



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
MATERNIDADE ESCOLA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL
EM SAÚDE PERINATAL**



MICHELE ALVES COSTA

**INVESTIGAÇÃO DE POSSÍVEIS EFEITOS DA EXPOSIÇÃO AO CHUMBO E AO
MERCÚRIO SOBRE O DESENVOLVIMENTO MOTOR DE LACTENTES**

**Rio de Janeiro
2021**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
MATERNIDADE ESCOLA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM SAÚDE PERINATAL**

MICHELE ALVES COSTA

**INVESTIGAÇÃO DE POSSÍVEIS EFEITOS DA EXPOSIÇÃO AO CHUMBO E AO
MERCÚRIO SOBRE O DESENVOLVIMENTO MOTOR DE LACTENTES**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Saúde Perinatal, Maternidade Escola, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Saúde Perinatal.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Halina Cidrini Ferreira
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Carmen Ildes Rodrigues Fróes Asmus

**Rio de Janeiro
2021**

Ar12 Costa, Michele Alves

Investigação de possíveis efeitos da exposição ao chumbo e ao mercúrio sobre o desenvolvimento motor de lactentes/ Michele Alves Costa -- Rio de Janeiro: UFRJ/Maternidade Escola, 2021.

100f; 31 cm.

Orientador: Prof. Dr. Halina Cidrini Ferreira.

Co-orientadora: Carmen Ildes Rodrigues Fróes Asmus

Dissertação (Mestrado) - Programa De Mestrado Profissional Em Saúde Perinata, Maternidade Escola, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2021.

Referências p. 67

1. Transtornos do Neurodesenvolvimento. 2. Habilidades motoras. 3. Poluentes Ambientais. 4. Chumbo. 5. Mercúrio. I. Dissertação. II. Ferreira, Halina Cidrini. III. Asmus, Carmen Ildes Rodrigues. IV Universidade Federal do Rio de Janeiro, Maternidade Escola.

CDD – 616.8

Nota:

Este projeto faz parte do “*Estudo Piloto referente ao Estudo longitudinal dos efeitos da exposição a poluentes ambientais sobre a saúde infantil*” (PROJETO PIPA).

Baseado na crescente preocupação mundial com os efeitos da exposição à poluição ambiental à saúde humana, o Projeto PIPA, foi desenhado como uma coorte prospectiva, com o objetivo de avaliar os efeitos de poluentes sobre o desenvolvimento infantil, investigando substâncias químicas como metais, pesticidas e plastificantes, a fim de contribuir para avanços científicos e para a elaboração de medidas preventivas e de controle de saúde da população como um todo.

Também denominado “coorte dos bebês”, o projeto foi aprovado pelos Comitês de Ética em Pesquisa da Maternidade Escola da UFRJ (parecer: 2.092.440) e da Fundação Oswaldo Cruz (parecer: 2.121.397) no ano de 2017, sendo a coorte principal iniciada em junho de 2021 para captação de todas as crianças nascidas na Maternidade Escola da Universidade Federal do Rio de Janeiro pelo período de um ano. E acompanhamento desde a gestação até 4 anos de idade, através da coleta de informações sociodemográficas, de saúde, marcadores biológicos de exposição do binômio mãe-bebê e do crescimento pômdero-estatural, evolução clínica e do desenvolvimento neurológico, motor, emocional e cognitivo das crianças.

Entre outubro de 2017 e agosto de 2018, ocorreu o estudo piloto do PIPA, com o acompanhamento dos bebês desde o terceiro trimestre gestacional até o 6º mês de vida. O presente estudo se constitui como um dos desdobramentos deste Estudo Piloto, inserido no protocolo de estudo através da avaliação do desenvolvimento motor de lactentes participantes, como parte dos desfechos investigados.

AGRADECIMENTOS

Ninguém caminha completamente só. Há sempre muitas pessoas e condições que favorecem e conduzem os acontecimentos da vida. Neste sentido, não poderia deixar de explicitar minha imensa gratidão a todos, que de alguma maneira, contribuíram para que esta caminhada acontecesse e chegasse ao seu destino. Assim, gostaria de agradecer a Deus em primeiro lugar, por sempre guiar e abrir meus caminhos.

