Contextualização da Coorte 2015 .....</b>	<b>99</b>
<b>2 Grupo de Trabalho .....</b>	<b>100</b>
2.1 Coordenadores e supervisores do estudo.....	100
2.2 Equipe geral da coorte .....	100
2.3 Equipe de Entrevistadoras .....	101
2.3.1 Remuneração.....	101
<b>3. Seleção e treinamento das entrevistadoras.....</b>	<b>101</b>
3.1 Treinamento da entrevista.....	101
3.2. Treinamento de acelerometria.....	102
3.3. Treinamento da entrevistados instrumentos da psicologia.....	103
3.3.1. Descrição dos instrumentos de avaliação psicológica e comportamental	104
3.4. Treinamento da coleta de saliva.....	109
3.5. Treinamento das medidas antropométricas .....	110
3.6. Treinamento da coleta de cabelo da mãe e da criança .....	112
3.7. Seleção Final.....	113
3.8. Estudo piloto.....	113
3.9. Retreinamento.....	113
3.10. Novas seleções e treinamentos .....	113
<b>4. Equipe de entrevistadoras.....</b>	<b>114</b>
<b>5. Plantões .....</b>	<b>114</b>
<b>6. Logística de coleta de dados .....</b>	<b>114</b>
6.1. Logística de testes psicológicos da criança.....	115
6.2. Logística de coleta da saliva .....	118
6.2.1. Procedimento de coleta na clínica.....	118
6.2.2. Procedimentos das coletas domiciliares.....	120
6.3. Logística de coleta de cabelo .....	121

6.4. Logística antropometria .....	123
6.5. Logística acelerometria .....	123
<b>7. Logística de reversão de recusa .....</b>	<b>124</b>
<b>8. Download das entrevistas .....</b>	<b>124</b>
<b>9. Inconsistências .....</b>	<b>124</b>
<b>10. Reuniões .....</b>	<b>125</b>
<b>11. Controle de Qualidade .....</b>	<b>125</b>
<b>12. Presentes para as crianças .....</b>	<b>131</b>
<b>13. Uniformes.....</b>	<b>131</b>
<b>14. Números finais do acompanhamento dos 48 meses .....</b>	<b>131</b>
14.1. Ajuda de custo para transporte intermunicipal .....	133
14.2. Entrevista domiciliar fora de Pelotas .....	134

## **1. Contextualização da Coorte 2015**

Em 1982, teve início em Pelotas um estudo sobre a saúde dos recém-nascidos da cidade. Todos os bebês nascidos no município foram avaliados e suas mães entrevistadas. Foi feito um acompanhamento dos bebês com um mês de vida, com três meses, com seis meses e com 12 meses. Este estudo teve um grande impacto nos meios de pesquisa no Brasil e no exterior e seus resultados levaram a um grande número de publicações, que, por sua vez, serviram de referência para a elaboração de políticas de saúde e de novas pesquisas. Em 1993 e 2004 duas novas coortes tiveram início. A repetição destas coortes permite que se avalie como está mudando a saúde dos bebês, o atendimento às gestantes durante o pré-natal, o atendimento ao parto e o perfil da população em termos de fatores de risco para diversas doenças. Estas informações são fundamentais para que as políticas de saúde sejam atualizadas e reflitam as mudanças observadas ao longo do tempo.

Agora, uma nova coorte está sendo iniciada. Diferentemente das outras coortes, em que o primeiro contato com a mãe se deu logo após o nascimento do bebê, nesta coorte as mães dos bebês com nascimento previsto para 2015 foram entrevistadas durante a gestação e, como nas demais coortes, seus filhos já estão sendo acompanhados após o nascimento, aos três, doze, 24 e no ano vigente aos 48 meses de idade. Isto possibilitará a coleta de informações mais detalhadas sobre a saúde e os hábitos maternos no período gestacional, possibilitando uma melhor compreensão das influências da gestação sobre a saúde do filho ao longo da vida.

O nosso papel neste estudo foi fazer com que ele tenha mantido os mais altos padrões de qualidade de modo que os dados obtidos reflitam a realidade da forma mais fiel possível. Os dados coletados fornecerão informações muito importantes e serão analisados e reanalisados durante as próximas décadas. Para atingir o patamar de qualidade desejado, foi necessário muito esforço e dedicação. Neste contexto, este relatório do trabalho de campo reúne toda a base de sustentação deste esforço no acompanhamento dos 48 meses de idade das crianças pertencentes à coorte de 2015.

## **2. Grupo de Trabalho**

### **2.1. Coordenadores e supervisores do estudo**

O acompanhamento de 48 meses do projeto da Coorte de 2015 teve como coordenadores: Prof.<sup>a</sup> Mariângela Freitas da Silveira, Prof. Joseph Murray, e Prof.<sup>a</sup> Andréa Homsí Dâmaso, do Programa de Pós-graduação em Epidemiologia (PPGE) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), juntamente com o Prof. Marlos Rodrigues Domingues, da Escola Superior de Educação Física (ESEF) da Universidade Federal de Pelotas. Além dos coordenadores do estudo, fizeram parte da equipe de supervisão, Simone Farías Antúnez (Supervisora Geral de Campo das Coortes do Centro de Pesquisas Epidemiológicas), Mariana Gonzalez Cademartori (aluna de Pós-doutorado do PPGE), e Francine dos Santos Costa (aluna de doutorado do PPGE).

A supervisão do trabalho de campo do acompanhamento dos 48 meses foi de responsabilidade dos doutorandos: Fernando Silva Guimarães, Gbenankpon Mathias Houvessou, Mariana Silveira Echeverria, Otávio Amaral de Andrade Leão, Sarah Arangurem Karam (alunos de doutorado do PPGE). As doutorandas do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da UFPel, Débora Tornquist e Luciana Tornquist, foram responsáveis pela supervisão do trabalho de campo relativo à coleta de dados de acelerometria, além de participação na supervisão geral. A responsável pelas medidas antropométricas foi Thaynã Ramos Flores (aluna de doutorado do PPGE).

A parte dos testes e avaliações psicológicas que compunham o acompanhamento dos 48 meses da Coorte de Nascimento de 2015 ficou sob a supervisão da psicóloga Luciana Anselmi com o apoio da psicóloga Natália Dias.

### **2.2. Equipe geral da coorte**

A equipe geral da coorte 2015 (acompanhamento dos 48 meses) contou com auxílio de uma secretária, Ana Fagúndez Roja e quatro pessoas contratadas para a recepção (Deise Modesto, Fabiana Vasconcellos, Ana Amaral e Patrícia Vieira). Para o agendamento foram contratadas cinco pessoas (Beatriz Ferreira, Iara Bonneau, Mariana Haertel, Letícia dos Santos e Lisângela Munhoz).

### **2.3. Equipe de Entrevistadoras**

Foram contratadas 32 entrevistadoras que iniciaram o trabalho de campo do acompanhamento dos 48 meses. Os acréscimos e mudanças na equipe de entrevistadoras serão descritos no item 4 (Equipe de entrevistadoras).

#### **2.3.1. Remuneração**

Todas entrevistadoras contratadas foram devidamente remuneradas e receberam uma quantia mensal de 1300 reais, caracterizado como bolsa de pesquisa.

### **3. Seleção e treinamento das entrevistadoras**

As inscrições para o processo seletivo iniciaram no dia 5 de novembro com término no dia 11 de novembro de 2018, tendo aproximadamente 150 candidatas inscritas. Foi realizada uma pré-seleção das inscritas mediante entrevista, sendo selecionadas 80 candidatas para o início do treinamento e seleção das entrevistadoras do acompanhamento dos 48 meses.

A avaliação das candidatas foi realizada durante o treinamento com base os seguintes critérios:

- ✓ Pontualidade/Assiduidade;
- ✓ Interesse;
- ✓ Postura durante o treinamento;
- ✓ Desenvoltura nas práticas de aplicação do questionário;
- ✓ Desempenho na prova teórica;
- ✓ Desempenho nas práticas da aplicação de testes de desenvolvimento infantil;
- ✓ Desempenho nas práticas das medidas antropométricas;

#### **3.1 Treinamento da entrevista**

Na semana do dia 26 de novembro até o dia 11 de dezembro foi realizado o treinamento do questionário (Quadro 1), tendo a presença de 78 candidatas no primeiro dia de capacitação. Foi realizada apresentação da parte teórica de cada bloco do questionário da mãe pelos doutorandos e supervisores gerais, seguida da realização de práticas da aplicação do questionário em papel e no tablet. Além disto, foram apresentadas as atividades que seriam aplicadas diretamente as crianças, mediante exposição teórica e exibição de vídeos com exemplos práticos. No decorrer do treinamento, houve algumas desistências, restando 76 candidatas às

vagas para entrevistadora. No dia 03 de dezembro, foi realizada uma prova teórica e após o resultado desta foram eliminadas algumas candidatas considerando a nota da avaliação, desenvoltura nas práticas e o desempenho geral durante o treinamento. Assim, foram selecionadas 42 candidatas para a próxima etapa do processo seletivo.

Quadro 1. Cronograma de treinamento

Horário	Segunda (26/11)	Terça (27/11)	Quarta (28/11)	Quinta (29/11)	Sexta (30/11)
08:30 - 10:00	Inscrições - identificação fotos 1) Apresentação da Coorte (Coordenador: Marisa) 2) Apresentação cronograma treinamento Instruções gerais (Simone) Bloco A - identificação Q1 - Q3 (Simone) 71 pessoas	BLOCO E – SAÚDE DA MÃE E CONTRACEPÇÃO (Q246 – 293) (Luciana) BLOCO E – SAÚDE DA MÃE E CONTRACEPÇÃO - EPDS (Q294 - Q303) (Simone)	9 hs. Apresentação das medidas antropométricas (Thayná) Apresentação da ficha odonto (Mariana)	3) Questionário da mãe - Bloco D - comportamentos parentais- PAFAS, PSS, Autocontrole, TA, VPI (Suelen)	Protocolo da criança - Bloco D- Battelle (Duda e Natália) AGENDAMENTO (Simone)
Intervalo (10:00 - 10:15)					
10:15 - 12:00	Bloco B - Cuidado e alimentação da criança - Q6 - Q73 (Simone) Bloco C- Saúde da criança e sono (SONO) (Q74 - Q90) (Simone) AUDITÓRIO B	BLOCO F – ATIVIDADE FÍSICA (Q304 - Q317) AF últimos SETE DIAS (Q318– Q368) AF deslocamento (Q369 – Q372) (Otávio) Corte de cabelo - Questões cortisol (Q382 - Q407) (Rafa)	Apresentação da acelerometria (Otávio) Aplicação no tablet (simulação em grupo - aplicação umas nas outras)	4) Bloco D-ACES, EVPE, Assist, MINI, CMS filmagem mãe-criança? (Tiago)	Protocolo da criança - Bloco D- Battelle e Observações (Duda e Natália) AGENDAMENTO (Simone)
Horário	Segunda (26/11)	Terça (27/11)	Quarta (28/11)	Quinta (29/11)	Sexta (30/11)
14:00 - 15:45	Bloco C- Saúde da criança e sono (SAÚDE E COMPORTAMENTO) (Q91 - Q144) (Vanessa) AUDITÓRIO B	Bloco C- Remédios (Q145 - Q149) Vacinas (Q150 – Q168) (Marisabel/ Vanessa)	1) Instruções gerais instrumentos psicológicos (Duda) 2) Questionário da mãe - Bloco A- comportamento da criança - SDQ, ELDEQ, EmQue, CBCL, ICU, JVQ (Duda)	1) Protocolo da criança - Bloco A - BS, Não toque (Suelen) Filmagens: uso da câmera (Natália) 2) Bloco B- Tarefa ajuda, TVAud, TVExp, impulsividade (Duda)	Protocolo da criança - Bloco D- Battelle (Duda e Natália) AGENDAMENTO (Simone)
Intervalo (15:45 - 16:00)					
16:00 - 18:00	Acidentes (Q169 – Q184) Frieiras (Q185 – Q190) (Otávio) Bloco D- Características da mãe, da família e do domicílio - (Q191 - Q212) ABEP (Q213 - Q235) Renda (Q236 - Q245) (Débora) Simulação com questionário em papel - em grupos AUDITÓRIO B	Aplicação no tablet (simulação em grupo - aplicação umas nas outras)	2) Questionário da mãe - Bloco B e C - social- condições do bairro, justiça e leis, posição social, BART, eventos criança (Rafa)	Protocolo da criança 2) Bloco B- SiPI, Puppets, atriismo (Suelen), Sally-Anne, Go-n-Go, Atenção (Rafa)	Protocolo da criança - Bloco D- Battelle (Duda e Natália) AGENDAMENTO (Simone)

### 3.2. Treinamento de acelerometria

No dia 17 de dezembro de 2018, foi realizado o treinamento da acelerometria. O doutorando Otávio Leão foi responsável pelo treinamento da colocação e pelas instruções referentes à acelerometria. As candidatas foram divididas em duplas para realização das práticas de colocação do acelerômetro.

### **3.3. Treinamento da entrevistados instrumentos da psicologia**

Nos dias 28, 29 e 30 de dezembro de 2018 como parte do treinamento e seleção das entrevistadoras de campo, foi realizado o treinamento das questões psicológicas e de desenvolvimento que faziam parte do questionário aplicado à mãe, tendo a presença das cerca de 70 candidatas que iniciaram a capacitação. O treinamento foi coordenado pela psicóloga Luciana Anselmi com a participação dos psicólogos Tiago Munhoz, Suelen Cruz e Natália Dias, e da doutoranda Rafaela Costa Martins.

Foi realizada apresentação de slides com a parte teórica do Bloco psicológico e comportamental (uma descrição dos testes aplicados pode ser encontrada no item 3.2.1). A primeira parte do bloco, sobre o comportamento da criança, incluiu 8 instrumentos: SDQ (*Strengths and Difficulties Questionnaire*), ELDEQ (*Etude longitudinale du developement des enfants du Quebec*), Em-Que (*Empathy Questionnaire for infants and toddlers*), CBCL (*Child Behavior Checklist*), subescala de agressividade do CBCL, ICU (*Inventory of Callous-Unemotional Traits short-form*), JVQ (*Juvenile Victimization Questionnaire*) e Eventos estressantes.

O Em-Que e a subescala de agressividade do CBCL foram aplicados apenas nas crianças da amostra do estudo Piá (*Primeira Infância Acolhida*). O CBCL foi aplicado para as mães de uma amostra de 600 crianças da coorte.

A segunda parte do bloco psicológico e comportamental, sobre práticas educativas e comportamento materno, posição social, justiça e violência doméstica, incluiu 12 instrumentos: PAFAS (*Parent and Family Adjustment Scales*), ACES (*Adverse Childhood Experiences International Questionnaire*), EVPE (*Eventos de Vida Produtores de Estresse*), PSS (*Perceived Stress Scale*), Auto-controle, Tendência de Atribuição, ASSIST (*Alcohol, Smoking and Substance Involvement Screening Test*), MINI (*Mini International Neuropsychiatric Interview*), VPI (*Violence Against Women questionnaire*), BART (*Balloon Analogue Risk Task*), Posição Social, Condições do Bairro e Justiça/leis.

Ainda nesta primeira semana do treinamento, foi realizado o treinamento teórico das atividades de interação mãe-criança, dos instrumentos aplicados diretamente às crianças, além das questões de observação por parte das entrevistadoras. Foram apresentados slides com questões teóricas e vídeos mostrando a aplicação dos instrumentos, além de demonstração prática dos testes e do uso dos diversos materiais. Os 13 instrumentos aplicados à criança foram os

seguintes: teste de desenvolvimento psicomotor BATTELLE (*Battelle's Development Inventory*), Tarefa de Ajuda, Caixa Trancada (apenas amostra Piá), SIPI (*Social Information Processing Interview*), Teste de Vocabulário Auditivo, Teste de Vocabulário Expressivo, Subteste Blocos do WPPSI (*Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence Manual*) (amostra Piá), GoNoGo, CardSort, Sally-Anne, Teste do Marshmallow, Triangle (amostra Piá) e Altruísmo. As atividades de observação da interação mãe-criança foram as seguintes: Sensibilidade Cognitiva Materna, Compartilhamento de livros, Não Toque, Brinquedo Livre (amostra Piá) e Guardar Brinquedos (amostra Piá). As duas medidas de observação da entrevistadora foram: Moffit Questions (sobre o auto-controle do comportamento da criança) e impressões da entrevistadora sobre o comportamento da mãe. Também foi treinado o uso da câmera filmadora e do teste no computador (BART). O Subteste Blocos (teste WPPSI) foi aplicado somente pelas psicólogas supervisoras da parte psicológica do acompanhamento dos 48 meses.

Na segunda e terceira semana do treinamento, após o resultado da prova teórica e do treinamento de medidas, foram realizadas atividades de prática da aplicação do questionário em papel e no tablet e da aplicação dos testes e tarefas da criança com 42 entrevistadoras. A prática de aplicação do teste de desenvolvimento infantil BATTELLE e das atividades de interação mãe-criança incluiu registro de respostas (ou dos tempos) com base em vídeos apresentados para comparação entre as entrevistadoras. Foi realizado um retreinamento no dia 04/01/2019.

### **3.3.1. Descrição dos instrumentos de avaliação psicológica e comportamental**

O questionário SDQ foi aplicado às mães para avaliar as dificuldades emocionais e comportamentais da criança, assim como sua relação com os pares e seu comportamento pró-social. Os 25 itens são divididos em 5 subescalas.

O questionário de 14 perguntas ELDEQ foi aplicado às mães com o objetivo de investigar a frequência de comportamento agressivo na criança através de uma escala de três pontos: “Nunca” (0), “As vezes” (1) e “Frequentemente” (2).



O Em Que é um questionário de 20 perguntas respondido pelas mães para indicar o grau de empatia da criança nos últimos 2 meses e com itens codificados numa escala de 3 pontos (0 = nunca, 1 = as vezes, 2 = frequentemente).

O CBCL, respondido pelas mães sobre os problemas emocionais e de comportamento da criança, é composto de 118 perguntas e fornece um escore total e mais 8 subescalas. Além disso, fornece duas escalas compostas sobre problemas de Externalização e de Internalização.

O inventário ICU foi aplicado às mães para investigar dificuldades de empatia, culpa, emoções superficiais e insensibilidade em relação ao sentimento dos outros por parte da criança. É composto por 12 itens.

O JVQ avalia vitimização nas crianças por cuidadores, pares e outros perpetradores e foi aplicado para as mães.

O PAFAS, aplicado às mães, inclui 18 itens da Escala Parental: consistência parental (5 itens), parentalidade coercitiva (5 itens), encorajamento positivo (3 itens) e a Escala de Relacionamento Pais -Criança (5 itens). Cada item é pontuado numa escala de 4 pontos: não é verdadeiro para mim (0) até muito verdadeiro para mim (4).

Para avaliar eventos estressores vividos pela criança foram utilizadas perguntas do estudo ACES-IQ juntamente com questões da seção de estresse pós-traumático do DAWBA resultando em 11 itens pontuados com respostas SIM ou NÃO das mães.

Para avaliar eventos estressores vividos pela mãe nos últimos 12 meses, foi utilizado o EVPE constituído por 11 itens com respostas dicotômicas (Sim e Não).

O PSS avaliou como as mães consideram suas vidas em termos de serem imprevisíveis e da sensação de falta de controle sobre suas vidas. Algumas perguntas investigam a falta de habilidade para lidar com situações estressantes enquanto outras se referem às emoções positivas. Os dez itens são pontuados numa escala Likert de 5 pontos.

O BSCS é uma escala de 13 itens que foi usada para avaliar traço de autocontrole e comportamento auto-regulatório nas mães.

HAQ avalia a tendência de atribuir emoções hostis a outras pessoas. Foram apresentadas às mães diferentes histórias hipotéticas onde elas encontrariam estranhos, amigos e colegas em situações ambíguas para identificar suas interpretações de tais situações. Para cada história, as mães respondem a uma pergunta com interpretação hostil (uma escala Likert de 6 pontos: de 0 “Extremamente improvável” até 5 “Extremamente Provável”).

ASSIST é um *screening* para avaliar problemas ou risco de uso de substância nas mães. São 10 questões (se positivar mais questões sobre frequência são feitas) sobre uso de tabaco, álcool, maconha, cocaína, estimulantes (incluindo ecstasy), inalantes, sedativos, alucinógenos, opióides e 'outras drogas' durante toda a vida e nos últimos três meses.

MINI é uma entrevista diagnóstica para investigar transtorno de personalidade antissocial (6 perguntas). As perguntas foram respondidas sobre a mãe e pai do participante da coorte, biológico ou social (considerando o que tinha mais contato com a criança).

VPI - os 13 itens avaliam três domínios de violência contra a mulher perpetrada pelo parceiro: emocional (4 itens), física (6 itens), sexual (3 itens). Foi aplicada mais uma pergunta sobre controle comportamental.

Foi usada a MacArthur Scale - para avaliar o status social subjetivo (posição social). Foi aplicado às mães apresentando-se uma figura representando uma “escada social” na qual ela deve localizar em qual degrau está localizada em relação à sua comunidade e país.

Para avaliar as `Condições do bairro e justiça e leis` também foram aplicados questionários para avaliar a percepção das mães em relação à violência do bairro, crença nas leis e na justiça social.

O BATTELLE foi aplicado às crianças para avaliar o desenvolvimento neuropsicomotor. É um teste standardizado que avalia 5 domínios do desenvolvimento: 1) pessoal-social; 2) adaptativo; 3) coordenação motora ampla e fina; 4) comunicação, 5) cognitivo. Parte do Battelle é respondido pelas mães, outra parte é aplicado diretamente à criança e alguns itens que são apenas observados pelo(a) aplicador(a). Cada item é pontuado numa escala de três pontos (0 =

raramente ou nunca, 1 = as vezes, 2 = frequentemente). Foram aplicados 66 itens relacionados às idades de 4 a 5 anos ou menos.

Tarefa de Ajuda (*Help Task*) foi aplicada à criança para avaliar seu comportamento pró-social e empatia. O aplicador finge que está com um problema (não consegue encontrar um tubo de cola que está no ângulo de visão da criança) e observa a resposta da criança. A tarefa foi filmada para codificação posterior.

A atividade de compartilhamento de livro (*Book Sharing*) foi usada para avaliar a interação mãe-criança. A dupla mãe-criança foi filmada por aproximadamente 5 minutos sem interferência do aplicador enquanto olhavam um livro de histórias somente com figuras e a mãe contava para a criança. Psicólogas codificaram a tarefa assistindo os vídeos posteriormente.

Caixa Trancada (*LabTab*) foi aplicada à criança para avaliar a expressão e regulação de emoções (como raiva, frustração e tristeza). O(a) aplicador(a) mostra dois brinquedos e pede para a criança escolher o preferido, colocando-o numa caixa transparente que é fechada a chave. Após entrega uma chave errada à criança que tenta abrir a caixa. O(a) aplicador(a) espera quatro minutos antes de dizer para a criança que trocou a chave e entregar a correta. A tarefa foi filmada para codificação posterior.

A SIPI é uma entrevista estruturada aplicada à criança para avaliar a tendência de atribuição de hostilidade às outras pessoas. É uma história em quadrinhos envolve situações como emprestar um brinquedo, a protagonista ser rejeitada por dois amigos e de ser provocada por um deles. A intenção dos amigos é ambígua gerando diferentes situações: uma rejeição não hostil, uma rejeição ambígua, uma provocação accidental. O(a) aplicador(a) pergunta se a protagonista ou amigos estão certos ou não, pergunta o que a criança faria se acontecesse com ela, entre outras.

O Teste de Vocabulário Auditivo (TVaud) avalia o vocabulário receptivo, a capacidade de entender as palavras da criança. O(a) aplicador(a) mostra 33 lâminas com 5 figuras cada uma e diz uma palavra. A criança deve apontar o objeto equivalente.

O Teste de Vocabulário Expressivo (TVexp) avalia o vocabulário expressivo, a capacidade de nomear da criança. O(a) aplicador(a) mostra um livro com 100 figuras e a criança deve dizer o nome de cada uma.

O subteste `Blocos` (*block design*) do WPPSI foi aplicado à criança para avaliar função executiva. O(a) aplicador(a) mostra uns cubos pintados e coloca-os em diferentes formatos e a criança deve imitar o mesmo formato.

O EYE GoNoGo foi aplicado à criança para avaliar controle de impulso pela criança. A tarefa exige que a criança toque na tela do ipad para pegar o peixe e NÃO toque na tela do Ipad quando aparece o tubarão. A maioria dos estímulos são para pegar o peixe gerando uma tendência de tocar. A criança deve inibir esta tendência de tocar.

O *EYE Card sorting Task* é um jogo num Ipad usado para avaliar a flexibilidade cognitiva das crianças (“*shifting*”). Aparecem desenhos e é solicitado à criança que os escolha de acordo com duas dimensões diferentes (cor ou forma) que vão se alternando, exigindo uma capacidade de categorização de objetos por parte da criança.

O teste Sally-Anne (ToM) foi aplicado à criança para avaliar sua capacidade de compreender que os outros possuem crenças, desejos e intenções distintas das suas. O(a) aplicador(a) apresenta à criança duas bonecas e uma história envolvendo um objeto escondido. A criança faz suposições e se coloca na perspectiva de uma das bonecas dizendo onde o objeto está.

O Teste do Marshmallow foi aplicado à criança para avaliar sua capacidade de adiar gratificação. O(a) aplicador(a) coloca balas de gelatina em dois potes (um pote com uma e outro com três) e combina com a criança que ela pode comer a bala de um pote a qualquer momento mas se ela esperar o(a) aplicador(a) retornar para a sala (3 minutos e 30 segundos), ela pode ficar com todas as balas. O(a) aplicador(a) sai, observa pelo olho mágico e anota o tempo que a criança esperou.

O teste Altruísmo (*Dictator game*) foi aplicado à criança para avaliar sua capacidade de comportamento altruísta. O(a) aplicador (a) dá 10 adesivos para a criança e, depois, diz que os adesivos acabaram e que a criança que virá depois dela ficará sem nenhum. Pergunta se a criança quer dar algum adesivo para a outra

e pede que os coloque numa caixa. Avalia-se quantos adesivos a criança destinou para si e quantos para a outra criança.

*Interviewer Rating Child Self Control (Moffitt/Caspi questions)* são itens preenchidos pelo aplicador (a) no final do protocolo para avaliar o comportamento da criança: falta de controle, irritabilidade, distração, negativismo, labilidade emocional, inquietação.

### **3.4. Treinamento da coleta de saliva**

No dia 03 de novembro realizado o treinamento da coleta de saliva, coordenado pela professora Luciana Tovo Rodrigues e pelas responsáveis pelo laboratório Clarice Brinck Brum e Deise Farias Freitas. Foi realizado um treinamento teórico-prático, onde o método de coleta de saliva foi explicado, seguido de parte prática que foi realizada entre as entrevistadoras. Considerando que apenas cerca de 300 participantes ainda não haviam realizado a coleta de saliva nos acompanhamentos anteriores, as entrevistadoras selecionadas para o trabalho de campo que já tinham experiência na coleta de saliva (duas em cada turno) foram novamente treinadas com o kit de coleta de saliva utilizado no acompanhamento. Desta forma, as entrevistadoras manusearam o kit realizando a coleta de saliva entre elas.

O kit de coleta de saliva utilizado no acompanhamento foi o OG-575 (DNA Genotek) (figura 1), específico para a coleta de saliva de crianças abaixo de 4 anos de idade. Esse kit utiliza esponja coletora (semelhante a um cotonete de tamanho maior), que serve como instrumento para a coleta de saliva e tubo coletor, local onde a saliva era armazenada na quantidade exigida pelo fabricante.



*Figura 1: Kit utilizado para coleta de saliva*

### **3.5. Treinamento das medidas antropométricas**

O treinamento das medidas antropométricas dividiu-se em duas partes: teórico e prático, sob responsabilidade da doutoranda Thaynã Ramos Flores Nunes com auxílio dos demais doutorandos da equipe. No dia 28 de novembro de 2018 foram apresentadas, às candidatas a entrevistadoras, todas as medidas a serem realizadas no acompanhamento dos 48 meses de idade. Nas mães as medidas coletadas foram: peso (kg), pressão arterial (mmHg), frequência cardíaca (bpm) e para um número pequeno (n=48) a altura (cm). Já na criança foram aferidos o peso (kg), estatura (cm), altura sentada (cm), circunferência da cintura (cm), perímetro cefálico (cm), pressão arterial (mmHg) e frequência cardíaca (bpm).

Após as orientações teóricas, contidas no manual de instruções, bem como a apresentação da técnica para realização das medidas e, também, de todos os equipamentos a serem utilizados na clínica e no domicílio, foi realizado o treinamento prático. Este treinamento prático contou com a colaboração da Escola de Educação Infantil Ivanir Dias, localizada no bairro Cohab Tablada, sendo realizado com a turma de crianças entre quatro e cinco anos de idade nos dias 05 e 06 de dezembro de 2018.

O treinamento prático ocorreu da seguinte forma: a doutoranda responsável realizava as aferições das medidas na mesma ocasião e nas mesmas crianças que as candidatas. Posteriormente, a doutoranda responsável avaliou, além da técnica e

outros quesitos também considerados, se as medidas realizadas por todas foram semelhantes à do padrão ouro (doutoranda responsável), assumindo a margem de erro aceitável. Os equipamentos usados para aferição das medidas foram: balança da marca TANITA® modelo UM-080 com capacidade máxima de 150 Kg e precisão de 100g (Figura 2) usada para aferir peso da mãe e da criança, estadiômetro fixo da marca Harpenden® com altura máxima de 2,06 m e precisão de 1 mm (Figura 3) para mensuração da altura em pé da criança e de algumas mães e altura sentada da criança (medida do tronco). Para a essa segunda medida de altura (sentada), foi construído um assento com 55 cm de altura que foi acoplado ao estadiômetro. A fita métrica em aço flexível da marca CESCORF® com 2m de comprimento e 6mm de largura (Figura 4) foi utilizada para medir a circunferência da cintura e o perímetro cefálico e o aparelho para aferir pressão arterial e frequência cardíaca da marca OMRON HEM- 705CPINT (Figura 5). Para entrevistas domiciliares, para mensuração de altura, foi utilizado estadiômetro de alumínio portátil com precisão de 0,1 cm (Figura 6). Não foram realizadas medidas do troco (altura sentada) em entrevistas domiciliares, devido a logística do assento sendo inviável transportá-lo.

As candidatas foram avaliadas de acordo com o empenho, realização aceitável das medidas, técnica, postura, paciência, agilidade e pontualidade. As entrevistadoras selecionadas para o trabalho de campo foram submetidas à retreinamento de medidas antropométricas a cada 90 dias, além de serem supervisionadas durante o trabalho na clínica.



Figura 2. Balança da marca TANITA® modelo UM-080



Figura 3. Estadiômetro fixo da marca Harpenden®



Figura 4. Fita métrica em aço flexível da marca CESCORF®



Figura 5. Aparelho de pressão arterial e frequência cardíaca OMRON HEM-705CPINT



Figura 6. Estadiômetro de alumínio portátil

### 3.6. Treinamento da coleta de cabelo da mãe e da criança

Foi realizado o treinamento da coleta de cabelo, coordenado pela doutoranda Rafaela Costa Martins, pela professora Luciana Tovo Rodrigues e pelas responsáveis pelo laboratório Clarice Brinck Brum e Deise Farias Freitas. Foi realizado um treinamento teórico-prático, onde o método de coleta e armazenamento de cabelo foi explicado, seguido de parte prática que foi realizada entre as entrevistadoras. As entrevistadoras selecionadas para o trabalho de campo foram treinadas com o kit de coleta utilizado no acompanhamento e posteriormente



retreinadas. Desta forma, as entrevistadoras manusearam o kit realizando o corte de cabelo entre elas.

### **3.7. Seleção Final**

Após concluídas todas as etapas de treinamento, as entrevistadoras foram selecionadas de acordo com o seu desempenho durante o processo de avaliação. Para este acompanhamento as entrevistadoras selecionadas foram divididas em duplas de trabalho, sendo uma entrevistadora destinada somente a aplicação do questionário à mãe ou responsável e outra entrevistadora destinada somente a aplicação de testes à criança. Na recepção da clínica as entrevistadoras recebiam as informações da identificação do participante (ID e Nome Completo) e davam seguimento a leitura de termo de consentimento e aplicação da entrevista.

### **3.8. Estudo piloto**

O estudo piloto foi realizado no dia 19 de dezembro de 2018, no qual as candidatas realizaram entrevistas na clínica com mães e crianças de idade entre 36 e 48 meses voluntárias (não participantes da Coorte 2015) acompanhadas de um doutorando que avaliava o seu desempenho com o intuito de identificar possíveis pontos a serem retreinados antes do início do campo.

### **3.9. Retreinamento**

No dia 3 de janeiro de 2019 foi realizado o retreinamento das atividades da criança, visando retomar os pontos mais importantes, bem como repassar algumas instruções referentes ao manual dos 48 meses.

### **3.10. Novas seleções e treinamentos**

Com a saída de algumas entrevistadoras no decorrer do trabalho de campo, após chamadas as candidatas listadas como suplentes na primeira capacitação, uma nova seleção e treinamento foram realizados visando a contratação de novas entrevistadoras. Esse novo treinamento seguiu a mesma logística e protocolos utilizados no primeiro processo seletivo.

#### 4. Equipe de entrevistadoras

A equipe de entrevistadoras do acompanhamento dos 48 meses foi composta inicialmente por 32 entrevistadoras (8 duplas (entrevistadora de mãe e entrevistadora de criança) por turno de trabalho), sendo, posteriormente, realizada mais 7 contratações ao longo do trabalho de campo. O motivo para a chamada de mais entrevistadoras consistiu na necessidade de iniciar a realização de entrevistas domiciliares devido a demanda e, ainda em virtude da desistência de 4 entrevistadoras de campo por questões pessoais ou oportunidades de emprego.

#### 5. Plantões

Os plantões deste acompanhamento foram de inteira responsabilidade dos doutorandos que supervisionaram o trabalho de campo. Através de escala alternadas, incluindo os finais de semana e feriados (Figura 7), cada doutorando foi responsável pela tomada de decisões no dia do seu plantão. Além de contribuir para o bom andamento do campo, diariamente era enviado pelo doutorando de plantão um relatório via e-mail para os coordenadores e supervisores, contendo informações a respeito de entrevistas pendentes, assim como recusas e/ou informações relevantes que tenham ocorrido durante o plantão. Frente a outras demandas eram feitos também os encaminhamentos necessários (treinamentos, descarrego de dados, etc.).

	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
MANHÃ	ME			OL	MC	OL	MC	FG	SK		ME	OL	FG	MC	SK	OL	LT	DT	OL	SK	OL	ME		FG	ME	LT	DT	
TARDE	FG			FG	ME	FC	SK	SK	ME		FG	FC	SK	ME	FG	FC	LT	DT	FC	FG	MC	ME		SK	FC	LT	DT	

Figura 7. Escalas de plantões de supervisão de trabalho de campo

#### 6. Logística de coleta de dados

O trabalho de campo do acompanhamento dos 48 meses das crianças pertencentes à Coorte de 2015 foi realizado entre 7 de janeiro e 19 de dezembro de 2019. As entrevistas foram realizadas na clínica localizada no Centro de Pesquisas Epidemiológicas da UFPel e, quando as mães não podiam comparecer à clínica, era agendada a entrevista no domicílio em horário definido pela mãe ou responsável. As

entrevistas eram realizadas em salas devidamente equipadas para esta finalidade. Cada entrevistadora foi selecionada com base na disponibilidade de 6h por dia por turno (turno de manhã: 8h30min até 14h30min e turno de tarde: 14h30min até 20h30min). Todas entrevistadoras possuíam devida identificação, portando crachá e estando uniformizadas.

Todas as entrevistas eram previamente agendadas. Um dia antes da entrevista, era realizada uma ligação para a confirmação da ida do participante até a clínica ou visita da entrevistadora no domicílio da mãe e criança.

Quando as entrevistas eram realizadas no domicílio a entrevistadora saíam do CPE com todos os materiais que incluíam os acelerômetros, kit de coleta de saliva (quando necessário), assim como materiais de consumo (fichas impressas, lenços umedecidos, uvas-passa) que eventualmente estivessem em falta para a realização da entrevista. Entrevistas não realizadas pelas entrevistadoras eram informadas à equipe de agendamento para controle.

### **6.1. Logística de testes psicológicos da criança**

Preferencialmente o bloco A (filmagem interação mãe-criança) era o primeiro bloco de instrumentos aplicado no início da entrevista da criança, em conjunto com a mãe. Para as filmagens foram utilizadas câmeras da marca Canon EOS Rebel, modelos T5 e T6 que eram acionadas pela entrevistadora no início do bloco A. A filmagem iniciava-se com a entrevistadora dizendo o nome e ID do participante para posterior identificação. Todas as imagens obtidas foram armazenadas em Hard Drives (HDs) externos. Estes dados foram utilizados posteriormente para a transcrição da interação filmada e avaliação dos instrumentos por psicólogos.

O bloco A era composto de 6 instrumentos (Sensibilidade Cognitiva Materna [A], Compartilhamento de livros [B], Não Toque, Brinquedo Livre – amostra PIÁ, Guardar Brinquedos (amostra PIÁ) e perguntas do Battelle para a mãe). Outros aspectos da logística de aplicação deste bloco incluíam:

- Responder a eventuais dúvidas da mãe sobre o estudo
- Observar o ambiente e identificar se a posição da câmera e espaço para atividade estão adequados. Caso necessário, posicionar o tripé com a filmadora (filmadora direcionada contra a luz para a gravação não ficar escura). Ligar a luz, se necessário.

- Observar se há ruídos no ambiente. Solicitar à mãe para desligar o celular ou colocar no silencioso pelos próximos 10 minutos.
- Solicitar à mãe para a criança não usar bico ou mamadeira durante as atividades de brincadeira.
- Testar o enquadramento da filmadora. Realizar os ajustes necessários.
- Ligar a filmadora e falar o nome e o ID da criança.

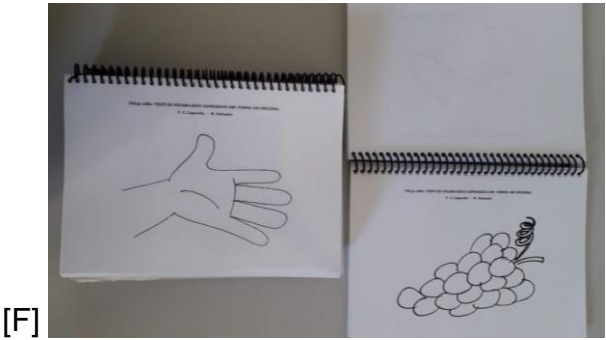
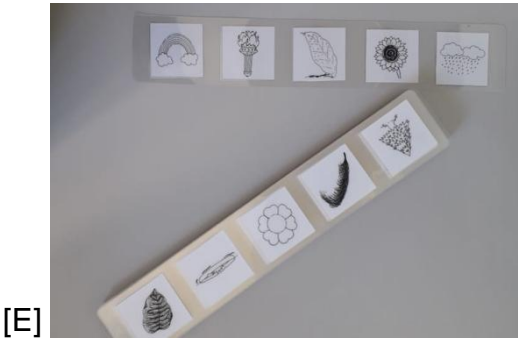
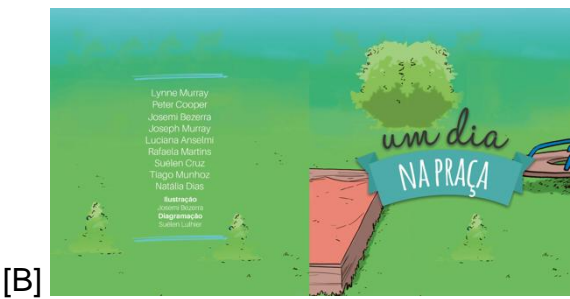
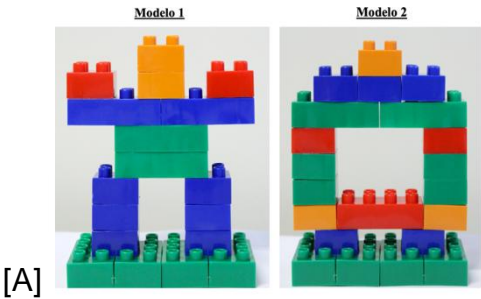
Após, iniciava-se o bloco B, que consistia na filmagem da criança sozinha, contendo dois instrumentos (tarefa de ajuda (*Help task*) [C] e caixa trancada – amostra PIÁ [D]). Estes instrumentos avaliavam empatia e tolerância à frustração, respectivamente.

Após a aplicação do Bloco B, mãe e criança eram conduzidas a salas separadas (em geral, uma ao lado da outra) onde continuariam as suas atividades cada uma com uma entrevistadora. Este passo (colocar mãe e criança em salas separadas) só não era realizado caso a criança se negasse a se separar da mãe e, nestes casos, adaptava-se uma sala onde as duas entrevistadoras poderiam realizar as atividades da mãe e da criança ao mesmo tempo.

Na sequência, o bloco C de atividades compreendia 10 testes: Teste de Vocabulário Auditivo [E], Teste de Vocabulário Expressivo [F], Subteste Blocos do WPPSI (amostra PIÁ), GoNoGo [G], CardSort [H], Sally-Anne [I], Affect Knowledge [J], Teste do Marshmallow, atribuição de hostilidade (SIPI), Triangle (amostra PIÁ) e Altruísmo [K].

Por fim, era aplicado o Bloco D, o qual era composto pelas questões do Battelle [L] que eram observadas na criança (as questões que eram respondidas pela mãe eram aplicadas após o bloco B, antes de separar mãe e criança). A falta de controle da criança (questões Moffitt) era feito por observações da criança pela entrevistadora e tinha observações da entrevistadora sobre comportamento da mãe, sendo que estas não eram lidas, apenas observadas pela entrevistadora e registrado no tablet no final da entrevista. Nos casos onde foi identificado que as questões Moffitt não haviam sido preenchidas pela entrevistadora, era solicitado que a mesma observasse as filmagens da criança em questão e fizesse o

preenchimento posteriormente.





## 6.2. Logística de coleta da saliva

### 6.2.1. Procedimento de coleta na clínica

Preferencialmente a coleta de saliva era realizada antes do “Jogo do Esperar”, teste que a criança ganhava balas de gelatina. Além disso, a criança deveria estar em jejum por pelo menos 30 minutos antes da coleta. Outros aspectos de logística para a coleta de incluíam:

- a) Explicação sobre a coleta aos responsáveis: A coleta foi explicada para os responsáveis pela criança a fim de esclarecer qualquer dúvida;
- b) Preparação e organização do material: Todo o material a ser utilizado devia estar preparado para a realização da coleta da saliva. Exemplo: kit coletor, etiquetas, luvas, lixo para descarte de material, estante de suporte para tubo;
- c) O kit deveria ser aberto na frente da mãe e/ou responsável, ser manuseado com luvas tomando sempre o cuidado de não contaminar a amostra enquanto mantivessem comunicação com a mãe ou criança.
- d) Após o final da coleta, no final do turno, as amostras eram levadas ao laboratório.

#### **6.2.1.1. Logística de entrega das amostras da saliva no laboratório**

No início de cada turno de trabalho as responsáveis pelo laboratório deveriam pegar as amostras na recepção, devidamente etiquetadas (Figura 8) com os dados da criança juntamente com a sua ficha de identificação de coleta (Figura 9) para o laboratório do CPE.



*Figura 8. Tubo de coleta de saliva com identificação de nome e ID do participante.*

Data:

Coleta Número:

INFORMAÇÕES COLETA DE SALIVA	
1. ID da criança	
2. Nome da criança	
3. Nome da coletadora	
4. Horário da última refeição da criança	__ : __
5. Se a criança ainda mama, horário da última mamada	__ : __ IGN
6. Horário de início da coleta	__ : __
7. Observações	
8. Horário de término da coleta	__ : __

*Figura 9. Ficha de informações da coleta de saliva*

No laboratório as amostras eram recebidas, realizada a conferência das etiquetas e fichas de informações da coleta (nome e ID). Após eram armazenadas em uma sala com temperatura controlada (aproximadamente 19 °C), até o momento da extração de DNA.

### **6.2.2. Procedimentos das coletas domiciliares**

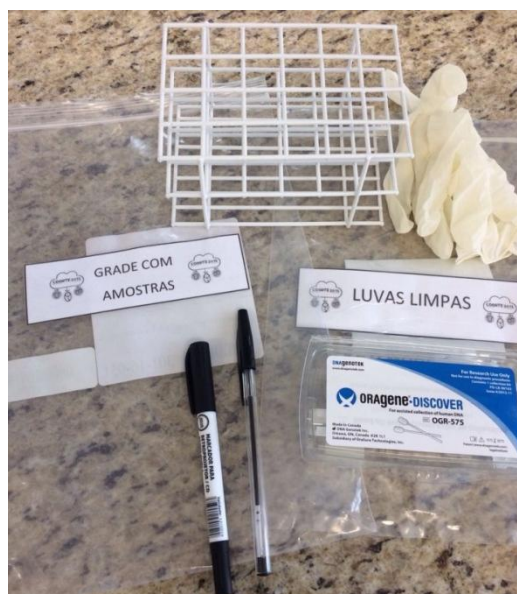
Para coleta domiciliar era estabelecido um protocolo, onde havia um material separado, que era levado na mochila, para o melhor transporte das amostras de saliva.

Material para coleta domicílio (Figura 10):

- 1 kit para coleta de saliva;
- 1 grade para colocar a amostra (em saco plástico identificado);
- 2 pares de luvas (em saco plástico identificado);
- 1 ficha para preenchimento de todas as informações envolvendo a coleta de saliva;



- Etiqueta para identificação da amostra;
- 2 canetas (1 esferográfica; 1 marcador permanente) para preenchimento da ficha, da etiqueta e marcação do tubo (quando a coleta fosse insuficiente).



*Figura 10. Material para coleta de saliva domiciliar*

A folha de preenchimento dos dados da criança era mantida em um local seco e seguro e ainda ser tomado o devido cuidado se foi feito o preenchimento completo da mesma, como: ID da criança, nome completo, todos os horários solicitados e ainda, toda e qualquer observação que a entrevistadora julgasse relevante para a coleta. Lembrando que na etiqueta de identificação da amostra deve conter: ID da criança e nome completo (com abreviação de um dos sobrenomes, quando necessário).

Após o término da entrevista e o retorno ao Centro de Pesquisas Epidemiológicas, a amostra e a ficha referente à coleta eram imediatamente entregues ao laboratório.

### **6.3. Logística de coleta de cabelo**

Nas salas de entrevistas foram disponibilizados kits de coleta de cabelo. Eles continham tesoura, papel toalha para higienização da tesoura, cartão de papel e saco ziplock (armazenar amostra de cabelo), clips de cabelo, barbante para amarrar

a mecha a ser coletada, clips de escritório para fixar amostra de cabelo no cartão de papel, pente e etiquetas de papel comum para identificação provisória (Figura 11).

Realizada a etapa da amostra do corte de cabelo, a entrevistadora preenchia a folha de coleta respondendo as questões e adicionando as observações de coleta, como, tamanho de cabelo, dificuldades, imprevistos ou qualquer informação não prevista no protocolo que julgasse relevante para o procedimento.

Uma das responsáveis pelo laboratório recolhia todo o material do dia anterior que ficava na recepção e levava para o laboratório. No laboratório, o material da coleta era identificado, com etiquetas definitivas e acondicionado em sacos de sílica no ziplock, para preservar o material da coleta de possíveis danos (umidade e mofo) (Figura 12).



Figura 11. Kit de coleta de cabelo

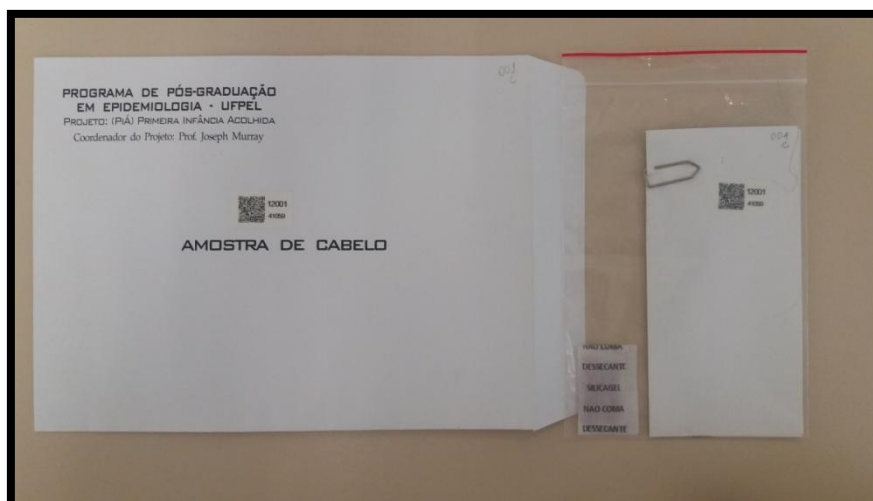


Figura 12. Material para armazenamento de coletas de cabelo

#### 6.4. Logística antropometria

Preferencialmente as medidas antropométricas eram realizadas após a aplicação do questionário a fim de evitar maiores estresses na criança. Para a logística da coleta de forma correta era necessário que a criança estivesse com o mínimo de roupa possível para as medidas de peso, altura e altura sentado. Também eram coletadas medidas de circunferência abdominal, perímetro cefálico, frequência cardíaca e pressão sistólica e diastólica da criança. Da mesma forma, em relação às medidas antropométricas da mãe, o peso, pressão sistólica e diastólica e frequência cardíaca.

#### 6.5. Logística acelerometria

Após a realização da entrevista e demais procedimentos, as entrevistadoras levavam as crianças à recepção para a colocação do acelerômetro sob supervisão do doutorando de plantão do dia. A recepcionista explicava para a mãe da criança as instruções de uso do acelerômetro, no acompanhamento dos 48 meses.

Os cuidados com o acelerômetro incluíam:

- a) Cuidados com a pele da criança (secagem após imersão em água);
- b) Explicação sobre o aparelho e dados de contato para emergências;
- c) As entrevistadoras foram orientadas a colocar o acelerômetro no punho esquerdo das crianças e com o botão de fechamento voltado para os dedos. O doutorando de plantão no dia verificava se o acelerômetro não estava muito apertado que pudesse

machucar a criança ou muito solto que pudesse sair facilmente quando a criança estivesse brincando.

e) Após os nove dias de uso era agendado um turno para que um motoboy recolhesse o acelerômetro no domicílio da criança. Acho que seria bom incluir aqui a informação de que a acelerometria tem um relatório de campo específico.

## **7. Logística de reversão de recusa**

Após a identificação de uma recusa, algumas estratégias foram aplicadas com o intuito de reverter o posicionamento inicial da mãe e/ou responsável da não participação no acompanhamento. A primeira estratégia foi a realização de uma ligação telefônica por uma pessoa específica da equipe (Lisangela Munhoz) onde era explicada a importância do estudo. Caso a mãe continuasse não aceitando participar do estudo, como segunda estratégia, era realizada uma visita ao domicílio na tentativa de convencer a mãe da importância da participação no estudo. Após estas tentativas era decidido pela coordenação se o caso deveria ser considerado uma recusa definitiva.

## **8. Download das entrevistas**

As entrevistas eram descarregadas por turnos diariamente pelo doutorando de plantão, sendo anotado numa planilha dados do tablet utilizado pela entrevistadora (data, número de identificação do questionário e número do tablet, nome da entrevistadora e nome do doutorando responsável pelo download).

## **9. Inconsistências**

Para verificar as inconsistências no banco de dados foi aplicada a seguinte rotina no acompanhamento dos quarenta e oito meses:

- (1) Elaboração do mapa de inconsistências através da qualidade de dados do RedCap;
- (2) Construção de uma planilha com as inconsistências geradas;
- (3) Checagem quinzenal com as entrevistadoras;

(4) A planilha com as soluções das inconsistências era então encaminhada para o responsável pelas modificações diretas no banco de dados.

## **10. Reuniões**

No acompanhamento dos 48 meses foram realizadas reuniões semanais entre a equipe, incluindo coordenadores, supervisores do trabalho de campo e secretárias, a fim de discutir e encaminhar resoluções para as pendências observadas durante o trabalho de campo. Pautas sempre presentes nessas reuniões foram: a avaliação do controle de qualidade a cada 15 dias, o acompanhamento do número de entrevistas do trabalho de campo e, ainda, o feedback dos supervisores do trabalho de campo, neste caso os doutorandos, acerca do desempenho das entrevistadoras. Ainda, foram realizadas, periodicamente, reuniões entre a equipe de coordenação e supervisão e entrevistadoras. Todas as reuniões aconteceram nas dependências do Centro de Pesquisas Epidemiológicas e foram previamente agendadas, a fim de não prejudicarem os horários de trabalho e a realização de entrevistas.

## **11. Controle de Qualidade**

Neste acompanhamento o controle de qualidade (CQ) foi realizado através de ligações telefônicas. O questionário de CQ era composto por 12 questões, aplicadas por bolsistas de iniciação científica devidamente treinados para essa função. Quinzenalmente eram realizados sorteios sistemáticos em 20% da amostra para a realização do CQ, tendo uma margem de segurança de 10% para aqueles casos em que não se conseguia contato com as mães. Do total de 20% sorteados, 10% das mães ou responsáveis eram entrevistados. O sorteio era realizado no pacote estatístico Stata versão 12.0, utilizando o comando *sample*. O banco de dados era obtido a partir de um reporte desenvolvido no software de coleta de dados RedCap®, com variáveis necessárias para o contato telefônico e preenchimento do questionário de controle de qualidade (nome da mãe, telefones, data da entrevista, nome da entrevistadora que realizou a entrevista). O banco era exportado e transferido para análise no Stata. Após o sorteio, o banco de dados com as mães selecionadas foi exportado para uma planilha no Microsoft Excel, que seria então utilizada pelos estudantes para o contato telefônico.

Um doutorando (Francine Costa) esteve responsável por todo o processo de Controle de Qualidade dos dados coletados aos 48 meses. Quinzenalmente o controle de qualidade era apresentado e discutido nas reuniões gerais da Coorte de 2015. A coleta de dados para o relatório de CQ era realizada através de um projeto criado no RedCap especialmente para esta função. Após finalizadas as entrevistas com as mães selecionadas era conduzida a análise dos dados. O relatório com os dados analisados continha um “banco parcial”, que incluía as informações mais atuais (últimos 15 dias) e “banco geral” que continha todos os CQ do acompanhamento até aquele momento.

A proporção de entrevistas de controle de qualidade realizada por entrevistadora foi monitorada ao longo do ano e pode ser observada na tabela 1. Os tempos de duração das entrevistas, por entrevistadora, estão descritos na tabela 2 e questões avaliativas e estatística Kappa estão descritos nas tabelas 3 e 4. Foram realizadas 438 entrevistas de controle de qualidade, 369 de mães entrevistadas na clínica, 54 no domicílio e 15 por telefone.

Quando identificado algum problema nas questões avaliativas da qualidade da entrevista (Tabela 3), a doutoranda responsável pelo controle de qualidade entrava em contato com a entrevistadora responsável, e nos casos em que não eram esclarecidas as dúvidas entrava-se em contato com a mãe participante da pesquisa para investigar. Nesta mesma tabela é possível observar que muitas mães que não foram avisadas do acompanhamento dos 6 anos, problema identificado no início do acompanhamento. Com isso, imediatamente após, as entrevistadoras foram informadas e orientadas novamente a sempre esclarecerem a data do próximo acompanhamento. Além disso, é possível verificar que na questão referente a pontualidade da entrevistadora algumas respostas foram negativas. Esse problema ocorreu, pois em algumas situações específicas de entrevista residencial, a entrevistadora não encontrou o endereço residencial e despendeu um tempo para isso, gerando alguns atrasos. Alguns atrasos ocorreram devido a entrevistas agendadas em horário determinado, porém algumas mães chegavam mais cedo ao Centro de Pesquisas, gerando alguns transtornos na logística do acompanhamento, no que se refere a pronta disponibilidade das entrevistadoras para o atendimento. Com relação aos brindes, algumas vezes as entrevistadoras esqueciam-se de levar junto com o restante do material, nesses casos, contatava-se a mãe participante da

pesquisa e agendava-se um horário para a entrega do brinde que foi esquecido, que muitas vezes foi feito junto ao responsável pela coleta dos acelerômetros.

Na tabela 4 observa-se o índice de concordância (Kappa) das entrevistas. Neste momento, quando verificada mais de uma inconsistência em uma mesma entrevista ou de uma mesma entrevistadora, entrava-se em contato com essa mãe aplicando novamente o questionário, solicitando que a mesma respondesse de acordo com o que relatou no dia da entrevista, verificava-se o possível equívoco na resposta do controle de qualidade. Em relação à concordância, maiores valores de pares discordantes foram observados para as questões “Fez a coleta da mecha de cabelo” e “Assiste televisão todos ou quase todos os dias”.

Tabela 1. Proporção de controle de qualidade por entrevistadora.

<b>Entrevistadora</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Total</b>	<b>438</b>	<b>100</b>
1	40	9.13
2	30	6.85
3	21	4.79
4	22	5.02
5	15	3.42
6	44	10.05
7	17	3.88
8	22	5.02
9	8	1.83
10	1	0.23
11	1	0.23
12	1	0.23
13	13	2.97
14	32	7.31
15	18	4.11
16	11	2.51
17	1	0.23
18	16	3.65
19	22	5.02
20	20	4.57
21	17	3.88
22	21	4.79
23	6	1.37
24	5	1.14
25	22	5.02
26	12	2.74

Tabela 2. Tempo de duração da entrevista em minutos.

<b>Entrevistadora Total</b>	<b>média</b>	<b>amplitude</b>
1	135,25	60-240
2	137,50	60-255
3	157,62	120-240
4	144,55	90-240
5	134,00	30-240
6	128,98	45-360
7	128,82	60-180
8	132,27	30-240
9	138,75	90-180
10	120,00	120-120
11	60,00	60-60
12	180,00	180-180
13	151,54	50-180
14	134,84	60-240
15	138,33	90-240
16	144,55	120-240
17	120,00	120-120
18	165,00	120-240
19	150,00	90-300
20	130,50	90-180
21	159,41	60-240
22	122,14	30-180
23	175,00	90-240
24	132,00	120-180
25	122,73	60-180



Tabela 3. Questões avaliativas da qualidade da entrevista.

Entrevistadora	Não veio até a clínica/ recebeu visita da entrevistadora	A entrevistadora não foi pontual	Mãe não foi bem tratada pela entrevistadora	Não sabe da visita dos 6 anos	Não recebeu o brinde
N discordantes (%)	0 (0,0)	13 (3,0)	0 (0,0)	72 (16,6)	12 (2,8)
1		1 (3,0)		3 (9,0)	1 (3,0)
2		2 (7,0)		5 (17,5)	
3				2 (9,5)	
4				2 (9,0)	
5		1 (7,0)		4 (28,0)	1 (7,0)
6		1 (2,0)		4 (8,0)	1 (2,0)
7				3 (17,6)	
8				4 (18,2)	1 (4,6)
9		3 (38,0)		3 (38,0)	1 (12,7)
10					
11				1 (100,0)	
12				1 (100,0)	1 (100,0)
13				4 (30,8)	
14		1 (3,0)		4 (12,0)	3 (9,0)
15				3 (16,7)	
16				1 (9,0)	1 (9,0)
17					
18				3 (18,7)	1 (6,2)
19				4 (18,2)	
20				1 (5,0)	
21				6 (35,3)	
22		1 (5,0)		3 (15,0)	1 (5,0)
23				1 (16,7)	
24		2 (40,0)		1 (20,0)	
25		1 (4,5)		5 (22,5)	
26				4 (33,3)	

Tabela 4. Concordância (Kappa) entre as variáveis do banco do CQ e banco do acompanhamento.

Entrevistadora	Fez a coleta da mecha de cabelo	Trabalha fora de casa	Assiste televisão todos ou quase todos os dias	Fuma	Mãe tem marido ou companheiro	Engravidou depois que a criança nasceu
N discordantes (%)	92 (21,2)	37 (8,6)	65 (15,2)	25 (5,9)	18 (4,2)	7 (1,6)
Kappa	0,258	0,828	0,516	0,833	0,870	0,951
1	0,186	0,846	0,435	1,000	0,684	1,000
2	0,237	0,863	0,593	0,917	1,000	1,000
3	0,312	1,000	0,146	0,588	1,000	1,000
4	0,290	0,723	0,455	0,882	0,741	0,879
5	-	-	-	-	-	-
6	0,272	0,748	0,224	1,000	0,431	0,723
7	0,150	1,000	0,463	0,730	1,000	1,000
8	0,147	0,899	0,222	1,000	0,904	0,645
9	0,429	1,000	-	1,000	-	1,000
10	-	0,667	0,800	1,000	1,000	1,000
11	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-
13		0,691	0,409	0,675	0,843	1,000
14	0,277	0,622	0,587	0,649	1,000	1,000
15	0,292	0,881	0,514	0,739	-	1,000
16	0,182	1,000	-	0,609	1,000	1,000
17	-	-	-	-	-	-
18	0,208	1,000	1,000	0,344	-	1,000
19	0,236	0,820	0,488	0,831	1,000	1,000
20	-	1,000	0,642	1,000	0,744	1,000
21	0,433	0,883	0,244	-	1,000	1,000
22	0,462	0,700	0,608	0,643	1,000	0,875
23	0,250	0,333	-	1,000	-	1,000
24	0,231	0,546	1,000	1,000	1,000	1,000
25	0,313	0,908	0,405	0,621	1,000	1,000

## 12. Presentes para as crianças

Após a aplicação do questionário de pesquisas e coleta de saliva e das medidas, na mãe e na criança, a entrevistadora entregou para a mãe uma lembrança da Coorte de 2015. O brinde era um livro de pintar e giz de cera com o logo da Coorte de 2015 (Figura 13).



Figura 13. Brinde oferecido aos participantes

## 13. Uniformes

No início do trabalho de campo foram disponibilizadas camisetas com logo da coorte para serem utilizados nas entrevistas realizadas na clínica e no domicílio, para identificação delas, além do crachá.

## 14. Números finais do acompanhamento dos 48 meses

No acompanhamento dos 48 meses, foram realizadas 4.010 entrevistas, de 4.208 elegíveis para o acompanhamento. O total de perdas no período foi de 89 e 109 de recusas. Por fim, o percentual de acompanhamento foi de 95,4% [(entrevistados + óbitos do nascimento aos 48 meses) / total de crianças do Perinatal). Seguem as taxas de resposta dos acompanhamentos até os 48 meses:

**Taxa do perinatal =**

Entrevistados no PERI / (Elegíveis - FM) =  $4275 / (4387 - 54) = 0,986614 = 98,7\%$ .

**Taxa dos 3 meses =**

(Entrevistados + Óbitos) / total da coorte =  $(4110 + 46) / 4275 = 0,972164 = 97,2\%$ .

**Taxa dos 12 meses =**

(Entrevistados + Óbitos) / total da coorte =  $(4018 + 59) / 4275 = 0,953684 = 95,4\%$ .

**Taxa dos 24 meses =**

(Entrevistados + Óbitos) / total da coorte =  $(4014 + 64) / 4275 = 0,953918 = 95,4\%$ .

**Taxa dos 48 meses =**

(Entrevistados + Óbitos) / total da coorte =  $(4010 + 67) / 4275 = 0,953684 = 95,4\%$ .

A descrição detalhada dos números do acompanhamento dos 48 meses pode ser observada na figura 14.

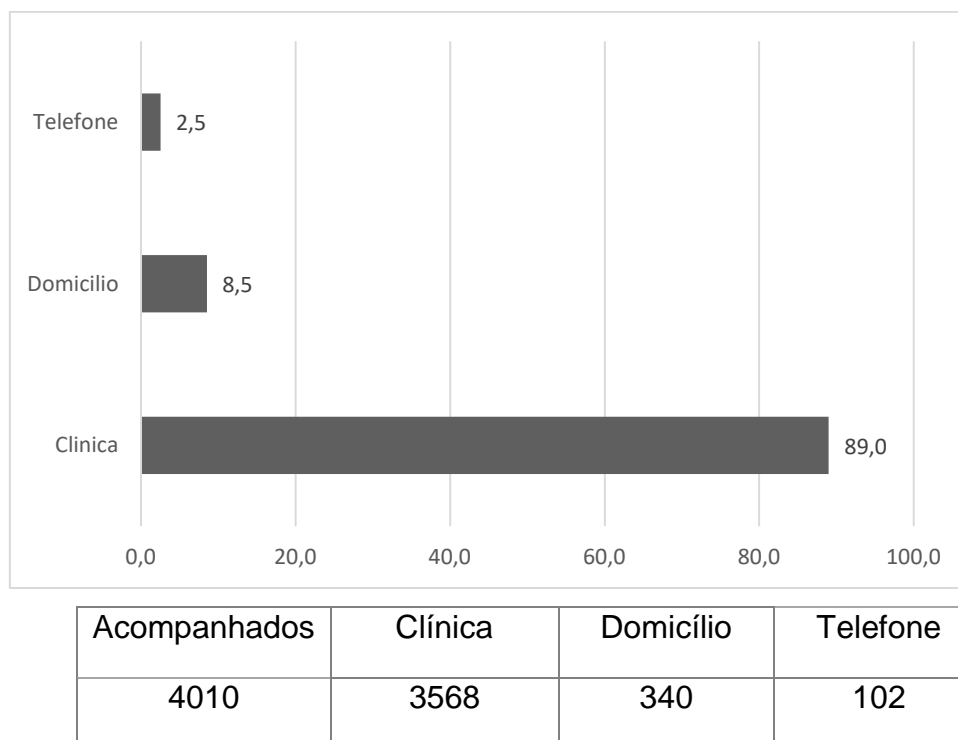


Figura 14. Números finais do acompanhamento dos 48 meses da coorte de 2015

#### 14.1. Ajuda de custo para transporte intermunicipal

Das mães que estiveram na clínica do Centro de Pesquisa Epidemiológicas para o acompanhamento dos 48 meses da Coorte de 2015, 51 receberam ajuda de custo para deslocamento desde outras cidades. Esta ajuda de custo era calculada através do valor da passagem de ônibus da cidade de residência do participante até a cidade de Pelotas, ida e volta. O valor era repassado a mãe ou responsável, junto à ajuda de custo oferecida a todos os participantes, e era solicitada a apresentação de comprovante de passagens ou pedágio (se havia utilizado veículo próprio para deslocamento) além do comprovante de residência (Tabela 5).