Aos meus pais, marido e filhos, pelo apoio e compreensão incondicionais. Aos colegas de trabalho, por tantas conversas e incentivos e, pelo apoio a resolução das questões burocráticas referentes ao processo do mestrado. Ao GENEP, destacando minhas queridas companheiras de grupo, Christine Castinheiras Tobias, Daniella Ferreira de Oliveira, Magda Valentim, Taissa Ferreira Cardoso e Vanessa da Silva Neves Moreira Arakaki. Sem vocês, não teria sido possível a realização deste trabalho. A todos os professores formadores da banca avaliadora, desde a qualificação até a dissertação, Profa. Jocelene de Fátima Landgraf, Profa. Nataly Damasceno de Figueiredo e Prof. Julio Guilherme Silva. À Professora Rosana da Silva Santos, pelo reencontro, acolhimento, orientações e cuidado de sempre. E, em especial, à minha co-orientadora, Professora Carmen Ildes R. Fróes Asmus, por me apresentar a objetividade e acertividade na pesquisa e por abrir tantos horizontes e, à minha orientadora Professora Halina Cidrini Ferreira, pela imensa generosidade, paciência, empatia, resiliência e, por nunca desistir de mim. Muito obrigada por todas as sugestões, correções, e, mais importante, pela motivação renovada a cada momento de dificuldade.

MUITO OBRIGADA!!!

“A alegria não chega apenas no encontro do achado, mas faz parte do processo da busca. Ensinar e aprender não pode dar-se fora da procura, fora da boniteza e da alegria.”

(Paulo Freire)

“Cuidar e zelar para que uma criança cresça em segurança, não é uma opção. É uma obrigação. Se fracassarmos nesta tarefa estaremos falhando... com a evolução do universo num todo...”

(Elisa Salles)

RESUMO

COSTA, M. A. **Investigação de possíveis efeitos da exposição ao chumbo e ao mercúrio sobre o desenvolvimento motor de lactentes**, 2021. Dissertação (Mestrado) – Programa de Mestrado Profissional em Saúde Perinatal, Maternidade Escola, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

Introdução: Os primeiros 1.000 dias de vida (tempo da concepção ao 2º. ano de vida) são fundamentais para o neurodesenvolvimento dos indivíduos, quando há grandes oportunidades e vulnerabilidades para o neurodesenvolvimento infantil. A exposição pré-natal a metais pesados pode levar a efeitos negativos sobre o desenvolvimento motor, e consequentes limitações funcionais na infância e também na vida adulta. **Objetivos:** Investigar os efeitos da exposição ao chumbo (Pb) e ao mercúrio (Hg) sobre o desenvolvimento motor de neonatos e lactentes. **Métodos:** A população de estudo foi constituída por crianças de 0 a 7 meses, oriundas do Estudo Piloto do Projeto PIPA_UFRJ. Foram aplicados questionários para coleta de dados sociodemográficos e de saúde dos genitores e sobre características do nascimento das crianças; coletada amostra biológica de sangue do cordão umbilical para dosagem de chumbo e mercúrio; realizada avaliação do desenvolvimento motor e do tônus muscular através da Escala Motora Infantil de Alberta e da Escala de Ashworth Modificada, respectivamente. **Resultados:** A presença de chumbo e mercúrio foi detectada em toda a população estudada, com concentrações mínimas de 1,67µg/dl e 0,42µg/l e máximas de 13,07µg/dl e 6,38µg/l, respectivamente. O desenvolvimento motor foi avaliado como normal para 74,42 % e o tônus muscular apresentou-se alterado em 69,8% da amostra de 43 crianças estudadas. Não foram evidenciadas associações entre a exposição ao Pb e desvios do desenvolvimento motor, nem entre a exposição ao Hg e alterações do tônus muscular dos lactentes. Porém, encontrou-se evidências de relação inversa entre hipertonia leve e a exposição ao Pb e associação positiva entre alterações do desenvolvimento motor e a exposição ao Hg. **Conclusão:** Foram encontradas evidências de associação entre a exposição ao Hg e alterações do desenvolvimento motor no presente estudo, porém são necessários novas investigações com um maior número de participantes para ampliação das evidências encontradas.

Palavras-Chave: Neurodesenvolvimento. Habilidades Motoras. Poluentes Ambientais. Chumbo. Mercúrio.

ABSTRACT

Introduction: The first 1,000 days of life (time from conception to the 2nd year of life) are fundamental for the neurodevelopment of individuals, when there are great opportunities and vulnerabilities for child neurodevelopment. Prenatal exposure to heavy metals can lead to negative effects on motor development, and consequent functional limitations in childhood and also in adulthood. **Objectives:** To investigate the effects of exposure to lead (Pb) and mercury (Hg) on the motor development of neonates and infants. **Methods:** The study population consisted of children aged 0 to 7 months, from the Pilot Study of the PIPA_UFRJ Project. Questionnaires were applied to collect sociodemographic and health data on the parents and on the characteristics of the children's birth; biological sample of umbilical cord blood was collected for lead and mercury measurement; assessment of motor development and muscle tone was performed using the Alberta Infant Motor Scale and the Modified Ashworth Scale, respectively. **Results:** The presence of lead and mercury was detected in the entire population studied, with minimum concentrations of 1.67 $\mu\text{g}/\text{dl}$ and 0.42 $\mu\text{g}/\text{l}$ and maximum concentrations of 13.07 $\mu\text{g}/\text{dl}$ and 6.38 $\mu\text{g}/\text{l}$, respectively. Motor development was evaluated as normal for 74.42% and muscle tone was altered in 69.8% of the sample of 43 children studied. No associations were found between exposure to Pb and deviations in motor development, nor between exposure to Hg and changes in muscle tone in infants. However, there was evidence of an inverse relationship between mild hypertonia and exposure to Pb and a positive association between changes in motor development and exposure to Hg. **Conclusion:** Evidence of an association between exposure to Hg and changes in motor development was found in the present study, but further investigations with a greater number of participants are needed to expand the evidence found.