Tabela 5. Descrição das entrevistas com ajuda de custo para deslocamento intermunicipal

<b>Cidade</b>	<b>N</b>
Santa Catarina	8
Rio Grande	8
Santa Vitoria	8
Porto Alegre	4
Canguçu	3
Capão Do Leão	2
Caxias Do Sul	2
Piratini	2
São Lourenço	2
Barra Do Quaraí	1
Cachoeirinha	1
Herval	1
Jaguarão	1
Morro Redondo	1
Quaraí	1
Santa Cruz do Sul	1
Santana da Boa Vista	1
Santo Ângelo	1
Tramandaí	1
Turuçú	1
Vacaria	1
<b>Total</b>	<b>51</b>

#### 14.2. Entrevista domiciliar fora de Pelotas

Do total de entrevistas domiciliares, 22 (6,5%) foram realizadas fora da cidade de Pelotas (Tabela 6). As entrevistadoras se deslocavam em duplas até cidades dentro do estado do Rio Grande do Sul, onde entrevistas previamente agendadas eram realizadas além de buscas ativas às mães sem contato telefônico cujo cadastro informava que residiam na cidade.

Tabela 6. Descrição das entrevistas realizadas fora de Pelotas

<b>CIDADE</b>	<b>N</b>
Bagé	2
Caxias	2
Pedras Altas	2
Piratini	2
Rio Grande	2
Santa Vitória Do Palmar	2
São José do Norte	2
Alvorada	1
Canoas	1
Herval	1
Pedro Osorio	1
Pinheiro Machado	1
Quinta	1
São Leopoldo	1
Tapes	1
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**

**Faculdade de Medicina**

**Programa de Pós-Graduação Em Epidemiologia**



**Coorte 2015: Acompanhamento 48 meses**

Relatório Acelerometria

**Debora Tornquist**

**Luciana Tornquist**

Pelotas, 2019.

## **1 Acelerometria**

A mensuração objetiva de atividade física durante o acompanhamento dos 48 meses das crianças nascidas em 2015 foi realizada por meio da utilização de acelerômetros. Estes equipamentos eram responsáveis pela captação de movimentos corporais para estimar os padrões de atividade física das participantes. A acelerometria envolve todos os procedimentos desta coleta de dados.

## **2 Equipe**

O projeto tem como coordenadores: Prof. Pedro Curi Hallal, Prof.<sup>a</sup> Mariângela Freitas da Silveira, Prof.<sup>a</sup> Andréa Homsí Dâmaso, Prof. Fernando César Wehrmeister e Prof. Flávio Fernando Demarco, do Programa de Pós-graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas, juntamente com o Prof. Marlos Rodrigues Domingues, da Escola Superior de Educação Física (ESEF) da Universidade Federal de Pelotas e Prof. Diego Garcia Bassani, da Universidade de Toronto (Canadá).

O acompanhamento dos 48 meses foi coordenado pela Prof.<sup>a</sup> Andréa Dâmaso, Prof. Marlos Domingues, Prof.<sup>a</sup> Mariângela Freitas da Silveira e Prof. Joseph Murray. Também participaram da equipe de supervisão de campo deste acompanhamento, Simone Farias (Supervisora Geral de Campo das Coortes do Centro de Pesquisas Epidemiológicas), Mariana Gonzalez Cademartori (Pós-doutoranda do PPGE) e Francine Costa (aluna de doutorado do PPGE).

A coleta com acelerometria foi conduzida pelo funcionário Calebe Dias Borges, com o auxílio dos bolsistas de graduação, e a retirada dos acelerômetros foi realizada pela equipe de motoboys, no domicílio dos participantes. Ambas as funções foram desempenhadas sob a coordenação das doutorandas do Programa de Pós-graduação em Educação Física, Debora Tornquist e Luciana Tornquist.

O funcionário do laboratório Calebe Dias Borges era responsável pela entrega diária da lista de busca de acelerômetros para os motoboys, recebimento dos



acelerômetros retornados, higienização dos acelerômetros, *download* e conferência inicial dos dados. Além disso, era responsável pela programação dos acelerômetros e atualização da planilha de controle da acelerometria (em formato *Excel*) e do *status* do dado no RedCap. Também coordenava o agendamento de colocações pendentes e recolocações de acelerômetros.

A equipe de bolsistas da acelerometria que atuou no acompanhamento dos 48 meses foi composta pelos bolsistas João Pedro Ribeiro, Daniel Souza, Cauê Vieira Lopes, Aline Brandão e pelo voluntário Lucas Salgado. Os bolsistas auxiliavam nas atividades de programação dos acelerômetros, higienização dos dispositivos, ligações de agendamento de colocações e recolocações e atualizações de planilhas de controle de pendências de colocações e recolocações.

A equipe de motoboys que atuou durante o acompanhamento foi composta por Carlos Roni Silveira da Cruz, Ana Beatriz Palmeira, Lindomar Almeida Pires e João Paulo Oliveira dos Santos. Os motoboys eram responsáveis pela coleta dos acelerômetros nas residências das crianças e retornos destes ao Centro de Pesquisa. Além disso, realizavam as colocações pendentes e recolocações agendadas para serem realizadas no domicílio.

O motoboy Carlos Roni Silveira da Cruz trabalhou na acelerometria do dia 14 de janeiro até o dia 21 de março. Ele recebia uma bolsa de R\$800,00 (oitocentos reais) e mais R\$3,00 (três reais) por acelerômetro resgatado ou colocação de acelerômetro realizada. Ana Beatriz Palmeira atuou na acelerometria no período de 19 de março até o dia 06 de maio, neste período recebeu bolsa no valor de R\$1500,00 (mil e quinhentos reais). Lindomar Almeida Pires trabalhou na acelerometria de 22 de março até o dia 28 de junho. Como conciliava o trabalho na acelerometria com o trabalho no rastreamento da coorte, Lindomar recebia R\$6,00 (seis reais) por acelerômetro resgatado. João Paulo Oliveira dos Santos iniciou no dia 30 de abril e atuou até o final do trabalho de campo. João Paulo recebia R\$6,00 (seis reais) por acelerômetro resgatado ou colocado e recebeu ainda, nos meses de junho e julho, uma ajuda de custo no valor de R\$600,00 (seiscentos reais).

As doutorandas Debora Tornquist e Luciana Tornquist eram responsáveis pela verificação dos dados de *download*, da planilha de controle e das informações

do bloco da acelerometria no *RedCap*. Também eram responsáveis pela extração dos dados para o formato *.csv* e análise no *R*. Além disso, realizavam semanalmente a atualização dos números de monitoramento do andamento da acelerometria dentro do trabalho de campo.

### 3 Acelerômetro

Os acelerômetros utilizados no trabalho de campo foram da marca *ActiGraph*, modelo *wGT3X-BT* (figura 1). Ao início do acompanhamento estavam disponíveis cerca de 300 acelerômetros. Diariamente eram utilizados em média 30 acelerômetros. A preparação dos acelerômetros foi realizada através do *software Actilife* versão 6.13.3, assim como a conferência inicial dos dados (descrito no item 5).



Figura 1- Acelerômetro *ActiGraph* – modelo *wGT3X-BT*.

#### 3.1 Programação dos acelerômetros

Os aparelhos eram programados para captar dados a partir da zero hora do dia posterior ao dia de colocação até zero hora do dia de coleta, totalizando sete dias completos de captação de dados. Por exemplo: se a colocação estava

agendada para quarta-feira, o acelerômetro era programado para captar dados da zero hora de quinta-feira até zero hora da quinta-feira da semana seguinte. Os acelerômetros eram preparados para captar os dados com uma frequência de detalhamento das informações de 60Hz. Para identificação dos dados e registro dos usuários, eram usadas na preparação do acelerômetro as seguintes informações: número identificador da Coorte (ID), seguido pelo primeiro nome e as iniciais do sobrenome. Além destas práticas, cabe ressaltar que para a preparação dos acelerômetros a bateria dos mesmos era carregada até 100% de sua capacidade antes de serem acionados.

### **3.2 *Download* e armazenamento dos dados**

Ao fazer *download* dos dados, cada dado era armazenado em dois formatos distintos, *AGD* e *GT3X*. Os arquivos em formato *AGD* eram gerados com uma *epoch* de cinco segundos.

Havia um computador específico para efetuar o *download* dos dados, sendo os arquivos gerados e armazenados primeiramente nesta máquina. Os *downloads* eram realizados diariamente, assim que os acelerômetros retornavam a clínica, entregues pela equipe de motoboys. Após a conferência dos dados, os dados eram transferidos para um programa de compartilhamento de arquivos entre computadores (*Dropbox*), através do qual eram compartilhados com outro computador da acelerometria (computador exclusivo para armazenamento e análises).

## **4 Logística da coleta de dados**

### **4.1 Rotina de colocação e retirada dos acelerômetros**

A colocação do acelerômetro na criança era realizada na clínica, no dia agendado para a mãe (ou outro responsável) e a criança comparecerem para realizar o acompanhamento dos 48 meses. No caso de a entrevista ter sido agendada no domicílio, as entrevistadoras levavam o acelerômetro e efetuavam a colocação na residência.

As entrevistas eram agendadas pela equipe do setor de agendamento, sendo agendadas 32 entrevistas por dia, de segunda-feira a sábado, em quatro diferentes horários: às 8 horas e 30 minutos, às 11 horas e 30 minutos, às 14 horas 30 minutos e às 17 horas e 30 minutos. As entrevistas agendadas eram verificadas ao início de cada dia do trabalho de campo, através do calendário do *RedCap*, pelo funcionário da acelerometria, responsável pela preparação dos aparelhos. Os acelerômetros eram programados para todas as entrevistas do dia, seguindo o protocolo descrito no item 3.1.

Depois de finalizada a programação, cada aparelho era colocado em uma embalagem plástica individualizada, acompanhadas por uma etiqueta de identificação contendo o número de identificação da criança (ID), o nome da criança e o número do acelerômetro. Na sequência, os acelerômetros eram organizados em quatro caixas, sendo cada caixa destinada para um dos horários de agendamento das entrevistas (figura 2).



Figura 2 – Caixas contendo os acelerômetros programados para cada horário de entrevista.

A caixa de cada horário era entregue ao início do horário de entrevista na recepção, junto a uma lista contendo as informações sobre os aparelhos disponíveis na caixa: número de identificação da criança (ID), nome da criança, número do acelerômetro e um espaço para preenchimento da recepção (figura 3). Os dados informados nas etiquetas e na lista para a recepção também eram adicionados a uma planilha de controle da acelerometria (arquivo em Excel), através da qual era realizado o controle da situação de entrada e saída dos acelerômetros, bem como o controle dos dados após o retorno dos acelerômetros.



Figura 3 – Caixas e lista entregues na recepção a cada horário, contendo os acelerômetros programados.

O espaço destinado à recepção na lista era preenchido pelas recepcionistas, com um *status* descrevendo o que aconteceu com o acelerômetro destinado para cada ID, conforme as seguintes legendas: *Colocado* - quando o aparelho era colocado na criança; *Recusa* - quando a colocação foi recusada pela mãe ou a criança; *Perda* - quando a criança se enquadrava em alguma das situações descritas a seguir no item 7; *Não Realizado/ Ausente* - quando a entrevista deixava de ser realizada por algum motivo, como ausência ou reagendamento.

Essa lista era utilizada para facilitar o controle do setor da acelerometria e pelas recepcionistas da clínica, para preencher o bloco da acelerometria no *RedCap*. Desta forma, ao final de cada horário de entrevista, a lista preenchida pela recepção, junto à caixa dos acelerômetros, retornava para a acelerometria, onde era realizada

a atualização da planilha de controle da acelerometria (arquivo em *Excel*), repassando as informações contidas na lista da recepção.

O preenchimento do bloco da acelerometria no *RedCap* era de responsabilidade das recepcionistas da clínica, onde eram inseridas as seguintes informações: (a) foi colocado o acelerômetro (não/ sim/ recusa/ perda); (b) data de colocação do acelerômetro; (c) número do acelerômetro; (d) bairro da retirada; (e) endereço da retirada; (f) data da retirada; (g) turno da retirada (manhã/ tarde); (h) observações.

A colocação dos acelerômetros era realizada ao final da entrevista, quando as entrevistadoras encaminhavam a mãe para realizar a finalização do acompanhamento junto à recepção. Neste momento, as entrevistadoras eram responsáveis por retirar o aparelho na recepção e colocar o acelerômetro na criança, conforme protocolo descrito a seguir no item 4.1.1. Era de responsabilidade das recepcionistas informar e esclarecer a mãe sobre o protocolo de utilização do acelerômetro, bem como combinar com ela a retirada no domicílio, confirmando as informações de endereço, data e turno da retirada.

A logística acima descrita era o protocolo padrão na rotina das colocações dos acelerômetros. Entretanto, algumas especificidades também necessitam ser abordadas. Existiram algumas situações em que a colocação imediata não foi possível de ser realizada no momento da entrevista, geralmente por pedido da mãe. Nestes casos, a mãe era avisada que em breve seria realizado um novo contato para colocação do acelerômetro. Posteriormente a equipe da acelerometria ficava ciente da pendência de colocação dos acelerômetros, através da lista da recepção, sendo estas colocações agendadas posteriormente. Nestes casos, agendava-se a colocação através de ligação telefônica e o motoboy ia até o domicílio e efetuava a colocação do aparelho.

#### **4.1.1 Colocação dos acelerômetros**

As instruções de uso do acelerômetro e o dia marcado para coleta do aparelho foi sumariado em uma folha que era repassada a todas as mães e responsáveis no momento de colocação (Anexo A). As entrevistadoras e recepcionistas da clínica eram instruídas a explicar objetivamente o que era, para que servia, como deveria ser utilizado e por quanto tempo deveria ser usado o acelerômetro.

Ao explicar sobre sua utilização era repassado principalmente que o aparelho deveria ser utilizado por nove dias (calendário), sendo posicionado no centro da parte posterior do pulso, com o “botão” preto que protegia a entrada *USB* do aparelho voltado para mão, no braço esquerdo (Figura 3). A necessidade de que o monitor de atividade física fosse utilizado o máximo de tempo possível dentro do período de nove dias era sempre ressaltada. Ressaltava-se também a importância de não retirar o acelerômetro durante os nove dias (nem para tomar banho, nem para dormir, etc.) e, caso a criança precisasse retirar o acelerômetro por algum motivo, era solicitado que ela o deixasse em um local seguro, livre do risco de dano ao aparelho, e que entrasse imediatamente em contato com a coorte, no setor da acelerometria, informando a retirada.

Depois de efetuada a colocação do aparelho na criança, a entrevistadora confirmava com a recepção a colocação do aparelho e as recepcionistas preenchiam o bloco da acelerometria no *RedCap*, marcando “sim” como resposta da pergunta “foi colocado o acelerômetro?” e agendavam com a mãe a data e turno mais oportuno para coleta do equipamento no domicílio. Juntamente, era entregue a mãe a folha de instruções, com a data de coleta e telefone de contato da acelerometria.



Figura 3 - Posição correta do acelerômetro para fixação ao pulso.

#### 4.1.2 Coleta dos acelerômetros

Diariamente, no início da manhã, o funcionário responsável pelas buscas dos acelerômetros passava na sala da acelerometria e recebia uma lista, gerada automaticamente pelo *RedCap*, com o número de identificação da criança, nome da mãe e nome da criança, a data e turno agendados e o endereço de retirada. Neste momento, este funcionário também deixava os acelerômetros coletados no dia anterior para manejo dos dados. Estes acelerômetros coletados eram conectados no computador, sendo realizado o *download* dos dados, como mencionado no item 3.2 (Figura 4).

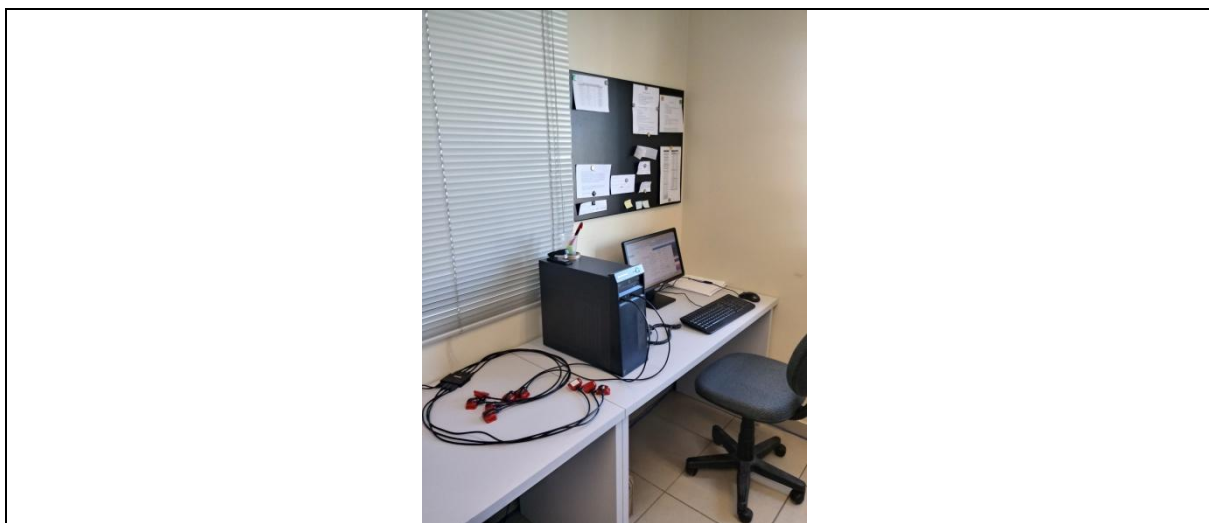


Figura 4 - Acelerômetros conectados no computador destinado ao download dos dados.

Após *download* dos dados, era realizado o registro na planilha de controle da acelerometria (em formato *Excel*), permitindo identificar quais crianças tinham os dados validados e não precisavam mais que os responsáveis fossem contatados pela acelerometria. Neste momento, também era realizada uma atualização da situação do acelerômetro no bloco da acelerometria no *RedCap*, sendo preenchido “sim” na pergunta “acelerômetro retornou?” e “sim” para a pergunta “acelerômetro



retornou com dados válidos?”, depois de verificada a situação do dado obtido. Após o preenchimento destas perguntas, o bloco da acelerometria era marcado como “completo” no *RedCap*, indicando não haver mais nenhuma pendência naquele ID.

Nos casos em que o acelerômetro apresentou algum problema, impossibilitando a coleta dos dados ou nos casos em que a criança utilizou o acelerômetro por menos de três dias e meio, o dado era classificado como incompleto. Os arquivos *AGD* e *GT3X* deste ID eram transferidos para a pasta de “Dados Incompletos” e este ID era registrado na planilha de controle da acelerometria (em formato *Excel*) como uma pendência de recolocação. O bloco da acelerometria no *RedCap*, era atualizado preenchendo “sim” na pergunta “acelerômetro retornou?” e “não” para a pergunta “acelerômetro retornou com dados válidos?”. Com esta atualização era gerada uma lista de pendências de recolocações no *RedCap*, permitindo identificar quais crianças necessitavam de um novo contato.

## **5. Dados válidos**

Ao fazer o *download* do dado, o *software* utilizado permitia ver quantos dias a criança utilizou o acelerômetro. Para o dado ser considerado válido neste momento, a criança tinha que ter mantido o aparelho fixado no pulso por no mínimo um período equivalente há três dias e meio, do contrário o dado precisaria ser novamente coletado. Também nesta conferência eram identificados e corrigidos possíveis problemas na programação dos acelerômetros (acelerômetros programados para captar mais ou menos de sete dias), acelerômetros que apresentaram problemas de bateria ou estragaram durante o uso.

Nos casos em que os acelerômetros retornavam com menos de três dias e meio de uso, era realizado um novo contato telefônico com a mãe, explicando a necessidade de recolocação do aparelho. Caso a mãe não aceitasse recolocar, o dado dessa criança passava a ser contabilizado como perda.

Ao final do campo, visando ampliar a amostra da acelerometria do acompanhamento, todos os dados que possuíam até três dias de uso passaram a ser considerados como dados completos e foram levados para análise, ampliando a amostra em 36 sujeitos.

## **6. Perdas e recusas**

Eram consideradas como perda as seguintes situações:

- Crianças cuja entrevista foi realizada por telefone ou Skype, portanto sem a possibilidade de realizar a colocação;
- Crianças cuja entrevista foi realizada na clínica, porém a mãe e criança residiam fora do município de Pelotas, inviabilizando a coleta do acelerômetro pelo motoboy;
- Crianças cuja entrevista foi realizada no domicílio fora do município de Pelotas, inviabilizando a coleta do acelerômetro pelo motoboy;
- Crianças em que o acelerômetro não foi colocado no momento da entrevista e após este momento não se conseguiu mais contato com a mãe para realizar a colocação;
- Crianças que colocaram o acelerômetro, mas que pela análise dos dados foi constatado que a utilização do acelerômetro pela criança foi menor do que três dias e meio ou que ocorreu algum problema no acelerômetro no processo da coleta de dados e cuja mãe ou criança recusou realizar a recolocação do aparelho;
- Crianças que colocaram o acelerômetro, mas que pela análise dos dados foi constatado que a utilização do acelerômetro pela criança foi menor do que três dias e meio ou que ocorreu algum problema no acelerômetro no processo da coleta de dados, sendo recolocados, mas apresentando novamente poucos dias ou problemas de uso;

- Crianças que colocaram o acelerômetro, mas que perderam o aparelho.

Nos casos em que a mãe ou a criança não aceitavam colocar o acelerômetro, as entrevistadoras eram orientadas a chamar o doutorando de plantão para conversar com a mãe e criança, a fim de motivar a utilização e tentar reverter à recusa. Se mesmo após esta tentativa, criança ou mãe seguissem não aceitando a colocação do acelerômetro, ela passava a ser contabilizada como recusa para acelerometria.

## **6. Critérios de exclusão**

Foram consideradas como critério de exclusão especificamente da acelerometria as crianças com alguma limitação motora que pudesse interferir nos dados coletados ou incapacitadas de deslocar-se caminhando de um lugar ao outro.

## **7. Conferência e análise dos dados**

Semanalmente era realizada a conferência dos dados pelas doutorandas responsáveis pela acelerometria. Eram verificadas as pastas contendo os dados de *download*, a planilha de controle e as informações do bloco da acelerometria no *RedCap*. A partir dessa rotina eram identificados e corrigidos possíveis problemas na verificação dos dados (dados considerados completos, mas com coleta insuficiente ou o contrário) ou inconsistências entre o número identificador que estava registrado no dado da Acelerometria e o número identificador correto registrado no *RedCap*.

Além disso, semanalmente também era realizado uma atualização dos números de monitoramento do andamento da acelerometria dentro do trabalho de campo, em relação à quantidade de acelerômetros colocados, dados coletados, dados válidos, dados incompletos, pendências de colocação e recolocação, perdas e recusas do acompanhamento.

Também semanalmente, era realizada a extração dos dados completos *para* arquivos no formato *.csv* (*em formato Excel*), através do *software Actilife* versão

6.13.3. Na sequência, os arquivos extraídos eram analisados no *Programa R*. Finalizada a análise, os dados eram salvos no *Dropbox* da acelerometria e em HD externo destinado aos dados da acelerometria do acompanhamento de 48 meses.

## **8. Treinamento da equipe técnica e das entrevistadoras**

Nos dias 20 e 27 de novembro ocorreram as reuniões iniciais e treinamento da equipe técnica que trabalhou no acompanhamento dos 48 meses, incluindo funcionários, bolsistas e doutorandos. Nestas foram organizadas a rotina do trabalho de campo, protocolos de colocação, programação, *downloads* e análises.

O treinamento da acelerometria com as entrevistadoras foi realizado no dia 28 de novembro de 2018, no turno da manhã, conduzido pelo doutorando Otávio Leão, no qual foi realizada uma breve explicação sobre o aparelho e sobre a medida que este realiza; destacados os materiais necessários no momento de realizar a colocação do acelerômetro na criança, procedimentos, logística, protocolo de colocação, bem como todas as possíveis desafios que poderiam ser encontrados durante o campo.

Além dos protocolos da acelerometria, as entrevistadoras foram orientadas especialmente sobre as pulseiras utilizadas para fixação do acelerômetro. As pulseiras utilizadas foram testadas dermatologicamente e deveriam ficar de uma maneira que não apertasse a criança, passando no máximo um dedo da entrevistadora. Após, as candidatas foram divididas em duplas para realização das práticas de colocação do acelerômetro.

Devido ao desligamento de algumas entrevistadoras, ao longo do acompanhamento foram realizados outros treinamentos, permitindo que todas as entrevistadoras tivessem sido devidamente treinadas para coleta dos dados com acelerometria. Além do treinamento, periodicamente eram reforçadas algumas

instruções junto às entrevistadoras, fornecendo tanto um *feedback* geral sobre o desenvolvimento do campo.

Os motoboys foram treinados para colocação e receberam todas as instruções referentes ao uso dos acelerômetros pelo funcionário do laboratório de acelerometria.

## **9. Período de coleta e encerramento do trabalho de campo**

O trabalho de campo do acompanhamento dos 48 meses teve início em sete de janeiro de 2019 e foi finalizado em 31 de dezembro de 2019, totalizando 4010 crianças acompanhadas. Com relação à coleta de dados da acelerometria, foram 2990 crianças com dados válidos, 165 recusas, 855 perdas.

## **ANEXOS**

Anexo A – Instruções para uso do acelerômetro entregue as mães/ responsáveis no acompanhamento dos 48 meses



Universidade Federal de Pelotas  
Faculdade de Medicina  
Centro de Pesquisas Epidemiológicas  
Coorte de Nascimentos de 2015



### INSTRUÇÕES PARA USO DO MONITOR NA CRIANÇA

- O seu filho(a) está recebendo um monitor para utilizar no pulso por alguns dias. Esse aparelho irá medir os **movimentos corporais** realizados pelo seu filho(a).
- Por favor, não retire o aparelho em nenhum momento. Se por algum motivo o aparelho for retirado, você pode recolocar no mesmo pulso (mão esquerda) com a tampinha do aparelho voltada para os dedos.
- A pulseira utilizada para fixar o monitor é fabricada em vinyl (material não alérgeno) e foi aprovada por dermatologistas.

### IMPORTANTE!!!

O monitor deve ser utilizado por 9 dias durante 24 horas, até mesmo para dormir e durante o banho.

Após o banho ou contato com a água, favor secar a pele da criança por baixo da pulseira com uma fralda ou toalha fina.

Caso você tenha alguma dúvida quanto ao funcionamento do monitor ou queira mudar a DATA ou HORÁRIO de busca do monitor entre em contato conosco!

**Responsável:** Calebe Borges, **Telefone:** 3284-1300 **Ramal:** 389

Em caso de reações alérgicas ou qualquer outro problema relacionado ao uso do aparelho entrar em contato com o pesquisador responsável do estudo:

**Responsável:** Otávio Leão, **Telefone/WhatsApp:** 99164-1889

### DATA COMBINADA PARA BUSCAR O MONITOR:

Seg	Ter	Qua	Qui	Sex

Data de coleta: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

ARTIGO DE REVISÃO

(Submetido para Revista Brasileira de atividade física e saúde)

---



**Tipo de artigo:** Artigo de revisão

**Título:** Atividade física medida por acelerômetros e neurodesenvolvimento infantil:  
uma revisão sistemática

**Title:** Accelerometer-measured physical activity and early childhood  
neurodevelopment: a systematic review

**Título resumido:** Physical activity and childhood neurodevelopment

Otávio Amaral de Andrade Leão<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-5253-7665>

Andréa Dâmaso Bertoldi<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-4680-3197>

Simone Farías-Antúnez<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-1546-4217>

Gregore Iven Mielke<sup>2</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-3043-2715>

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

2 School of Human Movement and Nutrition Sciences, The University of Queensland, Brisbane, QLD, Australia

## **Resumo**

O objetivo dessa revisão sistemática foi investigar a associação entre atividade física medida por acelerômetros e neurodesenvolvimento infantil. Seis bases de dados foram utilizadas: PUBMed, PsycINFO, Web of Science, SCOPUS, ERIC and SPORTDiscus. Estudos que reportaram a influência da atividade física medida por acelerômetros e neurodesenvolvimento infantil foram incluídos. Critérios de exclusão: Atividade física auto ou proxy-reportada; artigos não originais; média de idade >5 anos; população clínica específica; atividade física como desfecho; neurodesenvolvimento infantil como preditor. Quinze estudos (4622 crianças) foram incluídos, sendo cinco com delineamento longitudinal e dez transversais. A maioria dos estudos foi considerado com qualidade moderada e usou uma ampla variedade de protocolos de acelerômetro. Dos quinze estudos, 109 associações entre atividade física e três diferentes domínios do neurodesenvolvimento infantil foram observadas. Metade das associações entre atividade física e habilidades motoras foram positivas. Nos domínios cognitivo, função executiva e sócio emocional, a maioria das associações foram nulas. Atividade física parece influenciar positivamente as habilidades motoras, entretanto, associações inconclusivas foram observadas nos domínios cognitivo, função executiva e sócio emocional nessa faixa-etária.

**Palavras-chave:** Cognição; Destreza motora; Acelerometria; Exercício físico; Função executiva.

## **Abstract**

The aim of this systematic review was to investigate the association between accelerometer-based physical activity and early childhood neurodevelopment. Six databases were searched: PUBMed, PsycINFO, Web of Science, SCOPUS, ERIC and SPORTDiscus. Studies that reported the influence of accelerometer-based physical activity on child neurodevelopment were included. Exclusion criteria: Self or proxy-reported physical activity; not original article; mean age >5-years; specific clinic population; physical activity was an outcome; childhood neurodevelopment as predictor. Fifteen studies (4622 children) were included, of which five had longitudinal design and 10 were cross-sectional. Most studies were of moderate quality and used a variety of accelerometer protocols. Of the 15 studies, 109 associations between physical activity and three domains of early childhood neurodevelopment were observed. Half of the associations of physical activity and motor skills were positive. For cognitive and executive functions, and social and emotional skills domains, the majority of associations were null. Physical activity might improve motor skills, but showed inconclusive associations with cognitive and executive functions, and social and emotional skills in early childhood.

**Key-words:** Cognition; Motor control, Accelerometer; Physical activity; Executive function.

## 1. Introduction

Early-childhood (0 to 5 years) is an important stage of human growth and development<sup>1-3</sup>. During this period, the child develops motor skills, cognitive, language, and social abilities<sup>1, 3</sup>. Optimal development at this stage is influenced by genetic, environmental, and behavioral aspects and has also long-term implications<sup>4, 5</sup>.

Global estimates on early childhood neurodevelopment, based on data from the Multiple Indicator Cluster Survey (MICS) and the Demographic and Health Surveys (DHS), indicate a prevalence of 25% of children with suspected developmental delay<sup>6</sup>. Moreover, it is estimated that in low and middle income countries over 80 million children at ages 3 and 4 years are experiencing low cognitive and/or socioemotional development<sup>7</sup>. Those estimates represent a global challenge on children's health.

One important factor that is positively related to children's health is physical activity (PA) and active play<sup>4, 8-11</sup>. Additionally, PA is suggested to have positive effects on diverse domains of child neurodevelopment, such as cognitive<sup>8, 11-17</sup>, motor skills<sup>8, 11, 16</sup>, executive functions<sup>12, 13, 16, 18</sup> and social and emotional skills.<sup>4, 13, 19, 20</sup>

Despite the benefits found for physical activity on child neurodevelopment, most results were based on subjective measures of PA, which include self or proxy-reported questionnaires and are prone to bias<sup>8, 11, 14, 15</sup>. The use of self or proxy-reported measures of PA is a major limitation in the understanding of the PA through childhood. These measures limit the ability to detect the real influence of PA on neurodevelopment<sup>21-24</sup>.

Due to the intermittent characteristic of children's PA, device-based measures, such as accelerometers, are a more suitable option at this age, because they can provide a valid measure of their total activity<sup>23, 24</sup>. Additionally, accelerometer-measured PA can provide time on activities of different intensities<sup>23, 24</sup>, which leads to a better comprehension of PA patterns at this age, and therefore allows the investigation of the effect of different PA intensities on neurodevelopment in children with 5 years or less<sup>8, 11</sup>.

Given the importance of understanding the association between accelerometer-measured PA and early childhood neurodevelopment, the aim of this study was to systematically review the literature on the associations between accelerometer-based PA and early childhood (<5-years) neurodevelopment.

## **2. Materials and Methods**

### **2.1. Search Strategy**

The present review was registered in PROSPERO under the number CRD42020168829 and was conducted following the Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines<sup>25</sup>. We searched studies that investigated the association between accelerometer measured PA (as a predictor) and childhood neurodevelopment (as an outcome). The following databases were searched: PUBMed, PsycINFO, Web of Science, SCOPUS, ERIC and SPORTDiscus. Groups of terms were searched using a Boolean strategy: terms for PA (*physical activity, movement, motor activity, psychomotor performance, motor activity, locomotor activity, inactivity, physical education, sports program, active play*) were used in "AND" combination with terms for childhood neurodevelopment (*motor skill, motor skill competency, motor performance, motor function, motor abilities,*

*motor coordination, gross motor skills, locomotor skills, object control skills, cognition, cognitive performance, cognitive functions, cognitive abilities, academic achievement, executive function, learning, language, attention, on-task behavior, memory, intelligence, IQ, neurodevelopment children child neurodevelopment, infant neurodevelopment, motor development children, motor development infant, motor development infants, motor development child, motor developmental, psychomotor development, psychomotor development children, cognitive development children, cognitive development child, cognitive development childhood, cognitive development infants, cognitive development infancy)* “AND” *accelerometer (accelerometer, activity monitor, motion sensor, device-based, actigraph, tactical, sensewear, actin band, actiwatch)*. The search was limited to original articles and age (birth to 5-years). All studies published up to 3 November 2020 were considered.