Keywords: Neurodevelopmental Disorders. Environmental Pollutants. Lead, Mercury.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EMIA	Escala Motora Infantil de Alberta
APGAR	Índice de Apgar
EAM	Escala de Ashworth Modificada
ASQ	Escalas <i>Age and Stage</i>
AT	A termo
ATSDR	<i>Agency for Toxic Substances and Disease Registry</i>
BSID	<i>Bayley Scale of Infant Development</i>
BPN	Baixo peso ao nascer
BRAZELTON	Escala de avaliação comportamental neonatal e do recém nascido de Brazelton
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
DALYs	<i>Disability-Adjusted Life Year</i>
DENVER II	<i>Teste de Triagem do Desenvolvimento Denver II</i>
DNM	Desenvolvimento neuromotor
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos EUA
GENEP	Grupo de estudos e pesquisas em Fisioterapia Neonatal e Pediátrica
Hg	Mercúrio
IARC	Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer
ICC	Coeficiente de Correlação Intraclasse
IG	Idade Gestacional ao nascimento
ME	Maternidade Escola
MeHg	Metilmercúrio
MS	Ministério da Saúde
OPAS	Organização Panamericana da Saúde
Pb	Chumbo
PC	Paralisia Cerebral
PCBs	Hidrocarbonetos aromáticos clorados artificiais
PDMS II	Escala Motora de Desenvolvimento Peabody
PFCs	Compostos per e polifluorados
PIG	Pequeno para a idade gestacional
PN	Peso ao nascer
PIPA	Estudo longitudinal dos efeitos da exposição a poluentes ambientais sobre a saúde infantil
PMT	Prematuro
POT	Pós-termo
RN	Recém-nascido
SNC	Sistema Nervoso Central
SOPERJ	Sociedade Brasileira de Pediatria do Rio de Janeiro
TDAH	Déficit de Atenção com Hiperatividade
TIMP	Escala Test of Infant Motor Performance
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UTI Neonatal	Unidade de Terapia Intensiva Neonatal
WHO	World Health Organization