Two independent reviewers (OL, SFA) performed the search, screened the titles, assessed the abstracts and the full texts. Discordances were discussed between all authors (OL, GM, SFA, AB). These steps were followed using the RAYYAN platform<sup>26</sup>.

We included studies that described any association between accelerometer-measured PA as an exposure and childhood development as an outcome. The following exclusion criteria were applied:

- i) PA was self-reported or parent/caregiver-reported
- ii) Articles that were not original
- iii) Articles with sample’s mean age higher than 5-years
- iv) The focus was on a specific clinic population (e.g. ambulatory, diseased or with some limitation)

- v) PA was an outcome rather than a predictor
- vi) Childhood neurodevelopment was not the outcome

## **2.2 Search Strategy**

For all selected full-texts, two authors (OL and SFA) extracted the following information: author, year of publication, country in which the study was conducted, study design, sample size, age, adjustment for covariates, quality score, accelerometer measures (days of use, placement site, epoch time, time for valid data and cut-off points), neurodevelopment domain and results. Number and direction of associations were extracted and presented in Table 2, considering a p-value <0.05 a significant association.

## **2.3 Quality assessment**

The NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE (NOS) was used to assess the quality of the cross-sectional and cohort studies<sup>27</sup>. This scale provides a quality score for each study design based on sample selection, comparability, and quality of outcome measure. NOS has two different grades. For cross-sectional studies it ranges from 0 to 10, whereas for cohort studies it ranges from 0 to 9.

Infant's age and gender, along with maternal schooling were considered for the basic confounders for both, cross-sectional and longitudinal studies. For cohort studies, follow-up adequacy was considered when the study had at least a one-year follow-up period and at least 70% follow-up rate. The NOS was completed by two independent authors and disagreements in scores were settled by consensus.

### 3. Results

A total of 5852 studies were screened in the databases; 4555 articles remained after the exclusion of the duplicates. Of the 59 full-text articles assessed for eligibility, 15 studies were included in the qualitative synthesis. The main reasons for exclusion were: outcomes other than neurodevelopment, children older than 5-years, and PA as an outcome (Fig.1).

The description of the studies included are presented in Table 1. Of the 15 included studies, five had a longitudinal design<sup>28-32</sup> and 11 were cross-sectional. Only one study was conducted in a middle income country<sup>33</sup>. Children's age ranged from 3.6 years<sup>34</sup> to 4.7 years<sup>35, 36</sup>, with sample sizes of 76<sup>37</sup> to 1081 individuals<sup>35, 36</sup>. Only two studies did not adjust for covariates<sup>35, 38</sup>.

The average quality score of the included studies was 6.7 points. The NOS item that was better scored for cross-sectional studies was 'using a validated tool for the exposure ascertainment'. Using accelerometers to objectively assess PA was an inclusion criteria for our study thus all studies report this item. Most cross-sectional studies failed to justify their chosen sample sizes and to report their response rates or the characteristics of respondents and non-respondents. For included cohort studies, items that had the lowest scores were 'representativeness of the exposure cohort' and 'not controlling for minimal confounding factors' (defined by the authors as sex, age, and caregiver's educational level). Overall, cross-sectional and longitudinal studies present similar mean quality scores, 6.6 and 6.8, respectively.

Three domains of neurodevelopment were found among included studies: motor skills, cognitive and executive functions and social and emotional skills. Six



studies evaluated motor skills<sup>32, 35-39</sup>, seven cognitive and executive functions<sup>30, 31, 33, 34, 39-41</sup> and six studies evaluate social and emotional skills<sup>28-31, 39, 42</sup>. From the 15 studies included in the review, there were 109 estimates of the association between PA and childhood neurodevelopment. Among this, 86 were null associations, 18 associations were positive, whereas only five were negative.

Results from Table 2 show the pattern of associations, studies that evaluated motor skills varied in the association's direction, presenting mostly positive (12/24) or null associations (11/24)<sup>39</sup>. The only negative association reported was between light physical activity (LPA) and motor skills<sup>39</sup>. Cognitive and executive functions presented a vast majority of null associations (48/56), with only one study presenting positive association for LPA<sup>40</sup> and few negative associations were observed (4/56) especially for moderate-to-vigorous physical activity (MVPA)<sup>33, 41</sup>. Social and emotional skills presented predominately null associations (27/29), and only two positive ones<sup>31, 39</sup>.

### **3.1 Motor skills**

Table 3 displays the results of the association between PA and different domains of neurodevelopment. Six studies that evaluated the association between PA with motor skills<sup>32, 35-39</sup>. Total physical activity (TPA), in counts per minute, was positively associated with motor skills in the study by Aadland et al.<sup>35</sup> (std $\beta$ =0.21;  $p<0.001$ ), Fisher et al.<sup>38</sup> ( $r=0.10$ ;  $p=0.039$ ), that also found positive effects for MVPA (%) ( $r=0.19$ ;  $p<0.001$ ) and Nilsen et al.<sup>36</sup>, that found positive effects for locomotor ( $r=0.23$ ;  $p<0.001$ ) and object control skills ( $r=0.16$ ;  $p<0.001$ ). Only one study found a negative association with motor skills (LPA:  $\beta=-28.82$ ;  $p=0.02$ )<sup>39</sup>, however, the same study presented a positive association for MVPA ( $\beta=21.49$ ;  $p<0.01$ ).

### **3.2 Cognitive and executive functions**

Regarding cognitive and executive functions, positive associations were found for LPA in boys in the study by Quan et al.<sup>40</sup>, and for vigorous physical activity (VPA) in the study by McNeill et al.<sup>31</sup> in shifting measure ( $\beta=0.245$ , 95%CI: 0.006; 0.485). Negative associations were mostly found in the study by Bezerra et al.<sup>33</sup>, for LPA ( $\beta=-0.31$ , 95%CI:-0.55; -0.05) and MVPA ( $\beta=-0.21$ , 95%CI:-0.42; -0.009), and in Willoughby et al.<sup>41</sup> for MVPA (%) intensity associated with executive function composite ( $\beta=-0.28$ , 95%CI:-0.50;-0.06) and inhibitory control ( $\beta=-0.25$ , 95%CI:-0.48;-0.02).

### **3.3 Social and emotional skills**

For social and emotional skills, only two studies did not present null associations. Kuzik et al.<sup>39</sup> presented one positive association for sociability (MVPA:  $\beta=0.71$ ;  $p=0.02$ ), along with McNeill et al.<sup>31</sup>, that found one positive association for total difficulties (LPA:  $\beta=0.032$ , 95%CI 0.206; 0.270).

### **3.4 Accelerometer criteria**

The description of accelerometer-measured PA of the studies included in the review is presented in Table 3. Numbers of days used ranged from five<sup>41</sup> to 14<sup>35, 36</sup>, with seven days being the most common ( $n=9$ ) protocol used across the 15 studies<sup>30-34, 39, 40, 42</sup>. All studies chose the placement site on the waist, except for one<sup>29</sup>, that did not report the placement site. Three epoch times were found: 1 second<sup>35, 36, 40</sup>, 15 seconds<sup>28-34, 37, 39, 41, 42</sup> and 60 seconds<sup>38</sup>. Wear time for valid data varied from one day<sup>42</sup> to four days<sup>28, 29, 34-37</sup>. Additionally, only two studies did not required a minimum hours of accelerometer use per day<sup>30, 31</sup>.

Accelerometers provided different measures of PA, based on different cut-off points. Described PA intensity were: light, moderate, vigorous, moderate-to-vigorous and total (sum of the intensities measured). Nine studies used LPA<sup>28, 31, 33, 34, 36, 38-41</sup>, with different cut-off points: 820-3907 counts<sup>33</sup>,  $\geq 25$ -419 counts/15s<sup>28, 31, 34, 39</sup>, 1100-3200cpm (counts per minute)<sup>38</sup>, 101-2295cpm<sup>36</sup>, 101-1679cpm<sup>40</sup> and 38-419 counts/15s<sup>41</sup>. Moderate physical activity (MPA) and VPA was used in only three studies, which presented different cut-off points for both intensities<sup>30, 31, 33</sup>. Eleven of the 15 included studies evaluate the association of MVPA with neurodevelopment<sup>28, 31-34, 36-41</sup>, were the most used cut-off point was  $\geq 420$  counts/15s<sup>28, 30-32, 34, 39, 41, 42</sup>. Total PA was used in eight studies<sup>29-32, 34-36, 42</sup>, and the two most common cut-off points were: total counts per minute<sup>32, 35, 36</sup> and  $\geq 25$  counts/15s<sup>30, 31, 42</sup>.

#### 4. Discussion

To our knowledge, this systematic review was the first to assess the association between accelerometer-based PA and different domains of early childhood neurodevelopment. Findings from this study, which included data from 4622 children under five years, suggest a mix of positive and null associations for motor skills and mostly null associations in the cognitive and executive functions and social and emotional skills. Moreover, we observed a large heterogeneity in protocols for PA cut-off points and data reporting among studies that explored the associations between PA measured by accelerometer and early childhood neurodevelopment.

In the present study, a higher proportion of positive associations were found between PA and motor skills, than in the other domains of neurodevelopment. This positive relationship was confirmed in previous reviews of questionnaire-based PA<sup>8, 16, 43</sup>. One of these studies supports causal evidence of the effects of PA on motor

skills<sup>16</sup>. It is suggested that PA and motor skills have a reciprocal influence on each other across childhood and throughout adolescence<sup>44, 45</sup>, which means that increasing one of them, the other will increase as well. Such mutual influence appears in another study, which found a low to moderate relationships between fundamental movement skills competence and PA, with the correlations values varying from 0.16 to 0.48 in early childhood (3 to 5 years)<sup>43</sup>. As motor skills, especially fundamental movement skills, are considered the basis of later movement and motor activity, it is important to stimulate PA in the early years, including in physical education settings, considering its positive and reciprocal association with this specific domain of neurodevelopment<sup>43, 45-47</sup>.

Considering the different intensities, only LPA did not show any positive association with motor skills, however, these results were previously observed by another literature review, which found that higher intensities of PA (MVPA and VPA) were more consistently associated with health indicators than lower intensities<sup>8</sup>. Even though the literature suggests higher PA intensities to have a greater impact on motor development, more studies using accelerometers and with experimental or longitudinal designs are needed to truly understand the effect, and amount of exposure, of PA on motor skills.

Overall, there was no association between PA with cognitive and executive functions. Reviews that included only randomized controlled trials of PA in young children<sup>16</sup>, or sports participation in late childhood<sup>13</sup>, to enhance cognitive and executive function, reported significantly positive associations. Another meta-analysis shown that physical activity, especially exercise, is associated with cognition in different phases of childhood<sup>17</sup>. Despite that, the lack of association observed in the

present study may be explained by the type of activity captured by the accelerometer. Some studies have shown that cognitive, especially executive functions, are more influenced by activities that involves a cognition challenge and present social components, contrary to only aerobic exercises<sup>48, 49</sup>, that is what the accelerometer captures.

PA was not associated with social and emotional skills in most studies. Despite the lack of association, it is important to highlight that none of the studies included in our review showed negative association of PA with social and emotional skills. Previously published studies found a positive influence of PA on social and emotional skills<sup>13, 19</sup> and psychosocial wellbeing<sup>20</sup>, especially when this activity is related to sport or group participation, that requires a better development of social skills outcomes<sup>4, 13</sup>. Therefore, context-specific PA, with social components may be more related to improvements in this neurodevelopment domain.

A study review that investigated the relationships between accelerometer measured PA and health indicators in school-aged children and youth, also included some studies involving neurodevelopment outcomes, specifically motor and cognitive<sup>10</sup>. Associations found varied along PA intensities; however, the association were mostly favorable and null, both for cognition and motor skills. The direction of association was similar to the one found in our study. Poitras et al. (2016)<sup>10</sup> found, higher intensity PA had more robust associations with health indicators and childhood neurodevelopment than lower intensities. However, we did not observe this pattern of dose-response in our study.

Variability in accelerometer criteria was pronounced. Overall, the studies included in the analyses used the devices on the waist, for seven days, with a 15

seconds epoch, at least 3 days of valid data and evaluate MVPA, with a cut-off point of  $\geq 420$  counts/15s. This diversity of criteria used is commonly seen in the literature, which one study of accelerometers methods found: two models of Actigraph accelerometers, six different epoch lengths, six non-wear time definitions, thirteen valid day definitions, eight minimum wearing day thresholds and twelve moderate-intensity PA cut-off points<sup>50</sup>, showing the difficulty to compare the results found in each study.

In all studies the accelerometer placement site was the waist. Waist placement provides an adequate PA estimation in children under five years<sup>51</sup>, however, considering the different ages included in the preschool population, other placement sites like the wrist may be more feasible due to the easier acceptance from children and mothers<sup>51, 52</sup>. Despite that, the use of waist placement may be chosen by the lack or limited number of cut-off points for wrist placement in preschool population<sup>51</sup>.

Despite the variability in the number of days that children wore the accelerometer, the literature shows that at least four of them produced reliable estimates for all PA intensities in children<sup>53, 54</sup>. Additionally, seven days, the most used protocol, seems to be ideal, allowing a better understanding of habitual PA, with better reliability estimations<sup>53, 55</sup>. Minimum number of days to be included in the analyses was similar to the criteria found in the literature, in which the use of at least four days were the most prevalent<sup>50, 51</sup>.

Epoch time varied from 1 to 60 seconds in the present review, with 15 seconds being the most used criteria. Due to the intermittent characteristics of young children PA, that is based in short bouts<sup>24, 50, 51</sup>, shorter epochs, like the use of 15 seconds criteria, may be needed to provide a better estimation of child's PA<sup>51</sup>.

Finally, the different cut-off values make the study comparison difficult, considering that different PA estimates are generated and may influence the association with other health outcomes<sup>51, 55, 56</sup>. One approach to mitigate this wide variability is the use of raw data to represent PA as acceleration values, which allows comparison across studies and accelerometer brands, providing an opportunity to better explore the data<sup>51, 57</sup>.

Another important factor to be considered is the relation of these studies with the current World Health Organization PA guidelines<sup>58</sup>. Only two studies used PA as a prevalence, based on a cut-off point of  $\geq 180$  min/day of TPA, including  $\geq 60$  min/day of MVPA. These studies did not find an association with cognitive and executive functions<sup>30</sup> and social and emotional skills<sup>30, 42</sup>. This lack of association may be due to the characteristic of PA, which has various intensities and patterns that are not accounted for when using an active/non-active classification, and the quality of the recommendations themselves, that are mostly based on studies that evaluated PA through questionnaires<sup>58</sup>. Studies evaluating the association between PA measured by accelerometer and childhood neurodevelopment, as the ones included in this review, may help provide new evidence to update the present recommendation, considering the importance of neurodevelopment in child's health.

All those associations must be carefully looked into considering the age of the children. One example of this issue is the review by Logan et al. (2015)<sup>43</sup>, that found different effects of PA on fundamental motor skills from early childhood to adolescence, where for early childhood it was low, moderate for middle to late childhood and strong in adolescence. Another study found different effect sizes according to age group, however, all ages shown positive results for cognition<sup>17</sup>. This

issue may explain the lack of association in some studies when considering specific domains.

Finally, the results found in the present review suggest that more studies are needed to truly understand the association of accelerometer-measured PA with cognitive and executive functions and social and emotional skills. Additionally, the use of accelerometers may seem adequate to evaluate the association of PA with motor skills and can be a feasible tool to be used in educational settings that aim to improve children motor abilities.

#### **4.1 Strengths and Limitations**

The main strength of the study is the inclusion of studies that objectively-measured PA, through accelerometers, allowing a better interpretation of this behavior and the association with childhood neurodevelopment. The broad literature search, including six databases, can be considered one of the strengths in our study. In addition, a quality assessment, conducted through the NOS scale, allowed an objective analysis of the studies.

The diversity in the criteria used to evaluate accelerometer information, PA cut-off points, the different outcomes measured and their analyses, limited the comparison across studies and did not allow the estimation of pooled effects of the association between accelerometer-measured PA and domains of neurodevelopment. Additionally, none of the studies included in the review reported raw accelerometer data, which could enhance comparability between studies and accelerometer brands<sup>57</sup>.



In summary, our findings suggest that PA, measured through accelerometers, may improve motor skills, but not the other neurodevelopment domains, which may be more related to cognition and social activities, like sports participation. Therefore, for specific domains of development, it may be important to investigate different types and approaches regarding those activities. These results were based on studies of moderate quality, which used different accelerometer cut-off points and criteria. We suggest following studies using accelerometers to focus on longitudinal designs, to use the most common accelerometers criteria, if adequate, to enhance study comparison and investigate different domains of neurodevelopment and different types of PA.

**Acknowledgments:** None.

**Funding Source:** OAAL is funded by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001, with a PhD scholarship. The funding organization of this study did not influenced the study design, data collection, data analysis, data interpretation, or writing of the manuscript.

**Author's contributions:** OAAL, ADB and GIM designed the present study. OAAL and SFA developed, executed the search strategy, reviewed the studies and extract the data. SFA performed the quality of the studies included. All authors read, revised and collaborated with the critical revision of the manuscript.

**Conflicts of interest:** The authors have no conflicts of interest to declare.

## References

1. Bialystok E, Craik FI. Lifespan cognition: Mechanisms of change: Oxford University Press New York; 2006.
2. Murray E, Fernandes M, Newton CR, Abubakar A, Kennedy SH, Villar J, et al. Evaluation of the INTERGROWTH-21st Neurodevelopment Assessment (INTER-NDA) in 2 year-old children. *PloS one*. 2018;13(2).
3. Nelson CA. The neurobiological bases of early intervention. *Handbook of early childhood intervention*. 2000;2:204-27.
4. Eime RM, Young JA, Harvey JT, Charity MJ, Payne WR. A systematic review of the psychological and social benefits of participation in sport for children and adolescents: informing development of a conceptual model of health through sport. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*. 2013;10(1):98.
5. Sameroff A. The transactional model: American Psychological Association; 2009.
6. Gil JD, Ewerling F, Ferreira LZ, Barros AJ. Early childhood suspected developmental delay in 63 low-and middle-income countries: Large within-and between-country inequalities documented using national health surveys. *Journal of global health*. 2020;10(1).
7. McCoy DC, Peet ED, Ezzati M, Danaei G, Black MM, Sudfeld CR, et al. Early childhood developmental status in low-and middle-income countries: national, regional, and global prevalence estimates using predictive modeling. *PLoS Medicine*. 2016;13(6).
8. Carson V, Lee E-Y, Hewitt L, Jennings C, Hunter S, Kuzik N, et al. Systematic review of the relationships between physical activity and health indicators in the early years (0-4 years). *BMC Public Health*. 2017;17(5):854.
9. Ekelund U, Luan Ja, Sherar LB, Esliger DW, Griew P, Cooper A, et al. Moderate to vigorous physical activity and sedentary time and cardiometabolic risk factors in children and adolescents. *Jama*. 2012;307(7):704-12.
10. Poitras VJ, Gray CE, Borghese MM, Carson V, Chaput J-P, Janssen I, et al. Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2016;41(6):S197-S239.
11. Veldman SL, Paw MJCA, Altenburg TM. Physical activity and prospective associations with indicators of health and development in children aged < 5 years: a systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2021;18(1):1-11.
12. Alvarez-Bueno C, Pesce C, Cavero-Redondo I, Sanchez-Lopez M, Martínez-Hortelano JA, Martínez-Vizcaino V. The effect of physical activity interventions on children's cognition and metacognition: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*. 2017;56(9):729-38.
13. Bidzan-Bluma I, Lipowska M. Physical activity and cognitive functioning of children: a systematic review. *International journal of environmental research and public health*. 2018;15(4):800.
14. Carson V, Hunter S, Kuzik N, Wiebe SA, Spence JC, Friedman A, et al. Systematic review of physical activity and cognitive development in early childhood. *Journal of science and medicine in sport*. 2016;19(7):573-8.
15. Tandon PS, Tovar A, Jayasuriya AT, Welker E, Schober DJ, Copeland K, et al.

- The relationship between physical activity and diet and young children's cognitive development: A systematic review. *Preventive medicine reports*. 2016;3:379-90.
16. Zeng N, Ayyub M, Sun H, Wen X, Xiang P, Gao Z. Effects of physical activity on motor skills and cognitive development in early childhood: a systematic review. *BioMed research international*. 2017;2017.
  17. Sibley BA, Etnier JL. The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Pediatric exercise science*. 2003;15(3):243-56.
  18. Jackson WM, Davis N, Sands SA, Whittington RA, Sun LS. Physical activity and cognitive development: a meta-analysis. *Journal of neurosurgical anesthesiology*. 2016;28(4):373-80.
  19. Kohl III HW, Cook HD. *Educating the student body: Taking physical activity and physical education to school*: National Academies Press; 2013.
  20. Lee EY, Carson V. Physical activity, sedentary behaviour, and psychosocial well-being among young South Korean children. *Child: care, health and development*. 2018;44(1):108-16.
  21. Bauman A, Chau J, Van Der Ploeg H, Hardy L. *Physical activity measures for children and adolescents—recommendations on population surveillance: a rapid review*. Sydney: Sax Institute. 2010.
  22. Loprinzi PD, Cardinal BJ. Measuring children's physical activity and sedentary behaviors. *Journal of Exercise Science & Fitness*. 2011;9(1):15-23.
  23. Pate RR, O'NEILL JR, Mitchell J. Measurement of physical activity in preschool children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2010;42(3):508-12.
  24. Rowlands AV, Eston RG. The measurement and interpretation of children's physical activity. *Journal of sports science & medicine*. 2007;6(3):270.
  25. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ*. 2009;339:b2535.
  26. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, 5 (210). 2016.
  27. Wells G, Shea B, O'Connell D, Peterson J, Welch V, Losos M, et al. *Newcastle-Ottawa quality assessment scale cohort studies*. Ontario, Canada: University of Ottawa. 2014.
  28. Carson V, Lee E-Y, Hesketh KD, Hunter S, Kuzik N, Predy M, et al. Physical activity and sedentary behavior across three time-points and associations with social skills in early childhood. *BMC public health*. 2019;19(1):1-8.
  29. Hinkley T, Timperio A, Salmon J, Hesketh K. Does preschool physical activity and electronic media use predict later social and emotional skills at 6 to 8 years? A cohort study. *Journal of Physical Activity and Health*. 2017;14(4):308-16.
  30. McNeill J, Howard SJ, Vella SA, Cliff DP. Compliance with the 24-Hour movement guidelines for the early years: Cross-sectional and longitudinal associations with executive function and psychosocial health in preschool children. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2020.
  31. McNeill J, Howard SJ, Vella SA, Cliff DP. Longitudinal associations of physical activity and modified organized sport participation with executive function and psychosocial health in preschoolers. *Journal of Sports Sciences*. 2020:1-8.
  32. Schmutz EA, Leeger-Aschmann CS, Kakebeeke TH, Zysset AE, Messerli-Bürgy N, Stülz K, et al. Motor Competence and Physical Activity in Early Childhood: Stability and Relationship. *Frontiers in Public Health*. 2020;8.
  33. Bezerra TA, Clark CCT, Souza Filho AND, Fortes LDS, Mota JAPS, Duncan MJ, et al. 24-hour movement behaviour and executive function in preschoolers: a

compositional and isotemporal reallocation analysis. *European Journal of Sport Science*. 2020;1-9.

34. Carson V, Rahman AA, Wiebe SA. Associations of subjectively and objectively measured sedentary behavior and physical activity with cognitive development in the early years. *Mental Health and Physical Activity*. 2017;13:1-8.

35. Aadland E, Nilsen AKO, Andersen LB, Rowlands AV, Kvalheim OM. A comparison of analytical approaches to investigate associations for accelerometry-derived physical activity spectra with health and developmental outcomes in children. *Journal of Sports Sciences*. 2020;1-9.

36. Nilsen AK, Anderssen S, Loftesnes J, Johannessen K, Ylvisaaker E, Aadland E. The multivariate physical activity signature associated with fundamental motor skills in preschoolers. *Journal of sports sciences*. 2020;38(3):264-72.

37. Barnett L, Hinkley T, Okely AD, Salmon J. Child, family and environmental correlates of children's motor skill proficiency. *Journal of science and medicine in sport*. 2013;16(4):332-6.

38. Fisher A, Reilly JJ, Kelly LA, Montgomery C, Williamson A, Paton JY, et al. Fundamental movement skills and habitual physical activity in young children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2005;37(4):684-8.

39. Kuzik N, Naylor P-J, Spence JC, Carson V. Movement behaviours and physical, cognitive, and social-emotional development in preschool-aged children: Cross-sectional associations using compositional analyses. *PloS one*. 2020;15(8):e0237945.

40. Quan M, Zhang H, Zhang J, Zhou T, Zhang J, Zhao G, et al. Preschoolers' technology-assessed physical activity and cognitive function: A cross-sectional study. *Journal of clinical medicine*. 2018;7(5):108.

41. Willoughby MT, Wylie AC, Catellier DJ. Testing the association between physical activity and executive function skills in early childhood. *Early Childhood Research Quarterly*. 2018;44:82-9.

42. Cliff DP, McNeill J, Vella SA, Howard SJ, Santos R, Batterham M, et al. Adherence to 24-Hour Movement Guidelines for the Early Years and associations with social-cognitive development among Australian preschool children. *BMC Public Health*. 2017;17(5):857.

43. Logan SW, Webster EK, Getchell N, Pfeiffer KA, Robinson LE. Relationship between fundamental motor skill competence and physical activity during childhood and adolescence: A systematic review. *Kinesiology Review*. 2015;4(4):416-26.

44. Lima RA, Pfeiffer K, Larsen LR, Bugge A, Moller NC, Anderson LB, et al. Physical activity and motor competence present a positive reciprocal longitudinal relationship across childhood and early adolescence. *Journal of Physical activity and Health*. 2017;14(6):440-7.

45. Stodden DF, Goodway JD, Langendorfer SJ, Roberton MA, Rudisill ME, Garcia C, et al. A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. *Quest*. 2008;60(2):290-306.

46. Barela JA. Fundamental motor skill proficiency is necessary for children's motor activity inclusion. *Motriz: Revista de Educação Física*. 2013;19(3):548-51.

47. Seefeldt V. Developmental motor patterns: Implications for elementary school physical education. *Psychology of motor behavior and sport*. 1980;36(6):314-23.

48. Diamond A. Activities and programs that improve children's executive functions. *Current directions in psychological science*. 2012;21(5):335-41.

49. Diamond A, Ling DS. Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that,

despite much hype, do not. *Developmental cognitive neuroscience*. 2016;18:34-48.

50. Cain KL, Sallis JF, Conway TL, Van Dyck D, Calhoun L. Using accelerometers in youth physical activity studies: a review of methods. *Journal of Physical Activity and Health*. 2013;10(3):437-50.

51. Migueles JH, Cadenas-Sanchez C, Ekelund U, Nyström CD, Mora-Gonzalez J, Löff M, et al. Accelerometer data collection and processing criteria to assess physical activity and other outcomes: a systematic review and practical considerations. *Sports medicine*. 2017;47(9):1821-45.

52. Ricardo LIC, da Silva ICM, Martins RC, Wendt A, Gonçalves H, Hallal PRC, et al. Protocol for objective measurement of infants' physical activity using accelerometry. *Medicine and science in sports and exercise*. 2018;50(5):1084.

53. Ricardo LIC, Wendt A, Galliano LM, de Andrade Muller W, Niño Cruz GI, Wehrmeister F, et al. Number of days required to estimate physical activity constructs objectively measured in different age groups: Findings from three Brazilian (Pelotas) population-based birth cohorts. 2020.

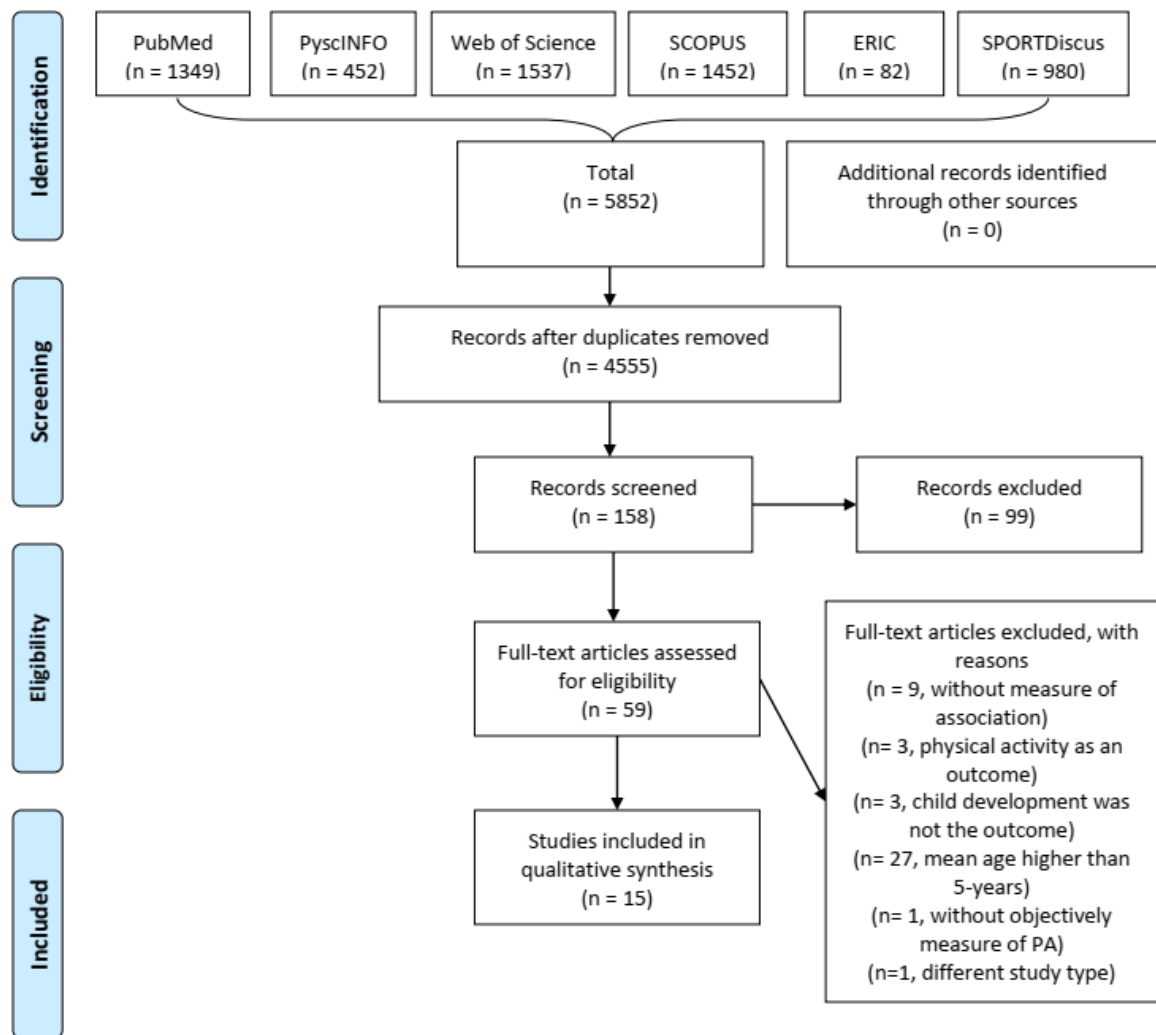
54. Trost SG, Mciver KL, Pate RR. Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2005;37(11):S531-S43.

55. Sasaki J, Coutinho A, Santos C, Bertuol C, Minatto G, Berria J, et al. Orientações para utilização de acelerômetros no Brasil. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*. 2017;22(2):110-26.

56. Pedišić Ž, Bauman A. Accelerometer-based measures in physical activity surveillance: current practices and issues. *British journal of sports medicine*. 2015;49(4):219-23.

57. Van Hees VT, Gorzelniak L, Leon ECD, Eder M, Pias M, Taherian S, et al. Separating movement and gravity components in an acceleration signal and implications for the assessment of human daily physical activity. *PloS one*. 2013;8(4):e61691.

58. World Health Organization. Guidelines on physical activity, sedentary behaviour and sleep for children under 5 years of age: World Health Organization; 2019.



**Figure 1** - PRISMA flow chart of the search strategy and selection process.

**Table 1** - Characteristics of studies included in the review.

Author/country/year	Design	Sample Size	Age (SD); years	Adjusted for covariates	Quality Score (NOS)
Aadland et al./Norway/2020 <sup>35</sup>	Cross-sectional	1081	4.7 (0.9)	No	6
Barnett et al./Australia/2013 <sup>37</sup>	Cross-sectional	76	4.1 (0.7)	Yes	6
Bezerra et al./Brazil/2020 <sup>33</sup>	Cross-sectional	123	4.6 (0.8)	Yes	6
Carson et al./Canada/2017 <sup>34</sup>	Cross-sectional	79	3.6 (0.8)	Yes	6
Carson et al./Canada/2019 <sup>28</sup>	Longitudinal	77	3.7 (0.4)	Yes	7
Cliff et al./Australia/2017 <sup>42</sup>	Cross-sectional	243	4.2 (0.6)	Yes	10
Fisher et al./ Scotland/ 2005 <sup>38</sup>	Cross-sectional	394	4.2 (0.5)	No	4
Hinkley et al./Australia/2017 <sup>29</sup>	Longitudinal	108	4.4 (0.7)	Yes	7
Kuzik et al./Canada/2020 <sup>39</sup>	Cross-sectional	95	4.5 (0.7)	Yes	7
McNeill et al./Australia/2020 <sup>30</sup>	Longitudinal	185	4.2 (0.6)	Yes	6
McNeill et al./Australia/2020 <sup>31</sup>	Longitudinal	185	4.2 (0.6)	Yes	7
Nilsen et al./Norway/2020 <sup>36</sup>	Cross-sectional	1081	4.7 (0.9)	Yes	7
Schmutz et al./Switzerland/2020 <sup>32</sup>	Longitudinal	550	3.9 (0.7)	Yes	7
Quan et al./China/2018 <sup>40</sup>	Cross-sectional	260	4.8 (0.4)	Yes	7
Willoughby et al/USA/2018 <sup>41</sup>	Cross-sectional	85	4.4 (0.7)	Yes	7

**Table 2** - Summary of associations between different intensities of accelerometer measured physical activity and early childhood development.