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estudo Piloto: Gestação ao 7º Mês	36
Figura 2 - Formação da população de estudo	37
Gráfico 1 - Concentrações de Pb e Hg no cordão umbilical por categoria da EMIA	52
Gráfico 2 - Concentrações de Pb e Hg no cordão umbilical por categoria da EAM	53
Quadro 1 - Evolução do desenvolvimento motor do nascimento termo aos 15 meses de vida.....	15
Quadro 2 - Características do desenvolvimento motor típico e atípico	19
Quadro 3 - Principais instrumentos de avaliação do desenvolvimento motor..	24
Quadro 4 - Variáveis do estudo	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Perfil Materno	47
Tabela 2 - Perfil dos lactentes	48
Tabela 3 - Taxas de detecção de Pb e Hg no sangue do cordão umbilical.....	49
Tabela 4 - Frequência sobre os percentis EMIA e dos escores EAM	50
Tabela 5 - ICC dos escores EMIA (avaliação presencial x avaliação cega).....	51
Tabela 6 - Descrição nominal pra os desfechos da EMIA e da EAM	51
Tabela 7 - Teste de Mann-Whitney para semelhança das medianas do Pb e Hg nas categorias da EMIA e EAM	52
Tabela 8 - Associação entre os desfechos EMIA e EAM (alterado e normal) com a exposição ao Pb e ao Hg	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos	12
1.1.1 Objetivo geral	12
1.1.2 Objetivos específicos.....	12
1.2 Hipótese	12
1.3 Justificativa	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 O Desenvolvimento Neuromotor	14
2.1.1 Tônus Muscular e o Desenvolvimento Neuromotor	17
2.2 O Desenvolvimento Neuromotor e o Ambiente	19
2.3 Alterações no Desenvolvimento Neuromotor	21
2.4 A Avaliação do Desenvolvimento Neuromotor	24
2.4.1 Escala Motora Infantil de Alberta (EMIA).....	25
2.4.2 Escala de Ashworth Modificada (EAM)	26
2.5 A Exposição Infantil à Poluição Ambiental	26
2.5.1 Exposição a Metais Pesados	28
2.5.1.1 Exposição ao Chumbo (Pb).....	29
2.5.1.2 Exposição ao Mercúrio (Hg)	31
2.5.2 Influência da exposição ao Pb e ao Hg sobre o desenvolvimento motor infantil: onde estamos?	33
3 METODOLOGIA DE PESQUISA	36
3.1 Desenho de Estudo	36
3.2 População de estudo	37
3.3 Critérios de Elegibilidade	38
3.4 Coleta de dados	38
3.4.1 Avaliação do desenvolvimento motor pela Escala Motora Infantil de Alberta – EMIA	39
3.4.2 Avaliação do tônus muscular pela Escala de Ashworth Modificada (EAM)	40
3.4.3 Análise da confiabilidade da aplicação da EMIA	40
3.5 Viabilidade e Questões Éticas, Riscos e Benefícios	41
3.6 Descrição das variáveis	42
3.7 Análise Estatística	44
3.8 Análise Laboratorial	45
3.9 Projeto Aplicativo	46
4 RESULTADOS	47
4.1 Perfil Materno	47
4.2 Perfil dos lactentes	48
4.3 Descrição dos Marcadores Biológicos de Exposição pré-natal ao Chumbo e ao Mercúrio:	49
4.4 Descrição do desenvolvimento motor pela escala EMIA e do tônus muscular pela EAM	50
4.5 Análise do coeficiente de correlação intraclasse (ICC) da EMIA	51
4.6 Análises de correlações entre as concentrações de Pb e Hg no cordão umbilical e as variáveis de desfecho (EMIA e EAM)	51

5 DISCUSSÃO	55
6 CONCLUSÕES	66
REFERÊNCIAS	67
ANEXO A: Esquema de subescalas da EMIA	77
ANEXO B: Gráfico de Percentis da EMIA	78
ANEXO C: Planilha de avaliação do tônus (EAM)	79
ANEXO D: Escala de avaliação comportamental neonatal e do recém nascido de Brazelton	79
ANEXO E: Parecer Consubstanciado do CEP	80
APÊNDICE A: Planilha de avaliação da EMIA	83
APÊNDICE B: Planilha Avaliação Cega da EMIA	84
APÊNDICE C: Projeto Aplicativo	85

1 INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, o meio ambiente vem sendo intensamente modificado pela ação antropogênica, impactando a qualidade do ar, os níveis de ruído, a qualidade da água e do solo, levando à constante exposição dos seres vivos a substâncias químicas prejudiciais à saúde desde períodos muito precoces da vida, inclusive intraútero. Seja por inalação, ingestão de água e alimentos contaminados, contato com a pele, ou mesmo por via transplacentária e pela amamentação (OPAS, 2018a; MILDEMBERG; ONOFRE; RIBAS, 2017).

A exposição à poluição atmosférica no período gestacional tem sido associada a maior susceptibilidade a partos prematuros e a geração de neonatos pequenos para a idade gestacional (PIG) e com baixo peso ao nascer (BPN) (HOOVEN *et al.*, 2012; SILVA, 2017; WHO, 2017). Sabe-se que crianças prematuras e com BPN tendem a manifestar altos índices de distúrbios neuromotores e neurocomportamentais (CALDERÓN *et al.*, 2016; LIN *et al.*, 2014; HOOVEN *et al.*, 2012).

Inúmeras substâncias químicas com ampla utilização em processos industriais e presentes em produtos de uso pessoal e doméstico têm sido intensamente investigadas por sua dificuldade de degradação no meio ambiente e por associações a efeitos tóxicos aos seres vivos, bem como ao desenvolvimento infantil. Dentre elas, destacam-se os metais pesados (DESPRÉS *et al.*, 2005; FREIRE *et al.*, 2018; THERHARIDES; KAVALIOTI; MARTINOTTI, 2019).

Neste contexto, destaca-se a maior vulnerabilidade aos riscos ambientais associada a períodos sensíveis do desenvolvimento (características anátomo-fisiológicas) e a comportamentos típicos da infância (WHO, 2017; OPAS, 2018b; HEYER; MEREDITH, 2016). Diante do exposto, o presente estudo investiga possíveis efeitos da exposição aos poluentes químicos ambientais Chumbo (Pb) e Mercúrio (Hg) sobre o desenvolvimento motor de lactentes.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Investigar os efeitos da exposição ambiental aos metais chumbo e mercúrio sobre o desenvolvimento motor de lactentes

1.1.2 Objetivos específicos

1. Descrever o perfil sóciodemográfico da amostra.
2. Descrever o desenvolvimento motor de crianças entre 0 e 7 meses, da população estudada.
3. Descrever a apresentação do tônus muscular da população do estudo.
4. Descrever as concentrações de Pb e Hg encontradas no sangue do cordão umbilical da população estudada.
5. Avaliar o perfil de desenvolvimento motor em relação às concentrações sanguíneas de Pb e Hg
6. Criar uma proposta de vídeo sobre o desenvolvimento motor normal para publicização em diferentes ambientes de comunicação, como produto do projeto aplicativo.

1.2 Hipótese

Supõe-se que a exposição a poluentes químicos ambientais interfira nos diversos sistemas orgânicos, modificando o funcionamento dos mesmos e comprometendo o desenvolvimento e crescimento fetais e infantil. Para tal, apresenta-se a hipótese:

As exposições ao chumbo e ao mercúrio estão associadas à ocorrência de falhas no desenvolvimento motor da criança, identificadas pela avaliação da EMIA e da EAM.

1.3 Justificativa

O Neurodesenvolvimento inclui a interrelação anátomo-funcional de domínios cognitivos, sensoriais e motores. Até o momento, encontra-se vasta literatura científica a respeito da toxicidade de metais como o chumbo e o mercúrio sobre as funções sensoriais, cognitivas e distúrbios comportamentais. Entretanto, os efeitos da exposição a metais sobre a performance neuromotora foram pouco investigados (DESPRÉS *et al.*, 2005; LIU *et al.*, 2014; BOUCHER *et al.*, 2016; TAYLOR *et al.*, 2018), especialmente em idades mais precoces. Soma-se a isto, os resultados imprecisos e a variabilidade de instrumentos dos estudos existentes (DESPRÉS *et al.*, 2005; MARQUES *et al.*, 2014; BOUCHER *et al.*, 2016; TAYLOR *et al.*, 2018).

Assim, o presente estudo tem a intenção de verificar possíveis associações entre a exposição pré-natal ao Hg e ao Pb sobre o desenvolvimento motor de lactentes, a fim de contribuir para maiores esclarecimentos a respeito.

Cabe destacar o ineditismo da proposta, uma vez que além do número diminuto de estudos nacionais sobre o tema, não foram encontrados estudos brasileiros que contemplem a avaliação dos efeitos da exposição aos poluentes analisados sobre o desenvolvimento motor de lactentes, na faixa etária de 0 a 7 meses), as matrizes biológicas (sangue do cordão umbilical e sangue materno) como marcadores da exposição pré-natal ao Pb e ao Hg, e as escalas utilizadas (EMIA e EAM) para verificação dos desfechos principais (performance motora e tônus muscular).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O Desenvolvimento Neuromotor

Os primeiros 1.000 dias de vida (tempo médio entre a concepção e o 2º. ano de vida) são considerados fundamentais para o desenvolvimento infantil. É neste período que se têm as melhores oportunidades para a construção das bases de saúde, crescimento e neurodesenvolvimento do indivíduo (CUSIK; GEORGIEFF, 2021).

Entre o terceiro trimestre gestacional e os dois primeiros anos de vida ocorre o período de maior plasticidade cerebral. Embora o cérebro ainda continue se desenvolvendo ao longo da vida, este é período de maior velocidade de proliferação, crescimento e diferenciação neuronais. Há também intensa mielinização e sinaptogênese. De uma estrutura lisa e bilobada aos 5 meses de gestação, ocorre o desenvolvimento gradual de sulcos e giros, até se assemelhar ao cérebro adulto ao nascimento (CUSIK; GEORGIEFF, 2021).

Sabe-se que o desenvolvimento neuromotor tem seu início desde fases bastante precoces do período intrauterino (EISNPIELER; PRECHTL, 2005). Tal desenvolvimento é marcado pela conquista progressiva de habilidades manifestadas pela integração das funções motora, sensorial, cognitiva, psíquica, social e de linguagem, a partir da interligação destas funções no SNC (HASSANO, 2011). Neste contexto, distúrbios de diferentes origens podem levar a alterações em áreas diversas, funcionalmente integradas. Desta forma, um distúrbio motor na criança pode derivar não apenas de problemas nas vias motoras, mas de limitações sensoriais, cognitivas ou psico-afetivas e, da mesma forma, o contrário também pode ocorrer (HASSANO, 2011).