Outcomes	N° of studies	Positive	Association	
			Null	Negative
<b>Motor skills</b>	6	12	11	1
Light (LPA)	2	0	3	1
Moderate-to-vigorous (MVPA)	5	4	4	0
Moderate (MPA)	0	2	1	0
Vigorous (VPA)	0	2	1	0
Total (TPA)	3	4	2	0
<b>Cognitive and Executive functions</b>	7	4	48	4
Light (LPA)	4	3	13	1
Moderate-to-vigorous (MVPA)	5	0	17	3
Moderate (MPA)	2	0	4	0
Vigorous (VPA)	2	1	3	0
Total (TPA)	3	0	11	0
<b>Social and emotional skills</b>	6	2	27	0
Light (LPA)	3	1	10	0
Moderate-to-vigorous (MVPA)	3	1	10	0
Moderate (MPA)	1	0	1	0
Vigorous (VPA)	1	0	1	0
Total (TPA)	4	0	5	0
<b>Total</b>	15	18	86	5



**Table 3** - Results from the association between physical activity between different domains of development.

Study	Days of use	Placeme nt site	Epoc h (s)	Valid data	Cut-off points	Results
Motor skills						
Aadland et al.(2020) <sup>35</sup>	14	Waist	1	≥4 days with 8h/d	Overall cpm 17 variables (from 0–99, 100–999, 1000–1999, . . . 14000–14999, to ≥ 15000cpm)	Overall PA(cpm): stdβ=0.21(p<0.001)
Barnett et al.(2013) <sup>37</sup>	8	Waist	15	≥4 days (1 wknd) with 50% of their wake time	MVPA: ≥812 counts/15s	MVPA(log)-> Locomotor skills:β= 0.12 (p=0.437) MVPA(log)->Object control skills:β= 0.23 (p=0.114)
Fisher et al. (2005) <sup>38</sup>	6	Waist	60	≥3 days with 9h/d	LPA:1100-3200cpm MVPA:>3200cpm TPA: ≥1100cpm	LPA (%): r=0.02 (p=0.625) MVPA(%): r=0.18 (p<0.001) TPA(cpm): r=0.10 (p=0.039)
Kuzik et al. (2020) <sup>39</sup>	7	Waist	15	≥3 days with 10h/d	LPA:26-419 counts/15s MVPA:≥420 counts/15s	LPA: β=-28.82 (p=0.02) MVPA: β=21.49 (p<0.01)
Nilsen et al. (2020) <sup>36</sup>	14	Waist	1	≥4 days (1 wknd) with 8h/d	LPA:101-2295cpm MPA: 2296-4011 cpm	LPA(min/day)->Locomotor: r=0.05 MPA(min/day)->Locomotor: r=0.20 (p<0.001)

					MVPA: $\geq 2296$ cpm VPA: $\geq 4012$ cpm TPA: total cpm	MVPA(min/day)->Locomotor: $r=0.26$ ( $p<0.001$ ) VPA(min/day)->Locomotor: $r=0.26$ ( $p<0.001$ ) TPA(cpm)-> Locomotor: $r=0.23$ ( $p<0.001$ ) LPA(min/day)->Object control: $r=0.03$ MPA(min/day)->Object control: $r=0.11$ ( $p<0.001$ ) MVPA(min/day)->Object control: $r=0.16$ ( $p<0.001$ ) VPA (min/day)->Object control: $r=0.18$ ( $p<0.001$ ) TPA(cpm)->Object control: $r=0.16$ ( $p<0.001$ ) LPA(min/day)->Balance: $r=-0.01$ MPA (min/day)->Balance: $r=0.03$ MVPA(min/day)->Balance: $r=0.04$ VPA (min/day)->Balance: $r=0.04$ TPA (cpm)->Balance: $r=0.04$
Schmutz et al. (2020) <sup>32</sup>	7	Waist	15	$\geq 10$ h/d	MVPA: $\geq 420$ counts/15s TPA: total cpm	MVPA: $\text{std}\beta=0.03$ TPA: $\text{std}\beta=0.02$ ( $p=0.77$ )
Cognitive and executive functions						
Bezerra et al.(2020) <sup>33</sup>	7	Waist	15	$\geq 3$ days (1 wknd) with 8h/d	LPA: 820-3907 counts MPA: 3908-6111counts	LPA: $\beta=-0.31$ (-0.55; -0.05) ( $p=0.02$ ) MVPA: $\beta=-0.21$ (-0.42; -0.009) ( $p=0.04$ )

					VPA: >6112 counts MVPA: ≥ 3908 counts	
Carson et al.(2017) <sup>34</sup>	7	Waist	15	≥4 days with 6h/d	LPA: 26-419 counts/15s MVPA ≥420 counts/ 15s TPA: ≥26 counts/15s	Working Memory LPA(min/day): $\beta$ =-0.003 (-0.008; 0.003) MVPA(min/day): $\beta$ =0.002 (-0.005; 0.008) TPA(min/day): $\beta$ =-0.001 (-0.005; 0.003) Response Inhibition LPA(min/day): $\beta$ =-0.002 (-0.009; 0.004) MVPA(min/day): $\beta$ =-0.001 (-0.009; 0.007) TPA(min/day): $\beta$ =-0.002 (-0.006; 0.003) Vocabulary LPA(min/day): $\beta$ =0.013 (-0.086; 0.113) MVPA(min/day): $\beta$ =-0.016 (-0.133; 0.101) TPA(min/day): $\beta$ =0.001 (-0.069; 0.071)
Kuzik et al. (2020) <sup>39</sup>	7	Waist	15	≥3 days with 10h/d	LPA:26-419 counts/15s MVPA:≥420 counts/15s	Response Inhibition – LPA: $\beta$ =-0.10 (p=0.61) Response Inhibition – MVPA: $\beta$ =0.08 (p=0.43) Working Memory – LPA: $\beta$ =-0.88 (p=0.24) Working Memory – MVPA: $\beta$ =-0.33 (p=0.37) Vocabulary – LPA: $\beta$ =-4.44 (p=0.41) Vocabulary – MVPA: $\beta$ =2.96 (p=0.25)
McNeill et	7	Waist	15	≥3 days	MVPA: ≥420 counts/15s	Cross-sectional: Physical Activity (≥180 min/d)

al. (2020) <sup>30</sup>					TPA: $\geq 25$ counts/15s	of TPA including $\geq 60$ min/d of MVPA) Not Meeting vs Meeting Visual Spatial Working Memory - Mean difference: -0.17 , 95%CI(-0.52; 0.17) Phonological Working Memory – Mean difference: -0.40, 95%CI(-0.98; 0.18) Shifting – Mean difference: -2.10, 95%CI(-4.65; 0.45) Inhibition – Mean difference: -0.05, 95%CI(-0.24; 0.15)
McNeill et al. (2020) <sup>31</sup>	7	Waist	15	$\geq 3$ days	LPA $\geq 25$ to 419 counts/15s MPA: $\geq 420$ to 841 counts/15s VPA: $\geq 842$ counts/15s MVPA: $\geq 420$ counts/15s TPA: $\geq 25$ counts/15s	Visual spatial working Memory LPA: $\beta = -0.009$ (-0.032; 0.013) MPA: $\beta = -0.007$ (-0.069; 0.056) MVPA: $\beta = 0.012$ (-0.039; 0.063) VPA: $\beta = 0.059$ (-0.055; 0.172) TPA: $\beta = 0.001$ (-0.021; 0.023) Phonological Working Memory: LPA: $\beta = 0.010$ (-0.015; 0.035) MPA: $\beta = -0.020$ (-0.057; 0.017) MVPA: $\beta = -0.016$ (-0.038; 0.007) VPA: $\beta = -0.035$ (-0.083; 0.014)

						TPA: $\beta = -0.003$ (-0.017; 0.012) Inhibition: LPA: $\beta = -0.002$ (-0.007; 0.004) MPA: $\beta = 0.004$ (-0.007; 0.014) MVPA: $\beta = 0.003$ (-0.003; 0.008) VPA: $\beta = 0.005$ (-0.004; 0.014) TPA: $\beta = 0.000$ (-0.002; 0.003) Shifting: LPA: $\beta = -0.071$ (-0.188; 0.047) MPA: $\beta = 0.166$ (-0.027; 0.360) MVPA: $\beta = 0.119$ (-0.001; 0.239) VPA: $\beta = 0.245$ (0.006; 0.485) TPA: $\beta = 0.021$ (-0.061; 0.102)
Quan et al. (2018) <sup>40</sup>	7	Waist	1	$\geq 3$ days (1 wknd) with 8h/d	LPA: 101-1679cpm MVPA: $\geq 1680$ cpm	Verbal Intelligence Quotient LPAboys (min/day): $\text{std}\beta = 0.211$ (0.018; 0.395) LPAgirls (min/day): $\text{std}\beta = -0.023$ (-0.252; 0.203) MVPAboys (min/day): $\text{std}\beta = 0.043$ (-0.150; 0.232) MVPAgirls (min/day): $\text{std}\beta = -0.143$ (-0.414; 0.092) Performance Intelligence Quotient

						LPAboys (min/day): $\text{std}\beta = 0.218(0.007;0.0433)$ LPAgirls (min/day): $\text{std}\beta = 0.027(-0.206;0.261)$ MVPAboys (min/day): $\text{std}\beta = -0.122(-0.335;0.096)$ MVPAGirls (min/day): $\text{std}\beta = 0.097(-0.157;0.363)$ Full Intelligence Quotient LPAboys (min/day): $\text{std}\beta = 0.242(0.048;0.435)$ LPAgirls (min/day): $\text{std}\beta = -0.003(-0.232;0.226)$ MVPAboys (min/day): $\text{std}\beta = -0.051(-0.245;0.146)$ MVPAGirls (min/day): $\text{std}\beta = -0.053(-0.312;0.196)$
Willoughby et al. (2018) <sup>41</sup>	5	Waist	15	$\geq 3$ days with 6h/d	LPA:38-419c/15s MVPA: $\geq 420\text{c}/15\text{s}$	MVPA(%)->EF composite: $\beta = -0.28(-0.50;-0.06)$ MVPA(%)->Inhibitory control: $\beta = -0.25(-0.48;-0.02)$ MVPA(%)->Working memory: $\beta = -0.23(-0.48;0.01)$
Social and emotional skills						
Carson et	7	Waist	15	$\geq 4$ days with 6h/d	LPA: 26-419 counts/15s	LPA(10min/day)-> Express: $\beta = 0.129(-$

al.(2019) <sup>28</sup>					MVPA ≥420 counts/ 15s	0.023;0.282) MVPA(10min/day)-> Express:β=0.069(-0.201;0.338) LPA(10min/day)-> Comply:β=0.001(-0.150;0.151) MVPA(10min/day)-> Comply:β=-0.002(-0.016;0.017) LPA(10min/day)-> Disrupt:β=-0.005(-0.014;0.005) MVPA(10min/day)-> Disrupt:β=-0.002(-0.016;0.017)
Cliff et al.(2017) <sup>42</sup>	7	Waist	15	≥1 day with 6h/d	MVPA: ≥420 counts/15s TPA: ≥25 counts/15 s	Meeting guidelines (active/not active): (≥ 180 min/day of TPA including ≥60 min/day of MVPA) Mean difference between groups for TEC: 1.09 (-0.32; 2.50) Mean difference between groups for ToM: -0.07 (-0.52; 0.37)
Kuzik et al. (2020) <sup>39</sup>	7	Waist	15	≥3 days with 10h/d	LPA:26-419 counts/15s MVPA:≥420 counts/15s	Behaviour Self-Regulation – LPA: β=-0.10(p=0.89) Behaviour Self-Regulation – MVPA: β=-

						<p>0.07(p=0.84)</p> <p>Cognitive Self-Regulation – LPA: <math>\beta=-1.18</math>(p=0.05)</p> <p>Cognitive Self-Regulation – MVPA: <math>\beta=0.52</math> (p=0.07)</p> <p>Emotional Self-Regulation – LPA: <math>\beta=0.89</math> (p=0.28)</p> <p>Emotional Self-Regulation – MVPA: <math>\beta=-0.14</math> (p=0.72)</p> <p>Externalizing – LPA: <math>\beta=-0.71</math>(p=0.36)</p> <p>Externalizing – MVPA: <math>\beta=0.37</math>(p=0.33)</p> <p>Internalizing – LPA: <math>\beta=-0.04</math> (p=0.92)</p> <p>Internalizing – MVPA: <math>\beta=-0.20</math> (p=0.32)</p> <p>Sociability – LPA: <math>\beta=-0.64</math> (p=0.32)</p> <p>Sociability – MVPA: <math>\beta=0.71</math> (p=0.02)</p> <p>Prosocial Behaviour – LPA: <math>\beta=-0.50</math> (p=0.36)</p> <p>Prosocial Behaviour – MVPA: <math>\beta=0.31</math> (p=0.26)</p>
McNeill et al. (2020) <sup>30</sup>	7	Waist	15	≥3 days	<p>MVPA: ≥420 counts/15s</p> <p>TPA: ≥25 counts/15s</p>	<p>Total difficulties – Mean difference: 1.499, 95%CI(-3.598; 6.597)</p>
McNeill et al. (2020) <sup>31</sup>	7	Waist	15	≥3 days	<p>LPA ≥25 to 419counts/15s</p> <p>MPA: ≥420 to 841</p>	<p>Total difficulties - LPA: <math>\beta =0.032</math> (0.206; 0.270)</p> <p>Total difficulties - MPA: <math>\beta =0.283</math> (-0.128;</p>



					counts/15s VPA: $\geq 842$ counts/15s MVPA: $\geq 420$ counts/15s TPA: $\geq 25$ counts/15s	0.693) Total difficulties - MVPA: $\beta = 0.178$ (-0.107; 0.463) Total difficulties - VPA: $\beta = 0.336$ (-0.384; 1.056) Total difficulties - TPA: $\beta = 0.073$ (-0.100; 0.245)
Hinkley et al.(2017) <sup>29</sup>	8	Not reported	15	$\geq 4$ days (1 wknd) with 6h/d	TPA: $>100$ cpm	TPA(min/day): $\beta = -0.02$ (-0.09; 0.05)

LPA: Light physical activity; MPA: Moderate physical activity; VPA: Vigorous physical activity; MVPA: Moderate-to-vigorous physical activity; TPA: Total physical activity; CPM: Count per minute.

ARTIGO ORIGINAL 1

(Publicado no *Journal of Physical Activity and Health*)

---

## **Longitudinal associations between device-measured physical activity and early childhood neurodevelopment**

Otávio Amaral de Andrade Leão - Postgraduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas, Brazil – otavioaaleao@gmail.com

Gregore Iven Mielke - Centre for Research on Exercise, Physical Activity and Health, School of Human Movement and Nutrition Sciences, The University of Queensland, Brisbane, QLD, Australia - g.ivenmielke@uq.edu.au

Pedro Curi Hallal - Postgraduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas, Brazil - prchallal@gmail.com

John Cairney - School of Human Movement and Nutrition Sciences, The University of Queensland, Brisbane, Australia - j.cairney@uq.edu.au

Jorge Mota - Centre of Physical Activity, Health and Leisure, Faculty of Sport Sciences, University of Porto, Porto, Portugal - jmota@fade.up.pt

Marlos Rodrigues Domingues - Postgraduate Program in Physical Education, Federal University of Pelotas, Brazil - marlosufpel@gmail.com

Joseph Murray - Post-graduate Program in Epidemiology and Human Development and Violence Research Centre (DOVE), Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil - j.murray@doveresearch.org

Andréa Dâmaso Bertoldi - Postgraduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas, Brazil - andreadamaso.epi@gmail.com

## ABSTRACT

**Background:** The aim of this study was to investigate longitudinal associations between physical activity and early childhood neurodevelopment. **Methods:** Data from 1673 children from the 2015 Pelotas (Brazil) Birth Cohort study were analyzed. Physical activity was measured using accelerometers on the wrist at ages 1, 2 and 4-years. Neurodevelopment was measured using the Battelle Development Inventory at age 4-years. Linear regression models were used to test trajectories and cumulative associations of physical activity with child neurodevelopment. **Results:** Of the three physical activity trajectories observed, children in the medium ( $\beta=1.17$ , 95%CI=0.25; 2.10) and high ( $\beta=2.22$ , 95%CI=0.61; 3.82) trajectories showed higher neurodevelopment scores than children in the lower activity trajectory. Cumulative analyses shown that, children in the highest tertile of physical activity in all follow-ups presented a mean neurodevelopment score 4.57 (95%CI=2.63; 6.51) higher than children in the lowest tertile in all follow-ups. All analyses showed a dose-response characteristic of association, with higher physical activity indicating higher neurodevelopment scores. **Conclusions:** Physical activity may be an important predictor of neurodevelopment through early childhood.

## Background

In recent years there has been a growth in the evidence about the positive effects of physical activity on child health, including benefits to bone and cardiovascular health, cognition, motor skills, psychological and social well-being<sup>1-6</sup>. Moreover, studies have shown that physical activity during childhood is an important predictor of physical activity levels during adolescence and adulthood, making early childhood an optimal developmental window for interventions<sup>7-9</sup>.

To date, systematic reviews of observational studies have shown that physical activity and participation in sports in early childhood (<5 years) are associated with improved cognitive and language development during childhood<sup>10-12</sup>. Furthermore, meta-analyses of intervention studies that investigated the effects of physical activity on neurodevelopment found that physical activity is likely to improve cognition and meta cognition in youth<sup>13</sup>, and motor skills and cognitive development in preschool children<sup>14</sup>. The potential relationship between physical activity and childhood neurodevelopment has been also supported by clinical experimental studies that measured brain function and microstructures, such as white matter<sup>15,16</sup>.

Despite the potential benefits of physical activity for child neurodevelopment, a major limitation is that most studies assessed physical activity using questionnaires or report from parents/caregivers/teachers<sup>1,11</sup>. This is a limitation because self-report measurement of physical activity in this age-group may be inappropriate, given the intermittent and unstructured characteristics<sup>17-20</sup> of physical activity; thus the true influence of physical activity on neurodevelopment remains unclear.

Device-based measurement of physical activity is particularly suitable and feasible for young children<sup>20-22</sup> because it can capture high resolution and non-

purposeful physical activity<sup>20-24</sup>. However, only a few studies investigated the association between device-measured physical activity and cognitive development in early childhood<sup>12</sup>, and none of these studies were conducted in low-middle-income countries<sup>12</sup>. Moreover, most of these studies were conducted in small samples, were cross-sectional, and used a variety of methods to process and analyze device-measured physical activity.

The use of different cut-off points to classify physical activity intensity, the lack of accelerometer raw estimates to enhance comparability between studies, and the lack of longitudinal studies with large samples limit the understanding of the association between physical activity and child neurodevelopment<sup>3,10-12,14-16</sup>. Therefore, the overall aim of this study was to investigate the longitudinal association of device-measured physical activity and early childhood neurodevelopment in the participants of the 2015 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. The specific aims of this study were to investigate: (1) the individual associations of device-measured physical activity at ages 1, 2 and 4 with child neurodevelopment at 4 years; (2) the association between trajectories of physical activity from age 1 to 4 and neurodevelopment at 4 years; and (3) the potential effect of total device-measured physical activity accumulated from age 1 to 4 years on childhood neurodevelopment at 4 years.

## **METHOD**

### ***Population***

The present study used data of children from the 2015 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. This cohort includes 99% of all hospital-delivered newborn children between 1<sup>st</sup> January and 31<sup>st</sup> December in 2015 in Pelotas, Brazil (N=4275). Participants were invited for further follow-up assessments when the infants were

aged 1, 2 and 4 years. Of the 4275 children in the original cohort, 95.4% were assessed at ages 1, 2 and 4 years. In all interviews, caregivers provided written informed consent. The 2015 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study was approved by the School of Physical Education Ethics Committee from the Federal University of Pelotas (CAAE registration number: 26746414.5.0000.5313). Detailed information on recruitment and the logistics of the 2015 Pelotas (Brazil) Birth Cohort study has been published elsewhere<sup>25,26</sup>. For the present study, the analytic sample was composed of children with accelerometer data at 1, 2 and 4 years and neurodevelopment data at 4 years (n=1673) (Supplementary Figure 1).

### ***Neurodevelopment measure***

Child's neurodevelopment was assessed at age 4 using an adapted version of the Battelle Development Inventory (BDI). The instrument included 66 items which were used to assess five domains of neurodevelopment (personal-social, adaptive, fine and gross motor, communication, cognitive)<sup>27</sup>. Trained interviewers, under the supervision of psychologists specialized in child development, administered the instrument<sup>27,28</sup>. Based on direct observation of children and a structured interviews with caregivers, a total development score ranging from 0 to 132 was generated, with higher values indicating better development. Additional, developmental scores for each sub domain were also calculated. This instrument was found to have good and stable correlations with the Woodcock-Johnson Test of Achievement-Revised<sup>29</sup>, a norm-referenced tool of academic achievement indicating broad knowledge and skills like letter-word identification (mean of correlations =0.74; ranging from 0.40 to 0.94<sup>29</sup>). In the current follow-up, intraclass correlation coefficient (ICC) was calculated to evaluate the consistency between the interviewers' and quality evaluators' scores.

The Personal-social ( $r=0.62$ ), Adaptive ( $r=0.58$ ), and Motor ( $r=0.59$ ) domains showed moderate correlation ( $r=0.50$  to  $0.70$ ). For the Communication ( $r=0.82$ ) and Cognitive ( $r=0.71$ ) domains, a strong intraclass correlation ( $r=0.71$  to  $1.00$ ) was observed. For Battelle's final score, ICC was  $0.70$ , showing moderate correlation.

### ***Physical activity measure***

At 1, 2 and 4 years, children wore an ActiGraph (model wGT3X-BT, ActiGraph, USA), a waterproof device that measures acceleration in three axes (x: forward/backward, y: right/left and z: up/down) within a  $\pm 6\text{ g}$  dynamic range. Accelerometers were set with a sampling frequency at  $60\text{hz}$ , and  $5\text{-s}$  epoch. The device was placed in the left wrist using a disposable bracelet. Wrist placement was chosen based on a previous calibration study in the same sample and the literature, which has shown better compliance and comfort comparing to ankle<sup>19,30</sup>.

In all follow-up assessments, children were instructed to wear the accelerometers during 24 hours, with a minimum of 16 hours of use to be considered a valid day<sup>30</sup>. At 1 and 2-years, children wore the device for 4 and 3 days, respectively. The number of days was chosen based on protocol studies on young children which indicated at least 2 days of use to represent a week of data<sup>30,31</sup>. At 4 years, given the availability of accelerometers, children wore the device for 7, including at least 3 valid days.

Accelerometer data were download and raw data files were extracted using the Actilife 6.1 Software. Raw data were analyzed with R-package GGIR (<http://cran.r-project.org>). Raw acceleration was expressed based on the Euclidian Norm Minus One (ENMO) measure, which summarizes three-dimensional raw data



activity acceleration (from axis x, y and z) ( $ENMO = \sum |\sqrt{x^2 + y^2 + z^2} - 1g|$ ). Data were expressed in milli-g (gravitational equivalent: 1000 mg = 1 g = 9.81 m/s<sup>2</sup>).

Non-wear time detection was estimated based on the standard deviation and value range of each accelerometer axis. Classification of non-wear time was estimated in 15 minutes blocks, based on the characteristics of the 60-minutes window centred in this block. Finally, a block was considered non-wear time if the standard deviation of the 60-minute window was less than 13.0mg and the value range less than 50mg, for at least two of the three accelerometer axis<sup>32</sup>. Non-wear time was imputed with the average values for the same time-of-day of all different days of measure, as in previous studies<sup>33</sup>.

For the purposes of analyses, average acceleration over 24 hours was summarized on 5-s-epochs (expressed in mg)<sup>32</sup>. To allow comparability within and between participants, and given the lack of specific threshold to define physical activity in different intensities, in each follow-up the mean acceleration per valid day of use was calculated.

### ***Trajectories of physical activity***

To explore the associations between different trajectories of physical activity and neurodevelopment, a range of physical activity variables were computed. Initially, average acceleration was categorized in tertiles in each follow up measure. Based on tertiles of acceleration for each follow up assessment, a cumulative physical activity score was created. For this, tertiles of physical activity were scored from 1 (lowest tertile) to 3 (highest tertile) and the cumulative score was created by summing scores (1 to 3) at ages 1, 2 and 4 years. Therefore in the cumulative score, which ranges

from 3 to 9, “3” represents children in the lowest tertile of acceleration in all three follow-ups, whereas “9” includes the children in the highest tertile in all follow-ups.

To identify different patterns of physical activity through early childhood, a group-based trajectory modeling was used with data from 1, 2 and 4 years. This approach identifies groups of individuals following similar trajectories based on finite mixtures approach, providing practical and flexible clusters of individual trajectories. The number and shape of trajectories were based on the best fit of the Bayesian Information Criteria (BIC) and the interpretability of trajectories obtained. Selection of the models were confirmed using the posterior probability of subject’s probability to belong in each trajectory group, for which values of average posterior probabilities in each group were superior to 70%, as recommended <sup>34</sup>.

### ***Covariates***

Information regarding child and maternal characteristics were used as covariates in the study considering their potential influence on both physical activity and neurodevelopment<sup>27,35</sup>. From the perinatal assessment the following variables were used: sex (male, female), maternal education (0-4, 5-8, 9-11, 12+ years of schooling), maternal age (<20, 20-34, ≥35 years), low birthweight (yes, no; based on weight <2500g), pre-term birth (yes, no; based on <37 weeks of gestational age). Maternal physical activity at 1 year was measured using questionnaire and women were classified as active if they reported participation in any kind of physical activity in the past seven days<sup>36</sup>. Also at 1 year, mothers reported if their child played with someone (yes, no) and on who looked after their children, identifying those children who attend center-based childcare (yes, no). Maternal depression at 1 year was measured using the Edinburgh Postnatal Depression Scale (EPDS) <sup>37</sup>. For the

purpose of analysis, a cut-off point of  $\geq 13$  points was used to indicate the presence of at least moderate depression, based on previous validation studies<sup>38</sup>. Child neurodevelopment at 1 year was assessed using the Oxford Neurodevelopmental Assessment Tool (OX-NDA), measuring the domains of language, cognitive, executive, attention, socio emotional reactivity and positive affection<sup>39</sup>.

### ***Statistical analysis***

Description of sample characteristics were performed using proportions and confidence intervals to compare the analytical sample and children from the whole 2015 Cohort. Mean and standard deviations were used to describe the development and physical activity variables according to the covariates. Statistical differences were assessed using t-tests or ANOVA.

Linear regression models were used to test the association of physical activity with BDI scores. First, the association of physical activity from each follow-up (1, 2 and 4-years) and BDI score were tested. Second, the association of trajectories of physical activity from 1 to 4-years were tested. Third, the association of cumulative effects, based on the sum of follow-up tertiles, were tested. For these linear regression models a three step approach was used: Crude, Model I (adjusted for sex, family income, maternal education, maternal age, low birthweight, preterm birth, maternal depression, maternal physical activity, playing with someone and center-based childcare) and Model II (adjusted for all variables included in Model I plus OX-NDA). Model II was used to account for the potential reverse causality in the association between physical activity and neurodevelopment, and there for reinforce the longitudinal associations between these variables. Beta coefficients and confidence intervals were calculated. Sensitivity analyses using the Battelle domains

separately were performed and presented in a Supplementary Table. All assumptions of linear regression models were checked. All statistical analyses were performed using STATA 16.0.

## RESULTS

Of the 4275 children in the original cohort, 1673 (39.1%) had full valid accelerometer data at 1, 2 and 4 years and neurodevelopment data at 4 years and comprised the analytic sample. The analytic sample had 52% of boys, 67% had mothers with more than 9 years of formal education, and 70% had mothers aged 20-34 years. Nearly 10% of children were born pre-term and with low birthweight. In the 1-year follow-up, 15.9% of mothers had high depression scores and 7.2% reported participation in physical activity in the last week. At the same follow-up, only 7.5% of children had no one to play with and only 13.6% attended center-based childcare (Table 1). Overall, the distribution of sociodemographic variables of children and mothers in the analytical sample was similar to the distribution of these variables in the original cohort (Table 1).

The mean number of days with valid accelerometer data was 2, 2 and 7 at ages 1, 2 and 4, respectively. Average daily acceleration was 26.2mg (SD=6.2), 37.0mg (SD=9.4) and 48.2mg (SD=11.3) at ages 1, 2 and 4 years, respectively. Average acceleration at ages 1, 2 and 4 years according to sociodemographic variables is presented in Table 2. Overall, average acceleration was higher for boys than girls at all three follow-up periods. At 2 and 4 years, children from mothers in the lowest categories of formal education had higher average accelerations. No other marked differences in the distribution of acceleration were observed. The acceleration tertiles of each follow-up have the following milli-g averages: 1 year (low:

19.9; medium: 25.9; high: 33.0), 2 years (low: 27.6; medium: 36.1; high: 48.0) and 4 years (low: 36.3; medium: 47.4; high: 60.5) (data not shown in table).

Although, the average acceleration in the sample increased from 1 to 4 years, the magnitude of this increase varied. Based on the best fitted model (Supplementary Table 2) three trajectories of increasing average acceleration were identified (see Figure 1). The first trajectory included children with low average acceleration across all time points and had 35.8% (n=582) of children in the sample. For these children, the average acceleration increased from 22mg at age 1 to 37mg at age 4 years. The second trajectory group included more than half of the sample (52.9%) with a mean acceleration of 27mg in the first year and 51mg at 4 years. The third trajectory group (11.3% of the sample; n=179) included children with a mean acceleration that increased from nearly 31mg to 65mg between the first to the last assessment. Overall, girls were more likely than boys to be in the lowest categories of acceleration in the cumulative and trajectory analyses (Supplementary Table 5). Additionally, children from mothers with higher educational levels were in the lower categories of the cumulative and trajectories variables (Supplementary Table 5).

Mean score of BDI at age 4 years was 113.7 (SD=8.6) for the analytical sample, similar to the whole cohort sample followed at 4 years (113.4, SD=9.0) (Supplementary Table 1). Overall, the highest scores of BDI were for girls, children from the highest quintile of family income, from mothers with 12 or more years of formal education, and younger than 35 years old. BDI scores were slightly lower among children who were born pre-term, children born with low birthweight, from mothers who did not report physical activity and among children who did not attend center-based childcare (Supplementary Table 1).

The crude and adjusted associations of physical activity at ages 1, 2 and 4 years, and trajectories of physical activity with BDI scores are presented in Table 3. In the crude models, children in the highest tertiles of physical activity at ages 1 and 4 years had higher BDI scores than those in the lowest tertiles. The magnitude of these associations increased when the analyses were adjusted for confounding variables and development at age 1 year. In the fully adjusted model, BDI scores at age 4 years were on average 1.67 (95%CI =0.62; 2.71), 0.75 (95%CI=-0.31; 1.82) and 2.09 (95%CI=1.01; 3.17) points higher for those who were in the highest tertiles of physical activity than those in the lowest tertiles of physical activity at ages 1, 2, 4 years, respectively. At all ages, a dose response association between tertiles of physical activity and BDI were observed.

A dose-response association between trajectories of physical activity and BDI scores was observed. Children in the “medium, increasing” and “high, increasing” categories had on average 1.17 (95%CI =0.25; 2.10) and 2.22 (95%CI =0.61; 3.82) higher BDI scores than children in the “low, increasing” category (Table 3).

Children who were in the highest tertiles of physical activity in the three follow-ups had higher scores of BDI ( $\beta=4.57$ , 95%CI =2.63; 6.51) than children in the lowest category in all follow-ups (Figure 2). Overall, the strongest magnitude of associations were observed in the analyses adjusted for variables in Model I. Compared with estimates from Model I, the magnitude of associations were slightly attenuated when the analyses were adjusted for development at age 1y (Model II). Crude and Model I models of adjusted cumulative effect analyses are displayed in Supplementary Table 3.

Sensitivity analyses were performed for each of the five sub-domains of BDI (Supplementary Table 4). Overall, the pattern and direction of association remained similar to the total score, for all domains. At 1 year, children in the highest tertile of acceleration had higher values for all domains than children from the lowest tertile, with the cognitive, communication and personal-social domains presenting overall higher benefits. At 2 years, the overall pattern of association was positive, however, those associations were mostly null. At 4 years, the pattern of association was similar to 1 year, however, stronger associations were observed in the motor domain, for which children in the top tertile had, on average 0.71 (95%CI =0.41; 1.00) higher scores than those in the lowest tertile. Cumulative effect analyses showed that, children in the top tertiles of physical activity present higher development scores for every domain, with a greater magnitude for cognitive and motor domains. Trajectory analyses present a positive pattern across all domains; however, the only significant benefits were observed in higher trajectory of motor ( $\beta=0.78$ , 95%CI=0.36; 1.21) and personal-social ( $\beta=0.59$ , 95% CI=0.17; 1.01) domains, comparing to the lowest trajectory.