Desde o período fetal até o sexto mês de vida pós-natal, padrões complexos de movimentação espontânea em todo o corpo, com grande variabilidade em amplitude, velocidade e intensidade, são gerados endogenamente pelo sistema nervoso central (SNC) imaturo e são denominados *General Movements* (EISNPIELER; PRECHTL, 2005). Com o amadurecimento, tais padrões motores são progressivamente substituídos por atitudes motoras voluntárias, o controle postural evolui gradualmente e os reflexos primitivos desaparecem (CARVALHO, 2011;

HASSANO, 2011; SANTOS, ARAÚJO; PORTO, 2008). Independentemente da idade gestacional ao nascimento, a variabilidade de movimentos entre os segmentos corporais e a ausência de padrões anormais de movimento representam expressão de um bom funcionamento do SNC (EINSPIELER *et al.*, 2012). Um RN com alterações estruturais ou funcionais deste sistema, muito provavelmente também apresentará alterações na qualidade de seus movimentos (EINSPIELER e PRECHTL, 2005; EINSPIELER *et al.*, 2012).

Neste sentido, a avaliação precoce da expressão motora da criança se constitui como recurso fundamental para predição de possíveis desvios do neurodesenvolvimento, seja com desfechos motores ou com outras manifestações no contexto neuropsicomotor (EINSPIELER; PRECHTL, 2005, HASSANO, 2011).

A evolução motora das crianças é marcada por conquistas de novas habilidades, fundamentadas na estrutura biológica e nas oportunidades de aprendizados anteriores. A maturação motora se desenrola no sentido céfalo-caudal, partindo do controle da cabeça, em direção ao controle das extremidades corporais. Evolui dos movimentos globais (controle motor grosso) para movimentos mais elaborados (controle motor fino) e gradualmente, capacidades como rolar, sentar, engatinhar são desenvolvidas, até a conquista da marcha, entre os 12 e 15 meses, representando os marcos motores do desenvolvimento infantil (CARVALHO, 2011; HASSANO, 2011; UFSC, 2020). O quadro abaixo apresenta descrição das habilidades adquiridas progressivamente ao longo do desenvolvimento motor, do nascimento aos 15 meses de vida, incluindo os principais marcos motores e os períodos de normalidade correspondentes para a conquista de cada um deles.

Quadro1: Evolução do desenvolvimento motor do nascimento a termo aos 15 meses de vida (continua...)

Faixa Etária	Habilidades
RN (2 semanas)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adaptação ao meio extrauterino; ▪ Presença dos reflexos de sucção, moro e preensão; ▪ Marcha automática; ▪ Busca fonte luminosa; Padrão flexor predominante nos membros, coluna em "C", cabeça virada para o lado.
1º mês	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Membros flexionados, mãos fechadas (hipertonia fisiológica); ▪ Cabeça virada para o lado; ▪ Movimentos amplos e variados; ▪ Presença do reflexo de Moro; ▪ Levanta a cabeça voluntariamente em prono.
2º mês	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Postura assimétrica /Presença do reflexo tônico cervical assimétrico (RTCA);

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pode acompanhar visualmente objetos e a face humana até a linha média; ▪ Eleva a cabeça à 45°, em prono.
3º mês	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apresenta sorriso social; ▪ Controle de cabeça mais firme; ▪ Consegue levar a cabeça à linha média em supino; ▪ Pode acompanhar objetos com o olhar, para os dois lados; ▪ Eleva a cabeça à 90° em prono.
4º mês	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Postura mais simétrica, mãos e cabeça na linha média; ▪ Leva a mão à boca; ▪ Agarra objetos, mas não consegue soltá-los facilmente; ▪ Pode alcançar os joelhos em supino; ▪ Inicia o rolar de supino para decúbito lateral.
5º mês	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Leva os pés à boca; ▪ Rola e tenta alcançar objetos; ▪ Pode pivotar.
6º mês	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Levanta a cabeça em supino; ▪ Em prono, libera uma das mãos para alcançar objetos; ▪ Inicia o arrastar; ▪ Permanece sentado quando colocado/ reação de proteção para frente.
7º mês	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Em prono, mantém a cabeça elevada, com apoio no abdômen e mãos. Pode se arrastar; ▪ Brinca em decúbito lateral; ▪ Melhor equilíbrio e retificação sentado/ senta-se sem apoio.
8º mês	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Em supino, rola e se puxa para sentar; ▪ Assume postura de 4 apoios e transita desta, para o sentar; ▪ Apresenta reação de proteção lateral quando sentado; ▪ Assume posturas diversificadas (“sidesitting”, “longsitting”).
9º mês	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apresenta postura sentada mais estável, realizando rotações para pegar objetos atrás ou acima; ▪ Em 4 apoios, transfere peso para frente, trás e lados/ inicia o engatinhar; ▪ Puxa-se para a postura de pé/ permanece em pé com apoio.
10º mês	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Engatinha em postura de “urso”; ▪ Sentado, apresenta reação de proteção para trás; ▪ Pode apresentar marcha lateral com apoio.
11º mês	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Libera uma das mãos do apoio durante a marcha lateral; ▪ Pode caminhar empurrando um móvel.
Entre o 12º e o 15º mês	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fica em pé sem apoio; ▪ Inicia a marcha com base alargada e pouco movimento de tronco.

Fonte: Adaptado de (HASSANO, 2011; XAVIER; AMARANTE, 2020; UFSC, 2020.)

2.1.1 Tônus Muscular e o Desenvolvimento Neuromotor

Tônus muscular é o estado de tensão leve e permanente dos músculos, mantido no estado de repouso e em toda atividade cinética. Resulta de impulsos nervosos provenientes da medula espinhal, controlados por estímulos encefálicos direcionados aos neurônios motores anteriores e, por impulsos originários dos fusos musculares (MARSURA *et al.*, 2012). É, portanto manifestação involuntária, contínua e variável, tanto em intensidade, como em distribuição nos diferentes grupos musculares, adaptada às necessidades de cada momento. Presente em todas as funções motrizes do organismo (movimento, equilíbrio e coordenação motora), relaciona-se com estados afetivos e emocionais, conscientes e inconscientes do indivíduo (BASTOS, 2007).

O desenvolvimento do tônus muscular tem seu início ainda no período intrauterino. No terceiro trimestre gestacional, há maturação ascendente do tônus flexor dos membros e reforço do tônus antigravitacional (VILLELA; HURIGIL; CUNHA, 2017). Assim, o bebê com 40 semanas de idade gestacional, tem predomínio do tônus flexor global e, por isso apresenta membros superiores e inferiores semiflexionados. Esta atitude postural modifica-se gradativamente em sinergia com o desenvolvimento da extensão ativa, que se constitui como a manifestação da atitude antigravitacional do bebê (HASSANO, 2011).

Ao nascimento a termo, há predominância do tônus flexor nos membros (hipertonia fisiológica), enquanto o tronco do bebê apresenta hipotonia (tônus muscular diminuído) fisiológica, o que tende a facilitar sua passagem pelo canal de parto. Quando o nascimento ocorre prematuramente, a imaturidade estrutural do sistema muscular desses bebês leva à hipotonia global, o que pode se relacionar com fatores de risco ao nascimento e com impactos no desenvolvimento motor, uma vez que dificulta o desenvolvimento das atitudes antigravitacionais e o alinhamento postural pela falta de estabilidade das estruturas proximais (FORTI-BELLANI; CASTILHO-WEINERT, 2011; VILLELA; HURIGIL; CUNHA, 2017).

Entre o nascimento e o segundo ano de vida, ocorrem transições fisiológicas do tônus muscular, que se constituem como adaptações necessárias às progressivas aquisições motoras, como o controle de cabeça, a conquista da postura sentada e, posteriormente, o ortostatismo e a marcha (VILLELA; HURIGIL; CUNHA, 2017).

A função tônica é base fundamental para a manutenção de tensão muscular adequada à execução dos movimentos, para o controle das reações de equilíbrio e retificação e, para a manutenção postural (BASTOS, 2007; FERNANDES, 1992).

Assim, o tônus muscular pode se apresentar diminuído, normal ou aumentado, dependendo do limiar de excitabilidade das células alfa tônicas e dos impulsos que vem de um cérebro em maturação, normal ou com lesão (MARSURA *et al.*, 2012).

O tônus muscular aumentado (hipertonía), também chamado de espasticidade é um distúrbio motor caracterizado pela hiperexcitabilidade do reflexo de estiramento e depende da velocidade de movimentação do segmento corporal. A presença de espasticidade, comum em crianças diagnosticadas com paralisia cerebral (PC), é uma das causas frequentes de incapacidades neurológicas (CALOTA; FELDMAN; LEVIN, 2008; BRASIL, 2017a; BOHANNON; SMITH, 1987) e pode levar à limitação da amplitude de movimento articular, dor, aumento da demanda energética metabólica, dificuldades na execução de atividades de vida diária, bem como no desenvolvimento neuromotor. Inversamente, pode contribuir para estabilização articular, manutenção e transferências posturais (BRASIL, 2017a). Porém, uma criança com PC pode apresentar alterações do tônus muscular de forma variada em diferentes segmentos corporais. Geralmente há hipotonia axial (principalmente em tronco) e hipertonia apendicular (em membros) (FORTI-BELLANI; CASTILHO-WEINERT, 2011).