## **DISCUSSION**

This study provides evidence on the positive longitudinal associations between device-measured physical activity and childhood neurodevelopment. A positive dose-response association of total physical activity at different ages, trajectories of increasing physical activity and cumulative physical activity with child neurodevelopment was consistent across different domains. Findings of this unique population-based cohort study from Brazil are important because this is the largest study to explore the potential benefits of total physical activity, using device-

measured technology to estimate movement, for child development. This is also the first study to describe trajectories of device-measured physical activity from age 1 to 4 years.

Total physical activity, based on average acceleration, increased around 20 mg from age 1 to 4 years. Additionally, boys were more active than girls in all ages. This sex difference is commonly reported in the literature <sup>40,41</sup>, including in the same city with different ages from the Pelotas Birth Cohorts <sup>42,43</sup>. Despite this expected result, this study shows that this difference does not seem to be influenced by other factors, like parents physical activity and behavior <sup>40</sup>, considering that the observed difference starts at a very young age and persists throughout early childhood.

Overall, previous studies with device-measures found positive associations between physical activity and motor skills <sup>44-47</sup>, whereas null or inconclusive associations were observed for cognitive <sup>46,48-50</sup> and psychosocial development <sup>46,48,49</sup>. Those studies that found null associations were based on cross-sectional or longitudinal designs with short follow-up (one year), and with small samples sizes<sup>46,48-50</sup>, which may not be sufficient to detect meaningful associations with these domains of neurodevelopment. In the present study, those factors were attenuated with an analytical sample size of 1600 children and with different measures through an interval of three years, higher than observed in the literature, improving the current evidence regarding the association of physical activity in children under five years.

Sensitivity analyses revealed no important differences in the association of physical activity with total neurodevelopment score and cognitive, motor, communication, adaptive and personal-social sub-domains. The overall pattern of association remained a positive dose-response relationship, but with varying



magnitude, with higher benefits being observed for motor and cognitive domains sub-domains. These minimal differences according domains may be explained by the use of raw data to explore physical activity, which represent general movement based on body acceleration, rather than a specific intensity or type of physical activity<sup>18,21,51</sup>. Additionally, it may be expected that the association with motor domain were stronger, consider the high correlation between physical activity and motor competence in the early years and their reciprocal relationship across childhood<sup>52,53</sup>.

Other studies using accelerometers, which found null or inconclusive associations with neurodevelopment, used different cut-off points to calculate physical activity intensities<sup>46,48-50</sup>, representing more specific and structures activities, that may influence this association. Considering the characteristic of young children's physical activity, which is sporadic, intermittent and most of the time unstructured, the use of accelerometer raw data enhance the capability to understand the true effects of general movement on neurodevelopment outcomes at this age<sup>17-20</sup>. Additionally, the use of raw data enhances the comparison across studies at this age and with older populations<sup>19,51</sup>.

Longitudinal analyses based on cumulative effects and different trajectories, revealed a positive dose-response pattern, in which children that move more throughout early childhood presented higher neurodevelopment scores at 4-years. Such results provide advances on the potential dose-response relationship with neurodevelopment<sup>11</sup>, that seems to have benefits for other health indicators in young children<sup>1</sup>. Even though the present results cannot be comparable to the present physical activity guidelines for early years, the dose-response pattern observed agree with the World Health Organization statement regarding physical activity - "more is

better”<sup>54</sup>. Additionally, considering that physical activity behavior seems to track over time<sup>7-9</sup>, it is important to stimulate such healthy behavior since birth.

Considering the mechanisms in which physical activity may impact neurodevelopment, it is expected that more physical activity, or acceleration, can improve learning opportunities in the early ages, providing different stimulus to learn. Beyond those learning opportunities, physical activity can increase cerebral blood flow and produce positive adaptations in the central nervous system, enhancing child’s neurodevelopment capacity through early childhood<sup>5,55</sup>. Those biological mechanisms for neurodevelopment only reinforce the importance of physical activity in the early years.

Some of the strengths of this study include: the use of accelerometers to estimate physical activity in this population providing a valid and reliable measure of children behavior. Additionally, the use of raw accelerometer data allows an analysis regardless of cut-off points and specific metrics, improving the capability to measure general movement, enhancing comparability with other studies. Secondly, the availability of data in three follow-ups, with more than 1,500 children from a well-established birth cohort, provides strong evidence on the temporal association between physical activity and child neurodevelopment.

One of the study limitations is the small number of children in longitudinal analyses, when compared to the sample from individual follow-ups. However, the analytical sample size did not differ much from the original cohort and seemed sufficient to test the associations. Despite the benefits of raw accelerometer data, like the ability to assess children intermittent activity and enhance comparison across studies, the unit of measure (mg) is difficult to interpret and cannot provide practical

considerations in terms of duration, frequency, or intensities of activities. Additionally, even though the use of accelerometer placed in the wrist is recommended for children, the output represents the movement from that body site, and cannot represent whole body activity. Finally, the use of two adjusted models was performed to clarify the association of physical activity and neurodevelopment, however, as in most of observational studies, reverse causality cannot be ruled out.

This study provides important insights into the relationships between device-measured physical activity and domains of early neurodevelopment. This study mainly adds to our understanding of the potential clinical meaning of using raw acceleration to describe associations between device-measured physical activity and early neurodevelopment. This is important because, despite the advantages and growing use of raw acceleration data in the scientific literature, little is still known about the quantifiable health effects associated with physical activity measured in units of acceleration. The findings of our study pragmatically suggest that the total accumulation of body movement/physical activity, regardless of the context and how it is accumulated, may be linked to improved early childhood neurodevelopment. However, specific and structured activities such as active play are likely to explain this association. Furthermore, the findings of our study only explored the relationships between device-measured physical activity and domains of neurodevelopment in children 1-4 years old. Thus, future studies should investigate this association at different ages, including late childhood and early adolescence.

The present study indicates that child's physical activity, from 1 to 4 years, has a positive and consistent association with neurodevelopment at 4 years. Additionally, cumulative and trajectory models confirm this pattern, indicating a dose-response

relationship in which more movement throughout early childhood associates with higher neurodevelopment scores. These results provide further evidence, demonstrating that stimulating activities based on movement could contribute to healthy child development across multiple domains.

## References

1. Carson V, Lee E-Y, Hewitt L, et al. Systematic review of the relationships between physical activity and health indicators in the early years (0-4 years). *BMC public health*. 2017;17(5):33-63.
2. Landry BW, Driscoll SW. Physical activity in children and adolescents. *PM&R*. 2012;4(11):826-832.
3. Poitras VJ, Gray CE, Borghese MM, et al. Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2016;41(6):S197-S239.
4. Proudfoot NA, King-Dowling S, Cairney J, Bray SR, MacDonald MJ, Timmons BW. Physical activity and trajectories of cardiovascular health indicators during early childhood. *Pediatrics*. 2019;144(1).
5. Sibley BA, Etnier JL. The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Pediatric exercise science*. 2003;15(3):243-256.
6. Timmons BW, LeBlanc AG, Carson V, et al. Systematic review of physical activity and health in the early years (aged 0–4 years). *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2012;37(4):773-792.

7. Azevedo MR, Menezes AM, Assunção MC, et al. Tracking of physical activity during adolescence: the 1993 Pelotas Birth Cohort, Brazil. *Revista de saude publica.* 2014;48:925-930.
8. Jones RA, Hinkley T, Okely AD, Salmon J. Tracking physical activity and sedentary behavior in childhood: a systematic review. *American journal of preventive medicine.* 2013;44(6):651-658.
9. Kristensen PL, Møller N, Korsholm L, Wedderkopp N, Andersen LB, Froberg K. Tracking of objectively measured physical activity from childhood to adolescence: the European youth heart study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports.* 2008;18(2):171-178.
10. Bidzan-Bluma I, Lipowska M. Physical activity and cognitive functioning of children: a systematic review. *International journal of environmental research and public health.* 2018;15(4):800.
11. Carson V, Hunter S, Kuzik N, et al. Systematic review of physical activity and cognitive development in early childhood. *Journal of science and medicine in sport.* 2016;19(7):573-578.
12. Tandon PS, Tovar A, Jayasuriya AT, et al. The relationship between physical activity and diet and young children's cognitive development: A systematic review. *Preventive medicine reports.* 2016;3:379-390.
13. Alvarez-Bueno C, Pesce C, Cavero-Redondo I, Sanchez-Lopez M, Martínez-Hortelano JA, Martinez-Vizcaino V. The effect of physical activity interventions on children's cognition and metacognition: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry.* 2017;56(9):729-738.
14. Zeng N, Ayyub M, Sun H, Wen X, Xiang P, Gao Z. Effects of physical activity

- on motor skills and cognitive development in early childhood: a systematic review. *BioMed research international*. 2017;2017.
15. Khan NA, Hillman CH. The relation of childhood physical activity and aerobic fitness to brain function and cognition: a review. *Pediatric exercise science*. 2014;26(2):138-146.
  16. Rodriguez-Ayllon M, Derks IP, van den Dries MA, et al. Associations of physical activity and screen time with white matter microstructure in children from the general population. *NeuroImage*. 2020;205:116258.
  17. Bruijns BA, Truelove S, Johnson AM, Gilliland J, Tucker P. Infants' and toddlers' physical activity and sedentary time as measured by accelerometry: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2020;17(1):14.
  18. Cliff DP, Reilly JJ, Okely AD. Methodological considerations in using accelerometers to assess habitual physical activity in children aged 0–5 years. *Journal of science and medicine in sport*. 2009;12(5):557-567.
  19. Migueles JH, Cadenas-Sanchez C, Ekelund U, et al. Accelerometer data collection and processing criteria to assess physical activity and other outcomes: a systematic review and practical considerations. *Sports medicine*. 2017;47(9):1821-1845.
  20. Rowlands AV, Eston RG. The measurement and interpretation of children's physical activity. *Journal of sports science & medicine*. 2007;6(3):270.
  21. Pate RR, O'Neill JR, Mitchell J. Measurement of physical activity in preschool children. *Medicine and science in sports and exercise*. 2010;42(3):508-512.
  22. 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. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2010;17(2):127-139.
23. Johansson E, Larisch L-M, Marcus C, Hagströmer M. Calibration and validation of a wrist-and hip-worn actigraph accelerometer in 4-year-old children. *PLoS One*. 2016;11(9):e0162436.
  24. Van Cauwenberghe E, Gubbels J, De Bourdeaudhuij I, Cardon G. Feasibility and validity of accelerometer measurements to assess physical activity in toddlers. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2011;8(1):1-11.
  25. Bertoldi AD, Barros FC, Hallal PR, et al. Trends and inequalities in maternal and child health in a Brazilian city: methodology and sociodemographic description of four population-based birth cohort studies, 1982–2015. *International journal of epidemiology*. 2019;48(Supplement\_1):i4-i15.
  26. Hallal PC, Bertoldi AD, Domingues MR, et al. Cohort profile: the 2015 Pelotas (Brazil) birth cohort study. *International journal of epidemiology*. 2018;47(4):1048-1048h.
  27. Barros AJ, Matijasevich A, Santos IS, Halpern R. Child development in a birth cohort: effect of child stimulation is stronger in less educated mothers. *International Journal of Epidemiology*. 2010;39(1):285-294.
  28. Newborg J, Stock J, Wnek L, Guidubaldi J, Svinicki A. Battelle Developmental Inventory: Examiner's Manual Allen. TX: *DLMeaching Resources*. 1988.
  29. Behl DD, Akers JF. The use of the Battelle Developmental Inventory in the prediction of later development. *Diagnostique*. 1996;21(4):1-16.
  30. Ricardo LIC, da Silva ICM, Martins RC, et al. Protocol for objective

- measurement of infants' physical activity using accelerometry. *Medicine and science in sports and exercise*. 2018;50(5):1084.
31. Ricardo LIC, Wendt A, Galliano LM, et al. Number of days required to estimate physical activity constructs objectively measured in different age groups: findings from three Brazilian (Pelotas) population-based birth cohorts. *PloS one*. 2020;15(1):e0216017.
  32. van Hees VT, Renström F, Wright A, et al. Estimation of daily energy expenditure in pregnant and non-pregnant women using a wrist-worn tri-axial accelerometer. *PloS one*. 2011;6(7):e22922.
  33. Migueles JH, Rowlands AV, Huber F, Sabia S, van Hees VT. GGIR: a research community–driven open source R package for generating physical activity and sleep outcomes from multi-day raw accelerometer data. *Journal for the Measurement of Physical Behaviour*. 2019;2(3):188-196.
  34. Nagin D. Group-based modeling of development Harvard University Press. Cambridge, Mass. 2005.
  35. Ricardo LIC, da Silva ICM, de Andrade Leão OA, Domingues MR, Wehrmeister FC. Objectively measured physical activity in one-year-old children from a Brazilian cohort: levels, patterns and determinants. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2019;16(1):1-13.
  36. Mielke GI, Crochemore-Silva I, Domingues MR, Silveira MF, Bertoldi AD, Brown WJ. Physical Activity and Sitting Time From 16 to 24 Weeks of Pregnancy to 12, 24, and 48 Months Postpartum: Findings From the 2015 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. *Journal of Physical Activity and Health*. 2021;18(5):587-593.



37. Cox JL, Holden JM, Sagovsky R. Detection of postnatal depression: development of the 10-item Edinburgh Postnatal Depression Scale. *The British journal of psychiatry*. 1987;150(6):782-786.
38. Santos IS, Matijasevich A, Tavares BF, et al. Validation of the Edinburgh Postnatal Depression Scale (EPDS) in a sample of mothers from the 2004 Pelotas Birth Cohort Study. *Cadernos de saude publica*. 2007;23(11):2577-2588.
39. Fernandes M, Stein A, Newton CR, et al. The INTERGROWTH-21 st Project Neurodevelopment Package: a novel method for the multi-dimensional assessment of neurodevelopment in pre-school age children. *PloS one*. 2014;9(11):e113360.
40. Hinkley T, Crawford D, Salmon J, Okely AD, Hesketh K. Preschool children and physical activity: a review of correlates. *American journal of preventive medicine*. 2008;34(5):435-441. e437.
41. Wijtzes AI, Kooijman MN, Kieft-de Jong JC, et al. Correlates of physical activity in 2-year-old toddlers: the generation R study. *The Journal of pediatrics*. 2013;163(3):791-799. e792.
42. da Silva IC, van Hees VT, Ramires VV, et al. Physical activity levels in three Brazilian birth cohorts as assessed with raw triaxial wrist accelerometry. *International journal of epidemiology*. 2014;43(6):1959-1968.
43. Knuth AG, Silva ICM, van Hees VT, et al. Objectively-measured physical activity in children is influenced by social indicators rather than biological lifecourse factors: Evidence from a Brazilian cohort. *Preventive medicine*. 2017;97:40-44.
44. Aadland E, Nilsen AKO, Andersen LB, Rowlands AV, Kvalheim OM. A

- comparison of analytical approaches to investigate associations for accelerometry-derived physical activity spectra with health and developmental outcomes in children. *Journal of Sports Sciences*. 2021;39(4):430-438.
45. Bürgi F, Meyer U, Granacher U, et al. Relationship of physical activity with motor skills, aerobic fitness and body fat in preschool children: a cross-sectional and longitudinal study (Ballabeina). *International journal of obesity*. 2011;35(7):937-944.
  46. Kuzik N, Naylor P-J, Spence JC, Carson V. Movement behaviours and physical, cognitive, and social-emotional development in preschool-aged children: Cross-sectional associations using compositional analyses. *PloS one*. 2020;15(8):e0237945.
  47. Nilsen AK, Anderssen S, Loftesnes J, Johannessen K, Ylvisaaker E, Aadland E. The multivariate physical activity signature associated with fundamental motor skills in preschoolers. *Journal of sports sciences*. 2020;38(3):264-272.
  48. McNeill J, Howard SJ, Vella SA, Cliff DP. Longitudinal associations of physical activity and modified organized sport participation with executive function and psychosocial health in preschoolers. *Journal of Sports Sciences*. 2020;38(24):2858-2865.
  49. McNeill J, Howard SJ, Vella SA, Cliff DP. Compliance with the 24-Hour movement guidelines for the early years: Cross-sectional and longitudinal associations with executive function and psychosocial health in preschool children. *Journal of science and medicine in sport*. 2020;23(9):846-853.
  50. Verswijveren SJ, Wiebe SA, Rahman AA, Kuzik N, Carson V. Longitudinal associations of sedentary time and physical activity duration and patterns with cognitive development in early childhood. *Mental Health and Physical Activity*.

2020;19:100340.

51. Van Hees VT, Gorzelniak L, Leon ECD, et al. Separating movement and gravity components in an acceleration signal and implications for the assessment of human daily physical activity. *PloS one*. 2013;8(4):e61691.
52. Lima RA, Pfeiffer K, Larsen LR, et al. Physical activity and motor competence present a positive reciprocal longitudinal relationship across childhood and early adolescence. *Journal of Physical activity and Health*. 2017;14(6):440-447.
53. Stodden DF, Goodway JD, Langendorfer SJ, et al. A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. *Quest*. 2008;60(2):290-306.
54. World Health Organization. *Guidelines on physical activity, sedentary behaviour and sleep for children under 5 years of age*. World Health Organization; 2019.
55. Leppo ML, Davis D, Crim B. The basics of exercising the mind and body. *Childhood Education*. 2000;76(3):142-147.

Table 2. Maternal and child characteristics according to the study sample, 2015, Pelotas Birth Cohort.

	Analytical sample#		2015 Cohort	
	N (%)	95%CI	N (%)	95%CI
<b>Total</b>	1673 (100.0)		4275 (100.0)	
<b>Sex</b>				
Female	790 (47.2)	44.8; 49.6	2111 (49.4)	47.9; 50.9
Male	883 (52.8)	50.4; 55.2	2164 (50.6)	49.1; 52.1
<b>Maternal Education (years)</b>				
0-4	141 (8.4)	7.2; 9.9	391 (9.2)	8.3; 10.0
5-8	417 (25.0)	22.9; 27.1	1095 (25.6)	24.3; 26.9
9-11	612 (36.6)	34.3; 38.9	1458 (34.1)	32.7; 35.5
12+	502 (30.0)	27.9; 32.3	1330 (31.1)	29.7; 32.5
<b>Maternal Age (years)</b>				
<20	237 (14.2)	12.6; 15.9	623 (14.6)	13.5; 15.7
20-34	1196 (71.5)	69.3; 73.6	3018 (70.6)	69.2; 72.0
≥35	240 (14.3)	12.7; 16.1	633 (14.8)	13.8; 15.9
<b>Low Birthweight</b>				
No	1538 (91.9)	90.5; 93.1	3830 (89.9)	89.0; 90.8
Yes	135 (8.1)	6.8; 9.5	428 (10.1)	9.2; 11.0
<b>Pre-Term Birth</b>				
No	1446 (86.4)	84.7; 88.0	3612 (84.5)	83.4; 85.5
Yes	227 (13.6)	12.0; 15.3	663 (15.5)	14.4; 16.6
<b>Maternal Depression (1y)</b>				
No	1392 (84.1)	82.3; 85.8	3333 (83.9)	82.7; 85.0
Yes	263 (15.9)	14.2; 17.7	639 (16.1)	15.0; 17.3
<b>Maternal physical activity (1y)</b>				
No	1540 (92.8)	91.5; 94.0	3666 (92.0)	91.1; 92.8
Yes	119 (7.2)	6.0; 8.5	317 (8.0)	7.1; 8.8
<b>Play with someone (1y)</b>				
No	126 (7.5)	6.3; 8.9	333 (8.3)	7.5; 9.2
Yes	1547 (92.5)	91.1; 93.6	3685 (91.7)	90.8; 92.5
<b>Center-based childcare (1y)</b>				
No	1445 (86.4)	84.6; 87.9	3546 (88.3)	87.2; 89.2
Yes	228 (13.6)	12.1; 15.3	472 (11.7)	10.8; 12.8

Table 2. Physical activity based on Euclidian Norm Minus One (ENMO) means according to population characteristics, 2015, Pelotas Birth Cohort. (N=1673).

	1 year		2 years		4 years	
	ENMO (mg/day) Mean (SD)	p value	ENMO (mg/day) Mean (SD)	p value	ENMO (mg/day) Mean (SD)	p value
<b>Total</b>	26.2 (6.2)		37.0 (9.4)		48.2 (11.3)	
<b>Sex</b>		<0.001		<0.001		<0.001
Female	25.7 (6.2)		35.7 (8.7)		46.0 (10.2)	
Male	26.7 (6.2)		38.1 (9.9)		50.2 (11.9)	
<b>Family Income (quintiles)<sup>a</sup></b>		0.43		0.44		0.02
1 (lowest)	26.0 (6.1)		37.1 (9.6)		48.1 (11.5)	
2	26.7 (6.3)		37.7 (9.8)		49.7 (11.5)	
3	26.0 (6.9)		36.7 (9.9)		48.0 (11.1)	
4	26.5 (5.9)		36.8 (9.5)		47.0 (11.8)	
5 (highest)	25.9 (6.0)		36.4 (8.1)		48.4 (10.4)	
<b>Maternal Education (years)</b>		0.43		0.001		<0.004
0-4	26.7 (6.3)		39.2 (10.0)		49.9 (11.3)	
5-8	26.5 (6.9)		37.7 (9.6)		48.4 (12.3)	
9-11	26.3 (6.0)		36.8 (9.4)		48.0 (11.5)	
12+	25.9 (5.9)		35.9 (9.0)		47.0 (10.0)	
<b>Maternal Age (years)</b>		0.14		0.99		0.82
<20	27.0 (7.2)		37.0 (9.6)		48.6 (11.6)	
20-34	26.1 (6.1)		37.0 (9.4)		48.1 (11.2)	
≥35	26.3 (6.3)		37.2 (9.4)		48.4 (11.8)	
<b>Low Birthweight</b>		0.54		0.26		0.99
No	26.3 (6.3)		37.1 (9.5)		48.2 (11.4)	
Yes	25.9 (6.0)		36.1 (8.4)		48.2 (10.5)	
<b>Pre-Term Birth</b>		0.69		0.15		0.90
No	26.2 (6.3)		37.1 (9.5)		48.2 (11.3)	
Yes	26.4 (5.7)		36.1 (9.0)		48.3 (11.3)	
<b>Maternal Depression (1y)</b>		0.87		0.76		0.37
No	26.3 (6.3)		36.9 (9.5)		48.3 (11.5)	
Yes	26.2 (6.2)		37.1 (8.8)		47.7 (10.5)	
<b>Maternal physical activity (1y)</b>		0.27		0.03		0.20
No	26.3 (6.3)		36.8 (9.4)		48.1 (11.3)	
Yes	25.6 (5.1)		38.8 (9.9)		49.5 (11.7)	
<b>Play with someone (1y)</b>		0.42		0.95		0.77
No	25.8 (6.2)		36.9 (9.7)		47.9 (10.8)	
Yes	26.3 (6.2)		37.0 (9.4)		48.2 (11.4)	
<b>Center-based childcare (1y)</b>		0.12		0.97		0.17
No	26.3 (6.3)		37.0 (9.5)		48.4 (11.5)	
Yes	25.6 (5.5)		37.0 (9.2)		47.3 (10.0)	

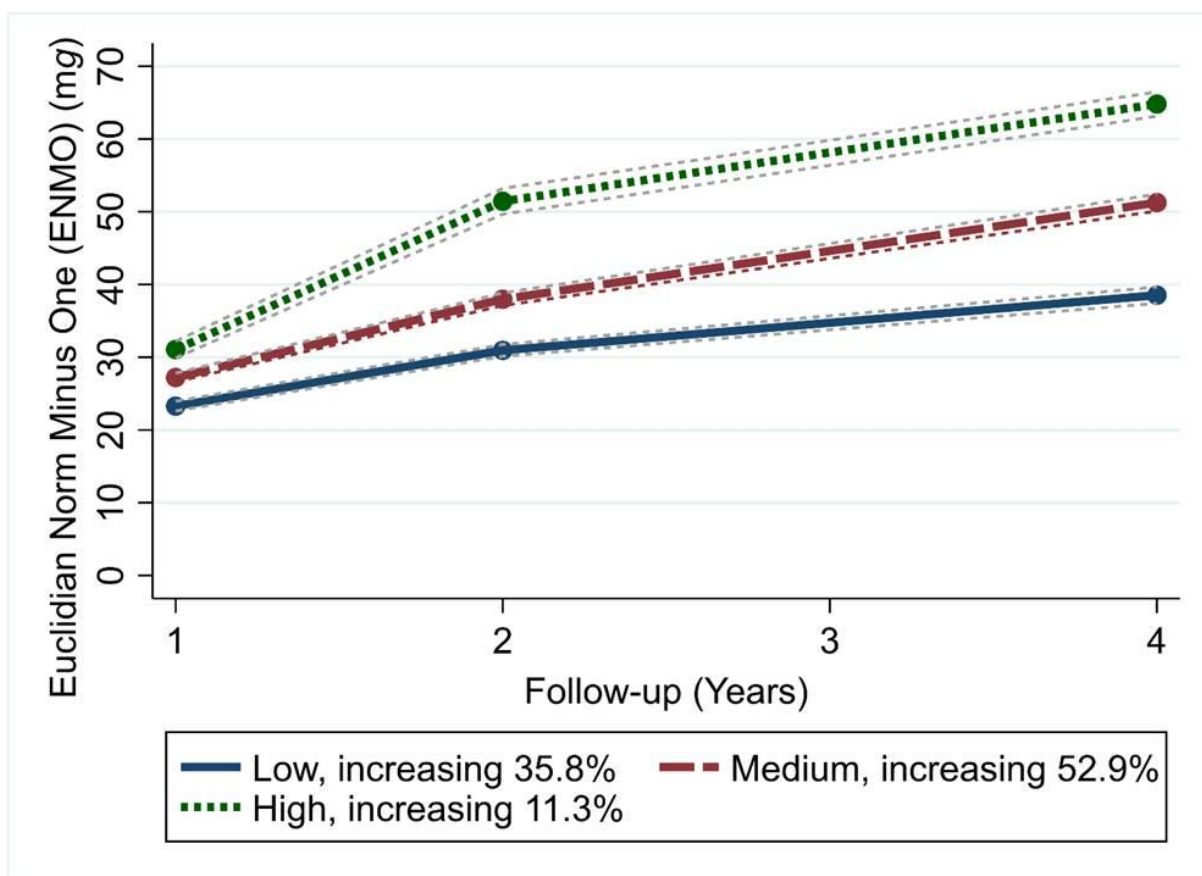


Figure 1. Physical activity, based on Euclidian Norm Minus One (ENMO), trajectories from 1 to 4-years. (N=1673)

Table 3. Crude and adjusted linear models of the association between physical activity (ENMO) and early childhood neurodevelopment. (N=1673)

ENMO	Crude $\beta$ (95%CI)	Model I $\beta$ (95%CI)	Model II $\beta$ (95%CI)
<b>1-year (tertile)</b>			
1 (lowest)	0	0	0
2	0.43 (-0.58; 1.45)	0.82 (-0.16; 1.81)	0.51 (-0.53; 1.56)
3 (highest)	1.31 (0.30; 2.32)	1.86 (0.87; 2.84)	1.67 (0.62; 2.71)
<b>2-years (tertile)</b>			
1 (lowest)	0	0	0
2	0.38 (-0.62; 1.39)	0.44 (-0.53; 1.42)	0.53 (-0.51; 1.58)
3 (highest)	0.54 (-0.48; 1.56)	1.09 (0.08; 2.09)	0.75 (-0.31; 1.82)
<b>4-years (tertile)</b>			
1 (lowest)	0	0	0
2	0.40 (-0.62; 1.42)	0.67 (-0.32; 1.66)	0.43 (-0.62; 1.48)
3 (highest)	1.17 (0.16; 2.19)	1.96 (0.95; 2.96)	2.09 (1.01; 3.17)
<b>Trajectories</b>			
Low, increasing	0	0	0
Medium, increasing	0.71 (-0.17; 1.60)	1.15 (0.29; 2.02)	1.17 (0.25; 2.10)
High, increasing	0.73 (-0.81; 2.27)	2.09 (0.56; 3.62)	2.22 (0.61; 3.82)

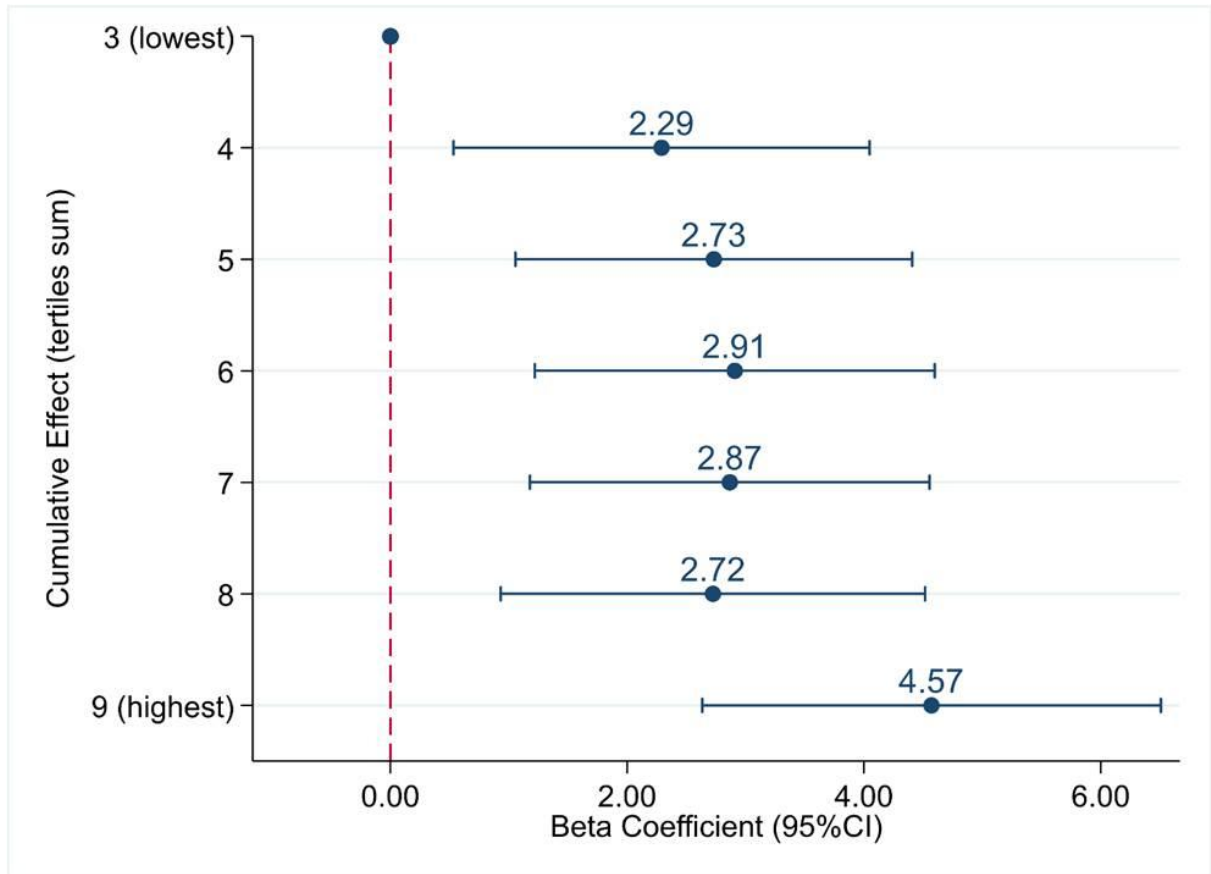


Figure 2. Fully adjusted cumulative effect of physical activity from 1, 2 and 4-years on child neurodevelopment at 4-years. (N=1673)



Supplementary Table 1. Neurodevelopment means at 48 months according to maternal and child characteristics.

	Analytical sample# (N=1673)		2015 Cohort (N=3873)	
	Mean (SD)	p value	Mean (SD)	p value
<b>Total</b>	113.7 (8.6)		113.4 (9.0)	
<b>Sex</b>		<0.001		<0.001
Female	115.2 (9.3)		115.1 (7.5)	
Male	112.2 (7.5)		111.7 (9.9)	
<b>Family Income (quintiles)<sup>a</sup></b>		<0.001		<0.001
1 (lowest)	111.9 (7.9)		111.0 (9.3)	
2	112.8 (8.6)		112.2 (8.7)	
3	113.8 (8.9)		113.4 (9.4)	
4	114.1 (9.1)		114.1 (8.5)	
5 (highest)	116.1 (8.0)		116.2 (8.2)	
<b>Maternal Education (years)</b>		<0.001		<0.001
0-4	111.0 (7.6)		109.8 (9.9)	
5-8	112.2 (8.8)		111.8 (8.8)	
9-11	113.8 (8.8)		113.5 (8.9)	
12+	115.5 (8.2)		115.6 (8.4)	
<b>Maternal Age (years)</b>		0.005		0.001
<20	112.0 (9.1)		112.1 (8.7)	
20-34	113.8 (8.4)		113.6 (8.7)	
≥35	114.4 (9.2)		113.5 (9.8)	
<b>Low Birthweight</b>		0.07		<0.001
No	113.8 (8.6)		113.6 (8.6)	
Yes	112.4 (8.9)		111.5 (10.0)	
<b>Pre-Term Birth</b>		0.04		<0.001
No	113.8 (8.4)		113.6 (8.7)	
Yes	112.5 (9.9)		111.7 (10.2)	
<b>Maternal Depression (1y)</b>		0.31		0.004
No	113.8 (8.8)		113.6 (9.0)	
Yes	113.2 (7.7)		112.5 (8.2)	
<b>Maternal physical activity (1y)</b>		0.0001		<0.001
No	113.5 (8.7)		113.2 (9.0)	
Yes	116.7 (8.5)		116.0 (7.1)	
<b>Play with someone (1y)</b>		0.54		0.11
No	113.2 (8.3)		112.6 (9.4)	
Yes	113.7 (8.7)		113.5 (8.8)	
<b>Center-based childcare (1y)</b>		0.002		<0.001
No	113.4 (8.7)		113.2 (9.0)	

Yes	115.3 (7.8)	115.2 (7.6)
-----	-------------	-------------

#Sample with accelerometer data at 1, 2 and 4 years and development at 4 years.

Supplementary Table 2. Trajectories properties. (N=1673)

Trajectory	N	%	APP	DP	Parameters	$\beta$	EP	Valor-p
Low, increasing	582	35.8	83.7	15.0	Intercept	13.03	1.02	<0.001
					Linear	11.54	1.01	<0.001
					Quadratic	-1.29	0.20	<0.001
Medium, increasing	912	52.9	83.5	13.1	Intercept	13.70	0.87	<0.001
					Linear	14.88	0.91	<0.001
					Quadratic	-1.37	0.17	<0.001
High, increasing	179	11.3	84.3	15.9	Intercept	1.5	2.14	0.47
					Linear	34.07	2.29	<0.001
					Quadratic	-4.56	0.45	<0.001

Supplementary Table 3. Crude and adjusted linear models of the cumulative effect based on the sum of follow-ups tertiles of physical activity. (N=1673)

ENMO	Crude	Model I	Model II
	$\beta$ (95%CI)	$\beta$ (95%CI)	$\beta$ (95%CI)
<b>Cumulative effect</b>			
3 (lowest)	0	0	0
4	1.96 (0.25; 3.67)	2.29 (0.63; 2.95)	2.29 (0.23; 4.05)
5	2.68 (1.06; 4.29)	3.11 (1.54; 4.67)	2.73 (1.05; 4.41)
6	2.69 (1.06; 4.32)	3.19 (1.60; 4.77)	2.91 (1.22; 4.60)
7	2.07 (0.45; 3.69)	2.95 (1.37; 4.53)	2.87 (1.18; 4.55)
8	1.83 (0.12; 3.54)	2.97 (1.30; 4.64)	2.72 (0.93; 4.51)
9 (highest)	3.86 (2.01; 5.71)	5.02 (3.21; 6.84)	4.57 (2.63; 6.51)

Model I: sex, family income, maternal education, maternal age, low birthweight, preterm birth, maternal depression, maternal physical activity, playing with someone and center-based childcare. Model II: Model I + OX-NDA development score at 1 year.

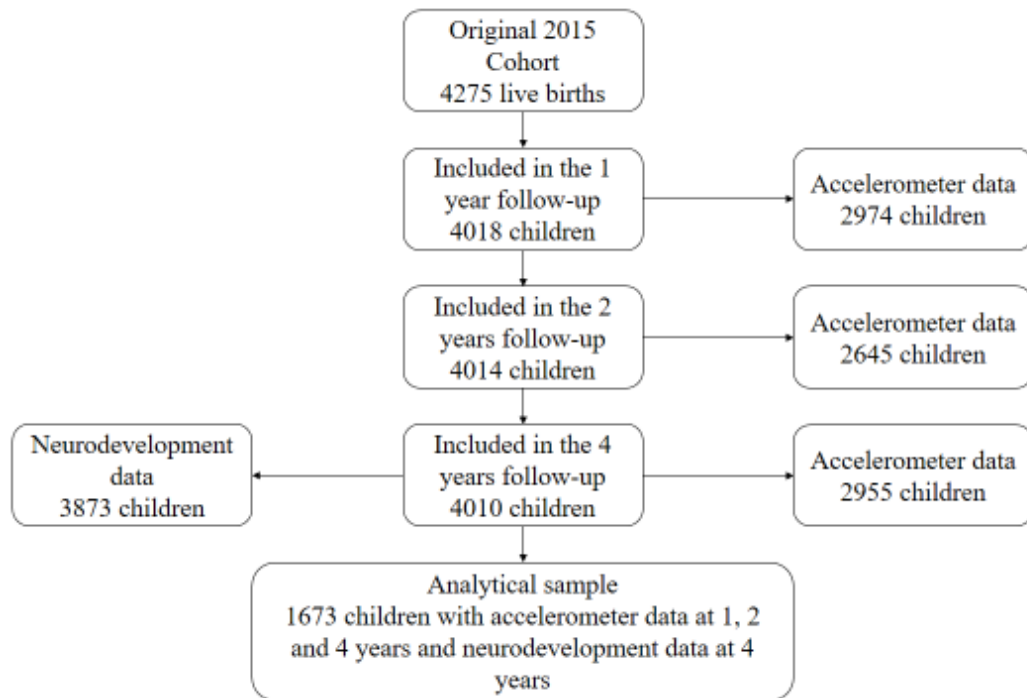
Supplementary Table 4. Fully adjusted association between physical activity (ENMO) and different domains of early childhood neurodevelopment. (N=1673)

	Cognitive	Communication	Motor	Adaptive	Personal-social
ENMO	$\beta$ (95%CI)	$\beta$ (95%CI)	$\beta$ (95%CI)	$\beta$ (95%CI)	$\beta$ (95%CI)
<b>1-year (tertile)</b>					
1 (lowest)	0	0	0	0	0
2	0.02 (-0.30; 0.35)	0.20 (-0.10; 0.51)	0.10 (-0.19; 0.38)	0.11 (-0.11; 0.34)	0.07 (-0.20; 0.35)
3 (highest)	0.35 (0.02; 0.67)	0.37 (0.07; 0.68)	0.30 (0.02; 0.58)	0.29 (0.06; 0.51)	0.36 (0.08; 0.63)
<b>2-years (tertile)</b>					
1 (lowest)	0	0	0	0	0
2	-0.02 (-0.34; 0.30)	-0.02 (-0.32; 0.28)	0.33 (0.04; 0.61)	0.16 (-0.07; 0.39)	0.08 (-0.19; 0.36)
3 (highest)	0.06 (-0.27; 0.39)	0.14 (-0.17; 0.45)	0.25 (-0.03; 0.54)	0.16 (-0.07; 0.40)	0.14 (-0.14; 0.42)
<b>4-years (tertile)</b>					
1 (lowest)	0	0	0	0	0
2	0.19 (-0.13; 0.51)	0.001 (-0.31; 0.31)	0.06 (-0.23; 0.34)	0.04 (-0.19; 0.26)	0.15 (-0.13; 0.42)
3 (highest)	0.45 (0.11; 0.78)	0.19 (-0.12; 0.51)	0.71 (0.41; 1.00)	0.33 (0.09; 0.57)	0.41 (0.13; 0.70)
<b>Cumulative effect</b>					
3 (lowest)	0	0	0	0	0
4	0.66 (0.12; 1.20)	0.45 (-0.05; 0.95)	0.48 (0.01; 0.96)	0.19 (-0.18; 0.57)	0.39 (-0.07; 0.55)
5	0.87 (0.35; 1.38)	0.56 (0.08; 1.04)	0.67 (0.22; 1.12)	0.37 (0.01; 0.73)	0.28 (-0.16; 0.72)
6	0.81 (0.29; 1.33)	0.64 (0.16; 1.12)	0.66 (0.21; 1.11)	0.33 (-0.03; 0.69)	0.30 (-0.14; 0.74)
7	0.60 (0.08; 1.11)	0.41 (-0.07; 0.89)	0.74 (0.29; 1.19)	0.52 (0.17; 0.88)	0.48 (0.04; 0.92)
8	0.79 (0.25; 1.34)	0.61 (0.10; 1.12)	0.55 (0.07; 1.03)	0.30 (-0.08; 0.68)	0.41 (-0.06; 0.88)
9 (highest)	1.03 (0.44; 1.63)	0.70 (0.14; 1.25)	1.38 (0.86; 1.89)	0.63 (0.21; 1.04)	0.85 (0.34; 1.35)
<b>Trajectories</b>					
Low, increasing	0	0	0	0	0
Medium, increasing	0.27 (-0.01; 0.56)	0.11 (-0.15; 0.37)	0.32 (0.08; 0.57)	0.23 (0.03; 0.42)	0.15 (-0.09; 0.39)
High, increasing	0.45 (-0.04; 0.93)	0.28 (-0.17; 0.74)	0.78 (0.36; 1.21)	0.27 (-0.07; 0.61)	0.59 (0.17; 1.01)

Adjusted for: sex, family income, maternal education, maternal age, low birthweight, preterm birth, maternal depression, maternal physical activity, playing with someone, center-based childcare and OX-NDA development score at 1 year.

Supplementary Table 5. Analytical sample characteristics according to trajectories and cumulative effect variables. (N=1673)

	Sex		Maternal Education (years)			
	Girls N (%)	Boys N (%)	0-4 N (%)	5-8 N (%)	9-11 N (%)	12+ N (%)
<b>Trajectory analyses</b>						
Low, increasing	366 (56.3)	284 (43.7)	39 (6.0)	157 (24.2)	249 (38.3)	205 (31.5)
Medium, increasing	439 (44.6)	545 (55.4)	96 (9.8)	228 (23.2)	366 (37.2)	293 (29.8)
High, increasing	43 (26.2)	121 (73.8)	14 (8.5)	62 (37.8)	52 (31.7)	36 (22.0)
<b>Cumulative effect</b>						
3 (lowest)	105 (57.4)	78 (42.6)	10 (5.5)	37 (20.2)	71 (38.8)	65 (35.5)
4	141 (58.3)	101 (41.7)	19 (7.9)	60 (24.8)	87 (35.9)	76 (31.4)
5	166 (51.4)	157 (48.6)	21 (6.5)	82 (25.4)	113 (35.0)	107 (33.1)
6	150 (48.4)	160 (51.6)	28 (9.0)	69 (22.3)	128 (41.3)	85 (27.4)
7	136 (42.2)	186 (57.8)	25 (7.8)	90 (27.9)	120 (37.3)	87 (27.0)
8	90 (37.0)	153 (63.0)	28 (11.5)	58 (24.0)	82 (33.9)	74 (30.6)
9 (highest)	60 (34.3)	115 (65.7)	18 (10.3)	51 (29.1)	66 (37.7)	40 (22.9)



Supplementary Figure 1. Flowchart of data collected on physical activity measure by accelerometer and neurodevelopment at 4-years in the 2015 Pelotas Birth Cohort.

ARTIGO ORIGINAL 2

(Submetido para *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*)

---



## **Cross-sectional and prospective associations between screen time and childhood neurodevelopment in two Brazilian cohorts born 11 years apart**

Otávio Amaral de Andrade Leão<sup>1</sup>, Andréa Dâmaso Bertoldi<sup>1</sup>, Marlos Rodrigues Domingues<sup>2</sup>, Joseph Murray<sup>1</sup>, Iná Silva Santos<sup>1</sup>, Aluisio J D Barros<sup>1</sup>, Alicia Matijasevich<sup>3</sup>, Gregore Iven Mielke<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Postgraduate Program in Epidemiology, Federal University of Pelotas, Pelotas, Brazil;

<sup>2</sup>Postgraduate Program in Physical Education, Federal University of Pelotas, Pelotas, RS, Brazil;

<sup>3</sup>Departamento de Medicina Preventiva, Faculdade de Medicina FMUSP, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil

<sup>4</sup>School of Public Health, The University of Queensland, Brisbane, Queensland, Australia

\*Corresponding author:

Grégore Iven Mielke

The University of Queensland,

School of Public Health

288 Herston Road, Herston QLD 4006, Australia

[g.ivenmielke@uq.edu.au](mailto:g.ivenmielke@uq.edu.au)

## ABSTRACT

**Background:** Despite public health recommendations suggesting that children under five should be limited to spending less than one hour per day on screen time, the impact of total screen time on early childhood neurodevelopment remains unclear. The overall aim of this study was to investigate the associations between different types of screen time from age 2y to 4y and child neurodevelopment at age 4y in two Brazilian cohorts born in 2004 and 2015.

**Methods:** Participants were from the 2004 (N=3,787) and 2015 (N=3,604) Pelotas (Brazil) Birth Cohort Studies, which enrolled all hospital-delivered newborns in the city in 2004 and 2015. Childhood neurodevelopment was assessed at age 4-years using the Battelle Development Inventory. Time children spent on multiple screen devices was reported by their guardians at ages 2 and 4y. Linear regression models were used to investigate the association of: (i) time spent on television at 2 and 4-years; (ii) time spent on other screens at age 4-years; and (iii) total screen time at 4-years (television + other screens) with childhood neurodevelopment at age 4-years.

**Results:** Total screen time at 4-years rose from 3.4 (SD: 2.4) hours for 2004 children to 4.4 (SD: 2.9) hours for 2015. Overall, no associations between multiple indicators of screen time and child neurodevelopment were observed. The magnitude of associations, when observed, were very small. Television time at 2-years was negatively associated with neurodevelopment at age 4y only in the cohort born in 2015 ( $\beta=-0.30$ , 95%CI=-0.55;-0.05). Conversely, television time ( $\beta=0.17$ , 95%CI=0.07, 0.26) and total

screen time ( $\beta=0.22$ , 95%CI= 0.13, 0.31) at age 4y were associated with higher scores of neurodevelopment at age 4y in the cohort born in 2004.

**Conclusions:** Findings of this study suggest that the *amount* of time spent on screen devices might not be associated with neurodevelopment of children under 5 years of age. The small magnitude of associations, besides inconsistencies in the direction of associations observed across two large cohorts from the same city born 11 years apart, indicate that the associations between time spent on screen and childhood neurodevelopment may not be causal.

**Keywords:** Child Development; Screen Time; Cohort Studies; Child Behavior.

## BACKGROUND

Early childhood neurodevelopment is critical to health and social outcomes across the lifespan.<sup>1</sup> Early experiences with caregivers, interactions with siblings, and learning new activities affect growth and health, and also influence specific traits of neurodevelopment, such as cognitive, motor and language skills, with long term implications for education, employment, health and other life-course outcomes.<sup>2</sup>

Screen use has become a major part of young children's life in the modern world. Data from population based studies indicate high amounts of screen time among children. Besides, recent studies have shown that access to technologies such as smartphones and tablets is nearly universal in middle and high-income settings<sup>3-6</sup>, presenting a major change of patterns of screen devices used among children<sup>5</sup>. For example, data from Thailand have shown that two-years old children born between 2012 and 2014, spent a median of 5 hours per day on screen media devices <sup>7</sup>. In Australia in 2015, 4-year children spent approximately 2 hours per day on electronic media use, such as program viewing on devices like TV/DVD, applications/electronic games on portable handheld devices (e.g. tablet, smartphone) or non-active console games, like Playstation or Xbox <sup>8</sup>. Furthermore, a study that objectively measured time on smartphones and tablets in 2018-2019 has shown that children age 3 to 5-years spent about 2 hours per day in different devices <sup>9</sup>. However, despite empirical knowledge suggesting there has been a substantial increase in time children spend on screen devices over the past few decades, evidence on time trends in children under five is lacking.<sup>5</sup>

Current public health recommendation of the World Health Organization suggest that children under five years should be limited to one hour per day of screen time <sup>10</sup>. This premise is based on existing evidence which indicates that screen time have a negative impact on child health outcomes, such as adiposity, depressive symptoms, and development outcomes like motor and cognitive skills. <sup>6, 11</sup> However, the systematic review of reviews on the effects of screen time on health of children that provides evidence-based for the WHO guidelines, suggests there is weak evidence that the *total time* spent on screen, especially television, is associated with cognition development and educational attainments.<sup>6</sup> Accordingly, both the Canadian Paediatric Society <sup>12</sup> and the recent WHO recommendations for children under 5-years <sup>10</sup>, states that the evidence on the impact of screen time on neurodevelopment remains limited and based on very low quality studies. Such quality of evidence is based mostly on cross-sectional and small intervention studies conducted in high income countries, which limits conclusions regarding directionality and pattern of associations over time <sup>11</sup>.

Given the limited number of studies and the low quality of evidence on the relationships between screen time and neurodevelopment of child under five years of age, it becomes apparent the need to investigate further whether time children spent in different screen devices may be deleterious to early childhood neurodevelopment.<sup>6</sup> Repeated population-based studies like the Pelotas (Brazil) Birth Cohorts <sup>13, 14</sup> provide a window of opportunities to investigate temporal trends in screen time, and understand the intricate relationships between screen time, child neurodevelopment and contextual factors, such as societal norms and economic development. Such methodology improves the capability to compare different confounding structures according to the

population characteristics, allowing enhanced interpretation of the findings. Also, given that evidence from observational studies are susceptible to bias, investigating the association between screen time and childhood neurodevelopment in two large population-based cohorts born 11 year apart provides an opportunity to improve knowledge about the potential effects of screen time on child neurodevelopment.

Therefore, the overall aim of this study was to investigate the associations between time spent on different types of screen devices at ages 2 and 4y and child neurodevelopment at age 4-years in two large birth cohorts from Brazil recruited 11 years apart. The specific aims were to: 1) describe time spent on screen devices in 2 and 4-years old children born in 2004 and 2015; 2) compare the associations of screen time with child neurodevelopment between two cohorts from the same city but recruited in distinct sociodemographic contexts. We hypothesize the associations between time spent on screen time and neurodevelopment of children under five, if are clinically meaningful and causal, are expected to be consistently observed in both cohort studies.

## **METHODS**

### *Study population*

This study used data from the 2004 and 2015 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Studies. These Cohorts recruited all hospital-delivered newborns between 1 January and 31 December of 2004 (N=4,231) and 2015 (N=4,275) in Pelotas, Brazil. In both cohorts similar protocols for recruitment and measurement of participants were used.<sup>15</sup> Pelotas is a medium size city located in the extreme south of Brazil which has

undergone significant changes in terms of social, economic and health characteristics of its population over the past decades <sup>15</sup>.

In the present study, data of children and guardian who provided information during the perinatal and the follow-ups at 2y and 4y of children were used. For the 2004 cohort, the 2 and 4-years old follow-up rates were 93.5% and 92%, respectively, and home-based data collection was carried out.<sup>14, 16</sup> In the 2015 cohort, children were evaluated at a research clinic for the 2 and 4-year old follow-up. The follow-up rate was similar at both ages – 95.4%. In all interviews, participants provided written informed consent. All study protocols were approved by the Research Ethics Committees from the Federal University of Pelotas (CAAE registration number: 26746414.5.0000.5313 & 4.06.01.116) Detailed methodological information about each cohort has been published elsewhere.<sup>13, 14, 16</sup>

For the purposes of analyses, only children with screen time and neurodevelopment were included in the paper. Supplementary Figure 1 shows the number of children enrolled at birth, 2 and 4-years, and the number included in the analyses, which were 3787 children for 2004 and 3604 for 2015 Cohort (eFigure1).

### *Child neurodevelopment*

Neurodevelopment of children at age 4y was measured using the screening version of the Battelle Development Inventory (BDI). This screening tool included direct observation of children while they performed a set of activities, and information about children behaviour provided by their caregivers. The original version of this standardized tool includes 96 items and has been widely used to assess neurodevelopment across

domains (personal-social, adaptative, fine and gross motor, communication and cognitive) in children under 8-years.<sup>17</sup> Previous research has shown that BDI has good validity to predict later neurodevelopment scores, especially for children of 3-years or older.<sup>18</sup> An adapted version of the original scale which included 66 items (0 to 5-years) was used to assess child neurodevelopment in the 4-years follow-up of both cohorts. The scores of each domain were used to generate a total score of neurodevelopment, which ranged from 0 to 132, with higher scores indicating higher neurodevelopment. Twelve children (nine in the 2004 and three in the 2015 cohort) with score lower than 50 were excluded of the analyses due to presence of severe mental deficit or invalid data. All the assessments were conducted by research assistants who were trained and supervised by psychologists specialized in child development.<sup>13, 19</sup>

### *Screen Time*

At ages 2 and 4-years the mother or caregiver reported how much time on a regular day their child spent watching TV in the morning, in the afternoon and evenings. Due to a programming error in the questionnaire, during the 2-years follow-up in the 2015 cohort, information on TV time was not collected among children that were born between January and June. Therefore, the analytical sample for the analyses that included TV time at 2-years for the 2015 cohort included 1,262 children. Sensitivity analyses were conducted and showed that participants with missing information for TV time at age 2-years did not differ from the original cohort in terms of sociodemographic and outcome variables (data not shown). Questions related to the average time that the child spent using videogames and computers during the past six months were collected at age 4-years, using similar instruments in both cohorts. To encompass the relevant



technologies at the time of follow-up, questionnaires used in the 2015 cohort also included items on time spent on tablets/iPad and smartphones on a regular day. All the questionnaires are available online ([www.epidemio-ufpel.org.br](http://www.epidemio-ufpel.org.br)) or can be requested from the corresponding author.

For the present study, five screen time variables were generated: a) total TV time at 2-years; b) total TV time at 4-years; c) changes in total TV time from age 2 to 4-years; d) Use of other screens at 4-years; e) Total screen time at 4-years (TV time + others screens).

### *Covariates*

The following variables were measured in the perinatal study: sex (female/male), maternal age ( $\leq 20$ , 21-34 and  $\geq 35$ ), family income at birth (quintiles), maternal education (0-4, 5-8, 9-11 and 12+ years of schooling). Maternal depression was assessed using the Edinburgh Postnatal Depression Scale (EPDS),<sup>20</sup> at 2-years. A cut-off point of  $\geq 13$  points was used, indicating presence of at least moderate depression.<sup>21</sup> Stimulation and center-based childcare attendance were measured at age 2-year in both cohorts. Center-based childcare was coded positively if the child attended childcare at some point before the 2-year follow-up (yes, no). A stimulation score, from 0 to 4 points, was generated based on the sum of four activities: a) if anyone read or told stories to their child (yes, no); b) if the child visited the house of other people in the past week (yes, no); c) if the child went to the park in the last week (yes, no); d) if the child has some story books at home (yes, no).<sup>19</sup>

### *Statistical analysis*

Mean, standard deviation and proportions were used to describe sociodemographic variables in both cohorts. BDI score and average screen time were described according to sociodemographic variables in each cohort. Student's t-test and Analysis of variance (ANOVA) were used to explore the associations of sociodemographic characteristics with the five exposure variables (aforementioned under 'screen time') and the outcome (child neurodevelopment) in each cohort. The associations between screen time variables and child neurodevelopment were investigated using unadjusted and multivariable linear regression models. To explore the potential role of different confounders of the association, two difference models were used: Model 1: included age, sex, family income, maternal age and education; Model 2: included all variables of Model 1 plus maternal depression, stimulation and childcare attendance. Model 2 was included to adjust for variables that are related to child stimulation and improve better understanding of different confounding structures. Regression models included fractional polynomial terms to account for the potential non-linearity of the association between screen time and child neurodevelopment. However, the final models did not include fractional polynomial terms due to lack of evidence of non-linear associations. Assumptions for regression analyses were checked using residual and leverage versus-residual-squared plots. Unstandardized coefficients were presented. Thus, a coefficient from the linear regression of 1 indicates that the average BDI score is on average 1 point higher for each hour of screen time. To add interpretation of the analyses, predictive margins based on the linear regressions were used to describe the predicted scores of neurodevelopment for each level of screen time. All statistical procedures were conducted using STATA 16.0. Statistical significance was set at 5%, and 95% confidence intervals are provided.

## Results

In general, there were no differences in terms of sociodemographic and health characteristics between the analytical sample and the original sample recruited in each cohort. Mean age at the 4-year follow-up was 4.1 (SD=0.15) years in 2004 cohort and 3.8 (SD=0.21) in 2015. Table 1 shows characteristics of children and mothers/caregivers in each cohort. Similar proportion of boys and girls were included in both cohorts. Mean family income was 3.2 (SD=4.4) minimum wages in 2004 and 3.9 (SD=5.5) in 2015. The proportion of women with 12+ years of education rose from 10% in 2004 to 30% in 2015. In both cohorts, women were mostly 20-34 years old and 16% had depression symptoms. For the 2004 cohort, only 15% of children were in external childcare at age 2y; this proportion was twice higher in 2015. More than half of children from both cohorts had a stimulation score of 3 or more. About 70% of children were white (data not shown in tables).

Description of the screen time variables of each cohort are presented in Figure 1. The 2015 Cohort presented higher means of screen time for all measures, except for TV at 4-years (Figure 1). Mean screen time in hours was: TV 2-years (2004=1.8, SD=1.7; 2015=2.4, SD=1.9), TV 4-years (2004=3.3, SD=2.2; 2015=2.8, SD=2.1), other screens 4-years (2004=0.3, SD=0.7; 2015=2.1, SD=1.9), total time 4-years (2004=3.4, SD=2.4; 2015=4.4, SD=2.9).

Table 2 shows the mean scores of child neurodevelopment and total screen time according to sociodemographic characteristics in each cohort. Total screen time was higher in boys than in girls. Children in low income families had the highest mean screen

time in the 2015 cohort, but not in the 2004. High maternal education was associated with high total screen time in the 2004 cohort and with low total screen time in 2015. Young mothers had children with higher average screen time use in both cohorts. Only in the 2015 cohort, mothers with depressive symptoms had children with higher mean screen time than mothers without depressive symptoms. Less stimulated children in the 2015 Cohort and those that did not attend center-based childcare in both cohorts, were also exposed to more screen time. In general, other screen time variables (TV 2-years, TV 4-years and other screens 4-years) presented a similar pattern of distribution according to child and maternal characteristics (eTable1).

The 2004 Cohort children had a mean neurodevelopment score of 118.6 (SD=7.2), and the mean of the 2015 Cohort was 113.4 (SD=8.7). As reported in Table 2, higher average neurodevelopment scores were observed for girls, children with higher family income, those with more educated and older mothers, children of mothers without depression, those with higher stimulation scores and children in external childcare.

Associations between different types of screen time and child neurodevelopment scores are presented in Table 3. TV time at age 2-years was associated with a lower neurodevelopment score in the 2015 cohort ( $\beta=-0.30$ ; 95%CI =-0.55, -0.05). For the children of the 2004 cohort, change in TV from age 2 to 4y, TV time at 4y and total screen time at 4y were associated with higher child neurodevelopment scores, even after adjustment for confounders (e.g.  $\beta=0.22$ ; 95%CI =0.13, 0.31 - for total screen time). Conversely, in the 2015 cohort, TV time at 2y were the only screen time variable associated with lower scores of neurodevelopment ( $\beta=-0.30$ ; 95%CI=-0.55,-0.05). As observed in Figure 2, which is used to demonstrate the predictive scores of

neurodevelopment for different levels of screen time, the associations between screen time and neurodevelopment were of small magnitude.

## **DISCUSSION**

The present study investigated the association between time spent in different types of screen devices and child neurodevelopment in two large and comparable birth cohorts in Brazil, established 11-years apart. Across these two studies, the pattern of child screen time exposure markedly changed in children born in 2004 to 2015; there was a major increase in use of screen time, especially due screen-based devices other than television. TV watching at age 2-years was associated with lower child neurodevelopment scores at age 4 in the 2015 Cohort. However, screen time use (both television and total time) at age 4 were positively associated with child neurodevelopment in 2004. Although these associations were statistically significant, the magnitude of all the associations were very small.

Total screen time at 4-years was 3.4 hours/day for 2004 Cohort and 4.4 hours/day for 2015. Other studies found daily averages between 2 and 5 hours<sup>5, 7, 11, 22, 23</sup>. Even though it was found some similar results in the present study, these averages in the literature vary by age, country, year of study and devices measured, and all are higher than the current guidelines<sup>10</sup>. The marked increase in screen time between children born in 2004 and 2015 in Pelotas was not observed in previous studies. Among American children, Rideout et al. found the overall amount of screen media use was stable at nearly two hours from 2011 to 2017<sup>5</sup>. However, this comparison was made across six years. The increase in screen time observed in our study might be explained

by the raise in two hours in the use of other (non-TV) screens, such as video games, computers, tablets and smartphones from the 2004 to the 2015 Cohort. It is likely that the enormous growth in access to new technologies, such as tablets and smartphones, contributed to the increase in time spent on screen based devices in children in many populations.<sup>3-6</sup> In 2017, one representative study with children in the United States, showed that 95% had at least one smartphone in their homes, and 78% at least one tablet.<sup>5</sup>, reflecting a nearly universal access in those settings.

Devices such as computer and videogames represented about 10% of the total time spent on screens for children of the 2004 Cohort at 4-years, whereas, this represented almost the half of the total screen time for the 2015 Cohort (also considering tablets/iPads and smartphones). A similar pattern was observed in the United States, where mobile devices represented 4% of time spent on screens in 2011, but in 2017 this value had increased to 35%.<sup>5</sup>

Several studies of the impact of screen time have reported associations with poorer performance on neurodevelopmental screening tests.<sup>6, 7, 11, 24-28</sup> However, a review of reviews showed weak evidence that screen time negatively impacts on cognitive development or is associated with poorer educational attainment.<sup>6</sup> Despite the statistical significant findings observed in the present study, the small magnitude of associations that were observed in our study have also been observed in previous studies<sup>7, 11, 24, 26-28</sup>. Based on the predictive models used in our study, and based on the strongest magnitude of negative association observed in the regression models, children exposed to screen based devices for 10 hours a day would be expected a neurodevelopmental score on average 3 points lower than their counterparts, which

equates to approximately one third of the standard deviation of the BDI score observed in this sample. Considering the largest mean screen time was 4.4 hours for the 2015 cohort, and the magnitudes of association were in general much smaller than the example, it is expected very small changes in mean neurodevelopment scores due to screen time exposure.

Findings from the present study should be interpreted beyond the p-value and statistical significance of associations. As demonstrated, the magnitude of the associations, besides the distribution of screen time in this sample, may not be capable to clinically influence neurodevelopment of children at age 4y. Hence, our findings suggest that recommendation on screen time for paediatric populations should focus on other aspects of screen time rather than the *amount* of screen time.

The potential biological mechanism of the relationship between screen time and child neurodevelopment are still unclear. A recent study investigating the effects of screen time on white matter microstructure of 10-year-olds, a brain structure that may be associated with cognitive function and learning <sup>29</sup>, found that playing computer games and watching television did not alter the structure of these brain-health indicators.<sup>30</sup> These findings may provide possible explanations for the overall lack of associations between multiple indicators of screen time and child neurodevelopment observed in our study. More epidemiological and mechanistic studies are still needed to investigate further the potential relationships between screen time and neurodevelopment.

One important factor that may moderate the association between screen time and child neurodevelopment is the content.<sup>11, 24, 26, 27</sup> This has been demonstrated in

previous studies which found that passive screen time was associated with worse psychological, health and educational outcomes, whereas educational screen time and interactive screen time were associated with higher education-related outcomes.<sup>27</sup> One example of the influence of type of screen can be found in the language domain, where background television was negatively associated with language skills, but educational programs had positive effects.<sup>24</sup> Such moderation factors by types of screen use may have influenced the different patterns of associations observed in the two cohorts of the present study. However, due to lack of data on type or content such possibilities cannot be tested.

In 2019, the World Health Organization stated their recommendations for physical activity, sleep and sedentary time, which included screen time, in children under five years. For children of less than 1-year, they did not recommend any screen time; meanwhile, for 1 to 4-years they recommend no more than 1 hour a day, and less is better.<sup>10</sup> As the report states, these recommendations are strong, but were based on very low quality of evidence. The findings from two well-established large birth cohorts do not support the current public health recommendations only based on the amount of screen time for children under five years. For total screen time, one additional hour per day was negatively associated with neurodevelopment only in the 2015 Cohort, but with a very small magnitude ( $\beta=-0.02$ ), which, in average, would change the mean neurodevelopment of 113.4 to 113.2. Another recent study, that evaluate the association of the current recommendations of screen time with cognitive and psychosocial health in children about 4-years, did not find difference between meeting or not the recommendation of less than 1-hour per day of screen time, both in cross-sectional or



longitudinal analyses.<sup>8</sup> These results should be used to enhance the quality of the current evidence and inform parents and caregivers about the effects of screen time over their child neurodevelopment.

The present study had important strengths. Firstly, the comparison between two well-matched birth cohorts in a middle-income country allows analysis of patterns of change in several aspects of family life across a decade. Secondly, the use of data at 2 and 4-years provides a longitudinal opportunity to better understand screen time exposure and its association with neurodevelopment. Third, the assessment of TV viewing and use of other screens, such as those of computers, videogames, tablets and smartphones provides a better understanding of the association of screen use and child neurodevelopment across devices, than simple TV viewing alone. The study also had some limitations. For TV viewing at 2-years, about 50% of the data were missing in the 2015 cohort, which may affect the present findings. Measures of the content to what children were exposed on screens, or co-viewing characteristics were not available, which may be important modifiers of this association<sup>31</sup>. Additionally, residual confounding due to parenting behaviors, primary caregiver and frequency of stimulation cannot be ruled out.

## **CONCLUSION**

Screen time represents an important part of children's life in this modern era and has changed over the past decades. Despite public health recommendations suggesting that children under five should be limited to spending less than one hour per day on screen time, findings of this study suggest that the *amount* of time spent on screen

devices might not be associated with neurodevelopment of children under 5 years of age. The small magnitude of associations, besides inconsistencies in the direction of associations observed across two large cohorts from the same city born 11 years apart, indicate that the associations between time spent on screen and childhood neurodevelopment may not be causal.

## References

1. Nelson CA. The neurobiological bases of early intervention. 2000.
2. Sameroff A. The transactional model: American Psychological Association; 2009.
3. Ashton JJ, Beattie RM. Screen time in children and adolescents: is there evidence to guide parents and policy? *The Lancet Child & Adolescent Health*. 2019;3(5):292-4.
4. Kabali HK, Irigoyen MM, Nunez-Davis R, Budacki JG, Mohanty SH, Leister KP, et al. Exposure and use of mobile media devices by young children. *Pediatrics*. 2015;136(6):1044-50.
5. Rideout V. The Common Sense census: Media use by kids age zero to eight. San Francisco, CA: Common Sense Media. 2017:263-83.
6. Stiglic N, Viner RM. Effects of screentime on the health and well-being of children and adolescents: a systematic review of reviews. *BMJ open*. 2019;9(1).
7. Supanitayanon S, Trairatvorakul P, Chonchaiya W. Screen media exposure in the first 2 years of life and preschool cognitive development: a longitudinal study. *Pediatric Research*. 2020:1-9.
8. McNeill J, Howard SJ, Vella SA, Cliff DP. Compliance with the 24-Hour movement guidelines for the early years: Cross-sectional and longitudinal associations with executive function and psychosocial health in preschool children. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2020.
9. Radesky JS, Weeks HM, Ball R, Schaller A, Yeo S, Durnez J, et al. Young children's use of smartphones and tablets. *Pediatrics*. 2020.
10. Organization WH. Guidelines on physical activity, sedentary behaviour and sleep for children under 5 years of age. 2019. 2019.
11. Madigan S, Browne D, Racine N, Mori C, Tough S. Association between screen time and children's performance on a developmental screening test. *JAMA pediatrics*. 2019;173(3):244-50.
12. Society CP. Screen time and young children: promoting health and development in a digital world. Oxford University Press US; 2017.
13. Hallal PC, Bertoldi AD, Domingues MR, da Silveira MF, Demarco FF, da Silva ICM, et al. Cohort profile: the 2015 Pelotas (Brazil) birth cohort study. *International journal of epidemiology*. 2018;47(4):1048-h.
14. Santos IS, Barros AJ, Matijasevich A, Domingues MR, Barros FC, Victora CG. Cohort profile: the 2004 Pelotas (Brazil) birth cohort study. *International journal of epidemiology*. 2011;40(6):1461-8.
15. Bertoldi AD, Barros FC, Hallal PR, Mielke GI, Oliveira PD, Maia MFS, et al. Trends and inequalities in maternal and child health in a Brazilian city: methodology and sociodemographic description of four population-based birth cohort studies, 1982–2015. *International journal of epidemiology*. 2019;48(Supplement\_1):i4-i15.
16. Santos IS, Barros AJ, Matijasevich A, Zanini R, Chrestani Cesar MA, Camargo-Figuera FA, et al. Cohort profile update: 2004 Pelotas (Brazil) Birth Cohort Study. Body composition, mental health and genetic assessment at the 6 years follow-up. *International journal of epidemiology*. 2014;43(5):1437-f.
17. Newborg J, Stock J, Wnek L, Guidabaldi J, Svinicki J. Battelle Developmental Inventory. Itasca. 111: Riverside. 1988.

18. Behl DD, Akers JF. The use of the Battelle Developmental Inventory in the prediction of later development. *Diagnostic*. 1996;21(4):1-16.
19. Barros AJ, Matijasevich A, Santos IS, Halpern R. Child development in a birth cohort: effect of child stimulation is stronger in less educated mothers. *International Journal of Epidemiology*. 2010;39(1):285-94.
20. Cox J, Holden J, Sagovsky R. Edinburgh postnatal depression scale (EPDS). *Br J psychiatry*. 1987;150:782-6.
21. Santos IS, Matijasevich A, Tavares BF, Barros AJ, Botelho IP, Lapolli C, et al. Validation of the Edinburgh Postnatal Depression Scale (EPDS) in a sample of mothers from the 2004 Pelotas Birth Cohort Study. *Cadernos de saude publica*. 2007;23(11):2577-88.
22. Tandon PS, Zhou C, Lozano P, Christakis DA. Preschoolers' total daily screen time at home and by type of child care. *The Journal of pediatrics*. 2011;158(2):297-300.
23. Wartella E, Rideout V, Lauricella AR, Connell S. Parenting in the age of digital technology. Report for the center on media and Human development school of communication Northwestern University. 2013.
24. Madigan S, McArthur BA, Anhorn C, Eirich R, Christakis DA. Associations Between Screen Use and Child Language Skills: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA pediatrics*. 2020.
25. Radesky JS, Christakis DA. Increased screen time: implications for early childhood development and behavior. *Pediatric Clinics*. 2016;63(5):827-39.
26. Ribner AD, Barr RF, Nichols DL. Background media use is negatively related to language and literacy skills: indirect effects of self-regulation. *Pediatric Research*. 2020:1-8.
27. Sanders T, Parker PD, del Pozo-Cruz B, Noetel M, Lonsdale C. Type of screen time moderates effects on outcomes in 4013 children: evidence from the Longitudinal Study of Australian Children. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2019;16(1):117.
28. Zimmerman FJ, Christakis DA. Children's television viewing and cognitive outcomes: a longitudinal analysis of national data. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*. 2005;159(7):619-25.
29. Fields RD. Change in the brain's white matter. *Science*. 2010;330(6005):768-9.
30. Rodriguez-Ayllon M, Derks IP, van den Dries MA, Esteban-Cornejo I, Labrecque JA, Yang-Huang J, et al. Associations of physical activity and screen time with white matter microstructure in children from the general population. *NeuroImage*. 2020;205:116258.
31. Tooth LR, Moss KM, Mishra GD. Screen time and child behaviour and health-related quality of life: Effect of family context. *Preventive Medicine*. 2021;153:106795.

**Acknowledgments:** None.

**Funding Source:** The study used data from the 2015 Pelotas Birth Cohort study and was carried out by the Postgraduate Program in Epidemiology of the Federal University of Pelotas with the support of Brazilian Association of Public Health (ABRASCO). The 2015 Pelotas Birth Cohort was funded by the Wellcome Trust (Grant 095582/Z/11/Z). Funding was also received for specific follow-up from the Brazilian National Research Council (CNPq), Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) (grant number 2207/2012) and Rio Grande do Sul State Research Support Foundation (FAPERGS). The first author was also funded by the CAPES PhD scholarship. This work was supported by a National Health and Medical Research Council Investigator Grant (GIM: APP2008702).

**Author's contributions:** OAAL, GIM, ADB coordinated and supervised data collection, analyzed and interpreted the data, drafted the initial manuscript, and reviewed and revised the manuscript. MRD, JM, ISS, AJB, AM, conceptualized and designed the study and critically reviewed and revised the manuscript for important intellectual content; and all authors approved the final manuscript as submitted and agree to be accountable for all aspects of the work.

**Conflicts of interest:** The authors have no conflicts of interest to declare.

Table 3. Description of children from the 2004 and 2015 Pelotas, Brazil, Birth Cohort studies.

	2004 Cohort		2015 Cohort	
	N (%)	95% CI	N (%)	95% CI
Total	3787 (100.0)		3604 (100.0)	
Sex				
Female	1825 (48.2)	46.6 – 49.8	1787 (49.6)	47.9 – 51.2
Male	1962 (51.8)	50.2 – 53.4	1817 (50.4)	48.8 – 52.0
Family Income (quintiles)				
1 (low)	759 (20.1)	0.4 (0.4)*	710 (19.7)	0.9 (0.4) *
2	759 (20.1)	1.3 (0.2)*	743 (20.6)	1.7 (0.2) *
3	748 (19.7)	2.1 (0.2)*	726 (20.2)	2.6 (0.3) *
4	789 (20.8)	3.3 (0.5)*	729 (20.2)	3.8 (0.5) *
5 (high)	732 (19.3)	9.1 (7.0)*	694 (19.3)	10.3 (10.3) *
Maternal Education (years)				
0-4	568 (15.1)	14.0 – 16.3	326 (9.0)	8.1 – 10.0
5-8	1558 (41.6)	40.0 – 43.1	928 (25.8)	24.3 – 27.2
9-11	1251 (33.4)	31.9 – 34.9	1255 (34.8)	33.3 – 36.4
12+	373 (9.9)	9.0 – 10.9	1094 (30.4)	28.9 – 31.9
Maternal Age (years)				
<20	707 (18.8)	17.5 – 19.9	522 (14.5)	13.4 – 15.7
20-34	2559 (67.6)	66.1 – 69.1	2558 (71.0)	69.5 – 72.4
≥35	519 (13.7)	12.6 – 14.8	524 (14.5)	13.4 – 15.7
Maternal Depression				
No	3074 (84.0)	82.8 – 85.2	2795 (84.0)	82.7 – 85.2
Yes	585 (16.0)	14.8 – 17.2	531 (16.0)	14.7 – 17.2
Stimulation Score				
≤1	388 (10.3)	9.3 – 11.2	509 (14.4)	13.3 – 15.6
2	873 (23.0)	21.7 – 24.4	889 (25.2)	23.8 – 26.7
3	1378 (36.4)	34.9 – 37.9	1197 (34.0)	32.4 – 35.5
4	1148 (30.3)	28.9 – 31.8	929 (26.4)	24.9 – 27.8
Center-based childcare				
No	3193 (86.2)	85.0 – 87.3	2310 (66.9)	65.3 – 68.4
Yes	511 (13.8)	12.7 – 14.9	1144 (33.1)	31.6 – 34.7

\*Mean values and standard deviation of number of monthly minimum wages per quintile of income. Monthly minimum wage in Brazil was approximately US\$ 89.00 in 2004 and US\$ 237.00 in 2015.

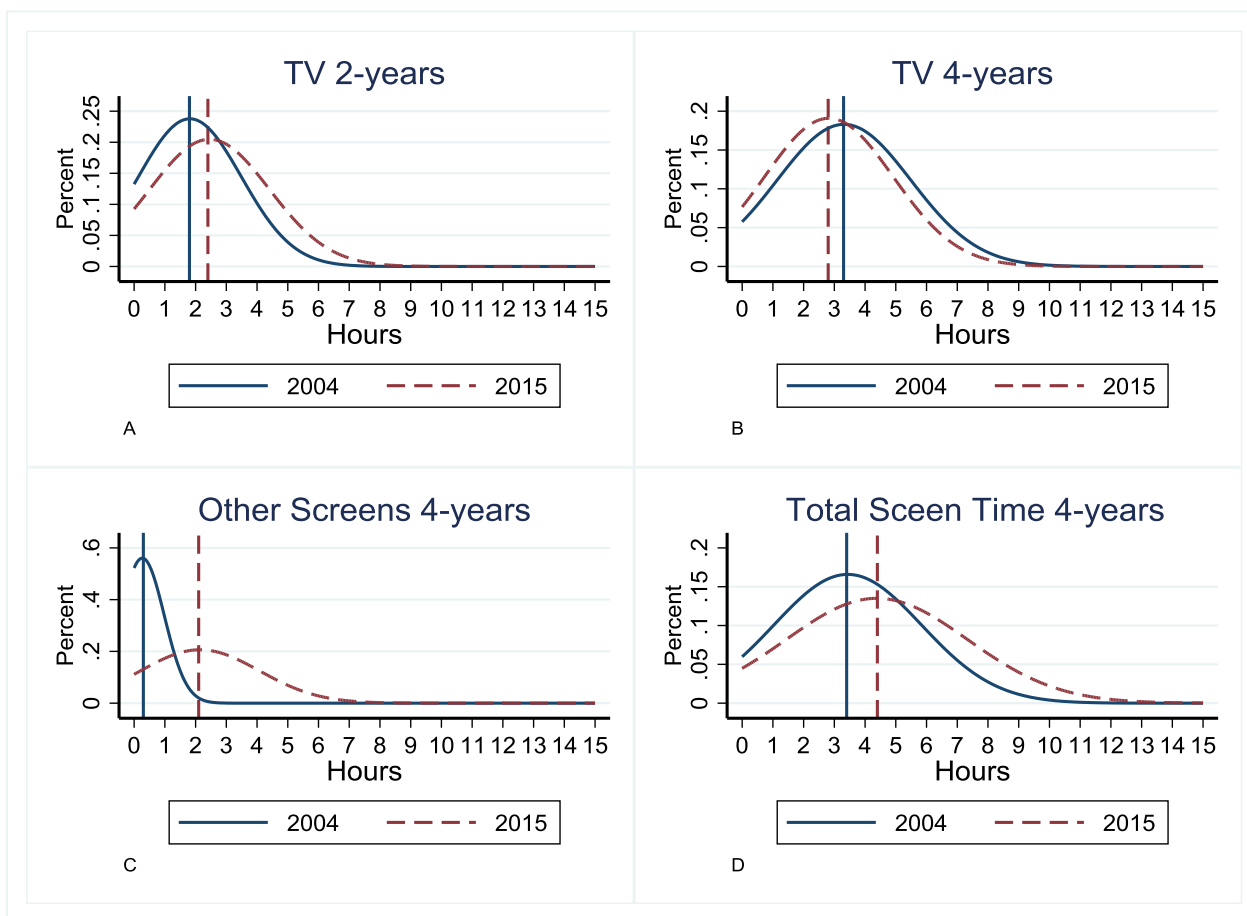


Figure 2. Distribution of screen time variables of children from the 2004 and 2015 Pelotas, Brazil, Birth Cohort studies. \*Mean values presented in the vertical lines.

Table 4. Child Neurodevelopment and Total Screen Time means at 4-years from the 2004 and 2015 Pelotas, Brazil, Birth Cohort studies.

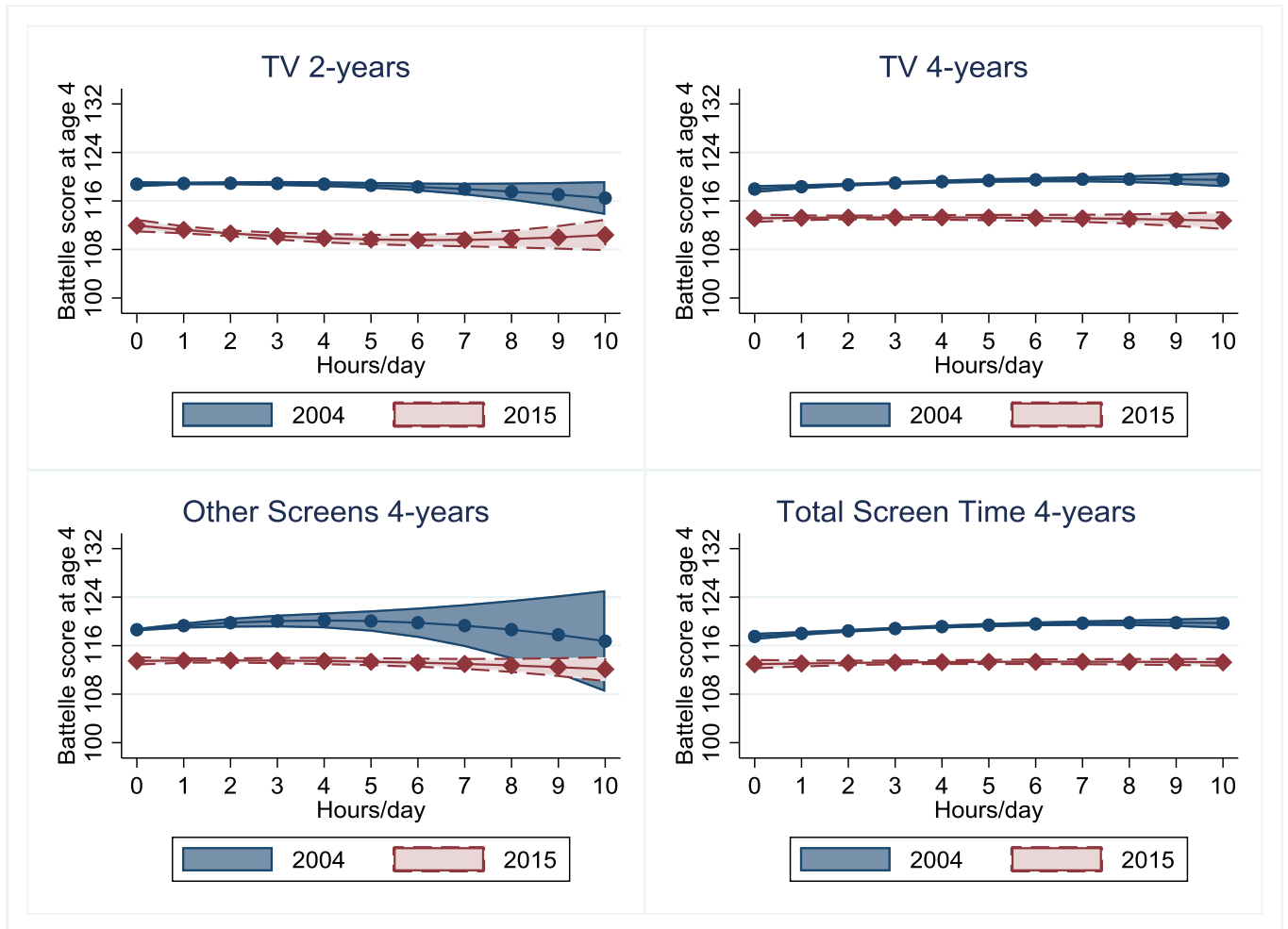
	Child Neurodevelopment				Total Screen Time			
	2004 Cohort		2015 Cohort		2004 Cohort		2015 Cohort	
	Mean (SD)	p-value	Mean (SD)	p-value	Mean (SD)	p-value	Mean (SD)	p-value
Total	118.6 (7.2)		113.4 (8.7)		3.4 (2.4)		4.4 (2.9)	
Sex		<0.001		<0.001		<0.001		0.03
Female	119.6 (6.6)		115.1 (7.5)		3.2 (2.2)		4.3 (2.9)	
Male	117.5 (7.5)		111.8 (9.5)		3.6 (2.5)		4.5 (3.0)	
Family income (quintiles)		<0.001		<0.001		0.36		<0.001
1 (low)	116.9 (7.1)		111.1 (9.0)		3.3 (2.4)		4.6 (3.1)	
2	117.1 (7.6)		112.2 (8.7)		3.4 (2.4)		4.7 (3.0)	
3	118.6 (6.9)		113.6 (8.6)		3.5 (2.4)		4.6 (3.1)	
4	119.4 (6.8)		114.1 (8.5)		3.5 (2.5)		4.2 (2.7)	
5 (high)	120.8 (6.8)		116.2 (8.2)		3.5 (2.3)		3.9 (2.6)	
Maternal education (years)		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001
0-4	116.2 (7.9)		110.0 (9.0)		3.1 (2.3)		4.7 (3.7)	
5-8	117.4 (7.2)		111.8 (8.8)		3.6 (2.6)		4.7 (3.1)	
9-11	120.1 (6.3)		113.6 (8.4)		3.4 (2.3)		4.6 (2.9)	
12+	121.5 (6.0)		115.6 (8.4)		3.4 (2.1)		3.8 (2.5)	
Maternal age (years)		0.002		0.001		<0.001		0.003
<20	117.7 (6.8)		112.1 (8.7)		3.7 (2.6)		4.7 (3.1)	
20-34	118.7 (7.2)		113.7 (8.5)		3.4 (2.3)		4.4 (3.0)	
≥35	119.0 (7.7)		113.5 (9.8)		3.1 (2.4)		4.1 (2.5)	
Maternal depression		0.0003		0.02		0.34		0.007
No	118.7 (7.1)		113.6 (8.8)		3.5 (2.4)		4.3 (2.9)	
Yes	117.6 (7.7)		112.6 (8.8)		3.3 (2.5)		4.7 (3.2)	
Stimulation Score		<0.001		<0.001		0.18		<0.001
≤1	114.5 (9.3)		111.0 (9.1)		3.4 (2.8)		4.8 (3.4)	
2	117.5 (7.1)		111.8 (9.5)		3.4 (2.4)		4.7 (3.0)	
3	118.8 (6.9)		114.0 (8.3)		3.5 (2.4)		4.4 (2.9)	
4	120.5 (5.9)		115.4 (7.9)		3.3 (2.2)		3.9 (2.7)	
Center-based childcare		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001
No	118.2 (7.3)		112.8 (8.8)		3.5 (2.4)		4.6 (3.0)	
Yes	120.4 (6.1)		114.7 (8.4)		2.9 (2.0)		4.0 (2.8)	



Table 3. Unstandardized linear regression coefficients of association between early childhood neurodevelopment and different measures of screen time on the 2004 and 2015 Pelotas Birth Cohorts.

	Child Neurodevelopment					
	2004			2015		
	Crude $\beta$ (95%CI)	Model I $\beta$ (95%CI)	Model II $\beta$ (95%CI)	Crude $\beta$ (95%CI)	Model I $\beta$ (95%CI)	Model II $\beta$ (95%CI)
TV at 2-years (h)	-0.06 (-0.21, 0.08)	-0.05 (-0.18,0.09)	-0.06 (-0.20, 0.07)	-0.26 (-0.52, 0.001)	-0.29 (-0.54, -0.04)	-0.30 (-0.55,-0.05)
TV at 4-years (h)	0.12 (0.02, 0.22)	0.13 (0.03,0.23)	0.17 (0.07, 0.26)	-0.18 (-0.32, -0.04)	-0.08 (-0.21, 0.05)	-0.03 (-0.17,0.10)
Change in TV (h)	0.10 (0.002, 0.20)	0.12 (0.03, 0.22)	0.16 (0.07, 0.26)	-0.16 (-0.36,0.04)	-0.01 (-0.21, 0.18)	0.04 (-0.16, 0.24)
Other screens at 4-years (h)	0.42 (0.09,0.74)	0.28 (-0.03,0.59)	0.25 (-0.05, 0.56)	-0.28 (-0.45, -0.12)	-0.18 (-0.34, -0.03)	-0.16 (-0.32, 0.01)
Total screen at 4-years (h)	0.21 (0.11,0.30)	0.19 (0.10,0.28)	0.22 (0.13, 0.31)	-0.12 (-0.21, -0.02)	-0.05 (-0.14, 0.04)	-0.02 (-0.11,0.08)

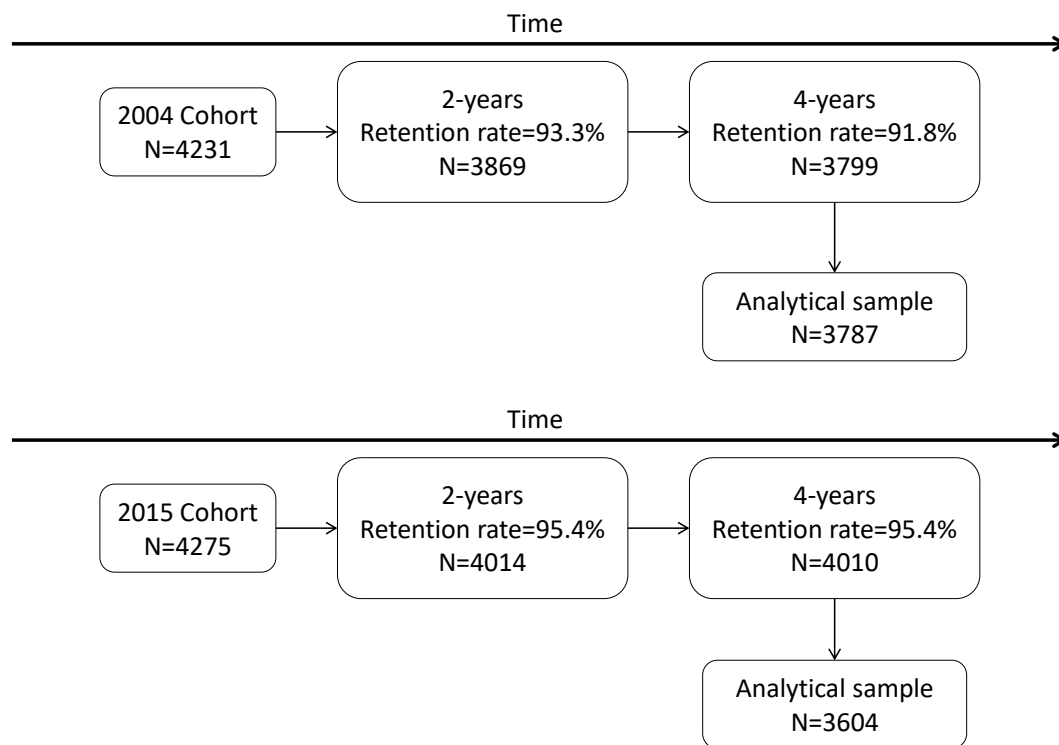
#Model 1: included age, sex, family income, maternal age and education; Model 2: included all variables of Model 1 plus maternal depression, stimulation and childcare attendance.



**Figure 3.** Predictive margins on the relation between screen time and child neurodevelopment score from the 2004 and 2015 Pelotas, Brazil, Birth Cohort studies. \*The scale was amended for ease of viewing

eTable1. TV and other screens time mean (in hours) according to children's characteristics from the 2004 and 2015 Pelotas, Brazil, Birth Cohort studies.

	2004 Cohort			2015 Cohort		
	TV 2y	TV 4y	Other Screens 4y	TV 2y	TV 4y	Other Screens 4y
	Mean (95%CI)	Mean (95%CI)	Mean (95%CI)	Mean (95%CI)	Mean (95%CI)	Mean (95%CI)
Total	1.8 (1.7,1.9)	3.3(3.2,3.4)	0.3(0.2,0.3)	2.4 (2.3,2.6)	2.8(2.7,2.9)	2.1(2.1,2.2)
Sex						
Female	1.8(1.7,1.9)	3.2(3.1,3.3)	0.1(0.1,0.2)	2.5(2.3,2.6)	2.8(2.7,2.9)	2.1(2.0,2.2)
Male	1.8(1.7,1.9)	3.4(3.3,3.5)	0.4(0.3,0.4)	2.4(2.3,2.6)	2.9(2.8,3.0)	2.2(2.1,2.3)
Family Income (quintiles)						
1 (low)	1.8(1.7,1.9)	3.3(3.1,3.5)	0.2(0.1,0.2)	2.3(2.1,2.5)	3.0(2.8,3.1)	2.4(2.2,2.6)
2	1.8(1.6,1.9)	3.4(3.2,3.5)	0.2(0.1,0.2)	2.7(2.4,3.0)	3.0(2.8,3.2)	2.3(2.1,2.5)
3	1.8(1.6,1.9)	3.4(3.3,3.6)	0.3(0.2,0.3)	2.5(2.3,2.7)	2.9(2.7,3.1)	2.3(2.1,2.4)
4	1.8(1.7,2.0)	3.3(3.1,3.5)	0.3(0.3,0.4)	2.2(2.0,2.4)	2.7(2.6,2.9)	2.0(1.8,2.1)
5 (high)	1.9(1.8,2.0)	3.2(3.0,3.3)	0.4(0.3,0.4)	2.5(2.3,2.7)	2.5(2.3,2.6)	1.8(1.7,1.9)
Maternal Education (years)						
0-4	1.7(1.5,1.8)	3.1(2.9,3.3)	0.1(0.1,0.2)	2.2(1.8,2.7)	2.9(2.6,3.1)	2.8(2.5,3.1)
5-8	1.9(1.8,2.0)	3.5(3.4,3.6)	0.2(0.2,0.3)	2.5(2.3,2.7)	3.0(2.9,3.2)	2.4(2.2,2.5)
9-11	1.7(1.7,1.8)	3.2(3.1,3.4)	0.3(0.3,0.3)	2.5(2.3,2.7)	3.0(2.8,3.1)	2.2(2.1,2.3)
12+	1.9(1.7,2.1)	3.1(2.9,3.3)	0.4(0.4,0.5)	2.4(2.2,2.5)	2.5(2.4,2.6)	1.7(1.6,1.8)
Maternal Age (years)						
<20	1.8(1.7,1.9)	3.6(3.4,3.8)	0.3(0.2,0.3)	2.6(2.3,3.0)	3.1(2.9,3.3)	2.4(2.2,2.6)
20-34	1.8(1.8,1.9)	3.3(3.2,3.4)	0.3(0.2,0.3)	2.4(2.3,2.6)	2.8(2.7,2.9)	2.1(2.0,2.2)
≥35	1.7(1.6,1.9)	3.0(2.8,3.2)	0.2(0.2,0.3)	2.3(2.1,2.6)	2.6(2.4,2.7)	2.0(1.9,2.2)
Maternal Depression						
No	1.8(1.7,1.9)	3.3(3.2,3.4)	0.3(0.2,0.3)	2.4(2.3,2.6)	2.8(2.7,2.8)	2.1(2.0,2.2)
Yes	1.9(1.7,2.0)	3.3(3.1,3.5)	0.2(0.2,0.3)	2.6(2.3,3.0)	3.0(2.8,3.2)	2.4(2.2,2.6)
Stimulation Score						
≤1	1.7(1.5,1.9)	3.5(3.2,3.7)	0.2(0.1,0.2)	2.5(2.1,2.8)	3.1(2.8,3.3)	2.6(2.4,2.8)
2	1.8(1.6,1.9)	3.4(3.2,3.5)	0.2(0.2,0.2)	2.5(2.3,2.7)	2.9(2.8,3.1)	2.4(2.2,2.5)
3	1.9(1.8,2.0)	3.4(3.3,3.5)	0.3(0.2,0.3)	2.4(2.2,2.5)	2.8(2.7,2.9)	2.1(1.9,2.2)
4	1.8(1.7,1.9)	3.1(3.0,3.2)	0.3(0.3,0.4)	2.5(2.3,2.7)	2.5(2.4,2.7)	1.8(1.7,1.9)
Center-based childcare						
No	1.9(1.8,1.9)	3.4(3.3,3.5)	0.3(0.2,0.3)	2.5(2.4,2.6)	2.9(2.9,3.0)	2.3(2.2,2.3)
Yes	1.5(1.4,1.6)	2.8(2.7,3.0)	0.2(0.2,0.2)	2.4(2.2,2.6)	2.6(2.4,2.7)	1.9(1.8,2.0)



eFigure 1. Flowchart of the data collected at birth, 2 and 4-years of the 2004 and 2015 Pelotas Birth Cohorts.



Estimular a prática de atividade física pode ser mais importante para o desenvolvimento do que limitar o tempo de tela em crianças menores que cinco anos

Uma pesquisa do Programa de pós-graduação em Epidemiologia da Universidade Federal de Pelotas verificou que o tempo de tela em crianças de idade pré-escolar aumentou na última década, de cerca de 3h30 para 4h30. Esses dados foram baseados nas Coortes de Nascimentos de Pelotas, especificamente nos nascidos em 2004 e 2015. Apesar desse aumento no tempo em frente às telas, os pesquisadores verificaram que o efeito das telas sobre o desenvolvimento infantil é mínimo. Entretanto, é importante destacar que o tempo de tela pode ter efeito sobre outros desfechos de saúde, como obesidade e transtornos mentais. Utilizando dados da mesma Coorte de Nascimentos (2015), os pesquisadores verificaram em outro estudo que, a prática de atividade física, medida por acelerômetros, dispositivos que medem o movimento baseado em aceleração, apresenta uma influência positiva e consistente sobre o desenvolvimento infantil, em que crianças mais ativas ao longo da primeira infância apresentaram maiores níveis de desenvolvimento aos 4 anos. Dessa forma, os pesquisadores acreditam que a prática de atividades físicas deve ser estimulada nessa faixa etária, sendo priorizada em relação ao comportamento de uso das telas. Os resultados da pesquisa fazem parte da tese de doutorado em Epidemiologia de Otávio Amaral de Andrade Leão, orientado pela Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andréa H. Dâmaso e coorientado pelo Dr. Gregore Mielke. De acordo com o autor da pesquisa “O estímulo à prática de atividade física na primeira infância é importante não apenas por sua influência positiva sobre o desenvolvimento, mas também porque esse é um comportamento saudável que tende a persistir ao longo da vida”.



Os resultados da presente tese recomendam o incentivo à prática de atividade física em crianças menores que cinco anos, visto seu padrão positivo de associação com o neurodesenvolvimento. Além disso, apesar de haver um aumento de cerca de uma hora no tempo que as crianças passam nas telas na última década, esse comportamento apresentou efeito mínimo sobre o neurodesenvolvimento, sugerindo que o tempo de tela não é um comportamento de risco para esse desfecho. Esses achados não apenas contribuem para o desenvolvimento e fortalecimento das atuais recomendações de atividade física e tempo sedentário nessa faixa-etária, como também avançam o conhecimento acerca de comportamentos ainda pouco estudados em crianças menores que cinco anos.

Algumas observações devem ser feitas em relação aos resultados da tese. Apesar da prática de atividade física ter sido medida de forma objetiva, através de acelerômetros, esses dispositivos não são capazes de detectar e diferenciar atividades específicas e estruturadas, o que pode ser uma limitação. Sobre a exposição às telas, um ponto importante a ser destacado é que os resultados são baseados apenas no tempo despedido utilizando esses dispositivos, não contemplando o conteúdo e contexto em que o uso das telas é feito.

Apesar das limitações que os estudos da tese apresentam, acredita-se que eles podem contribuir não apenas na discussão acadêmica, mas também consigam alcançar a população de maneira geral, com uma mensagem de estímulo à prática de atividade física nessa faixa etária e um esclarecimento sobre os efeitos do tempo de tela sobre o neurodesenvolvimento.