A hipertonia é menos comum que a hipotonia nos períodos iniciais do desenvolvimento e pode estar relacionada a condições que comprometem o SNC, a desordens neuromusculares periféricas originadas na gestação ou no período perinatal com caráter transitório ou persistente. Podendo aparecer posteriormente ou a partir de um evento/doença pós-natal. Porém, a literatura científica sobre o tema é escassa (HART *et al.*, 2014).

A hipotonia é caracterizada pela diminuição da resistência em oposição ao movimento passivo de um segmento e, pode ser causada por distúrbios em diferentes níveis do SNC (cérebro, tronco cerebral, medula espinhal) e do sistema nervoso periférico (nervos, junção neuromuscular e músculo). A presença de hipotonia em recém-nascidos e lactentes pode ocorrer em condições benignas (sem outros sintomas associados e com evolução para normotonia) ou sinalizar para diagnósticos de doenças graves, como a amiotrofia espinhal (LEYENAAR;

CAMFIELD; CAMFIELD, 2005). Quando ocorrem comprometimentos na evolução maturacional do SNC, a hipotonia fisiológica, importante no parto, pode permanecer e resultar em instabilidades na sustentação do alinhamento corporal, levando ao desenvolvimento de padrões de fixação compensatórios para as aquisições motoras antigravitacionais e ao aprendizado motor inadequado, com movimentos não funcionais, além do desenvolvimento de encurtamentos musculares, deformidades, dor e dificuldades nas aquisições funcionais e no cuidado pelos familiares (FORTI-BELLANI; CASTILHO-WEINERT, 2011).

Abaixo, segue quadro ilustrativo de algumas características referentes ao tônus muscular e outras características do desenvolvimento motor típico e do desenvolvimento motor atípico.

Quadro 2: Características do desenvolvimento motor típico e atípico

Desenvolvimento motor típico	Desenvolvimento motor atípico
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reflexos primitivos suprimidos ▪ Reações posturais integradas ▪ Normotonia ▪ Movimentos em padrões sinérgicos, coordenados e variados ▪ Desenvolve habilidades motoras ▪ Variedade de movimentos ▪ Sem encurtamentos e deformidades 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permanência de reflexos primitivos ▪ Déficits de reações posturais ▪ Hipotonia, hipertonia ou flutuação tônica ▪ Movimentos estereotipados, pobres, sem seletividade e/ou variabilidade ▪ Dificuldades nas habilidades motoras ▪ Padrões de movimentos compensatórios e fixações posturais ▪ Alterações músculo esqueléticas

Fonte: Adaptado de Forti-Bellani e Castilho-Weinert (2011).

Diante do exposto, destaca-se a importância do acompanhamento evolutivo da apresentação do tônus muscular, com avaliação de suas repercussões de forma individualizada, uma vez que as perturbações tônicas podem se manifestar com sinais que vão além da hipo ou hipertonia, mas também com o comprometimento do equilíbrio e, interferir de forma importante no desenvolvimento e funções motoras (BASTOS, 2007).

2.2 O Desenvolvimento Neuromotor e o Ambiente

Teorias sobre o desenvolvimento humano enfatizam a importância do relacionamento do ser com o meio em que vive e a busca do equilíbrio nesta interação para o bom desenvolvimento de todos os sistemas orgânicos. Neste sentido, acredita-se que o fator ambiental tenha papel fundamental no

desenvolvimento neuromotor, podendo agir como um fator estimulante ou limitador (DARRAH; PIPER, 1994; HEIDELISE, 1986; BRASIL, 2017b; PIAGET *et al.*, 1976).

Piaget, em sua teoria do desenvolvimento, destaca a relevância da qualidade da adaptação de um organismo com o meio ambiente em que vive, suas interações e a autorregulação como parte do desenvolvimento do sistema epigenético, sendo este, determinado tanto pelas relações internas (entre os sistemas orgânicos) quanto pelas externas (do organismo com o meio). Entende-se que quanto melhores as condições do ambiente em que se desenvolve, desde o período fetal, associado às características genéticas e individuais de cada um, maior a probabilidade de uma criança atingir o seu potencial máximo de desenvolvimento, estendendo os efeitos positivos ou negativos até a vida adulta (PIAGET, *et al.*, 1976).

A crescente evolução dos recursos assistenciais em perinatologia e neonatologia têm contribuído para a redução da mortalidade de recém-nascidos prematuros extremos e com baixo peso ao nascimento. Apesar disso, sabe-se que a ocorrência de parto prematuro modifica o ambiente sensorial da criança, submetendo-a a estímulos para os quais seu organismo ainda não está apto a receber, sobrecarregando o SNC em formação e levando a subsequentes dificuldades na organização corporal e sensorial, o que pode comprometer seu desenvolvimento neuropsicomotor como um todo e suas relações sociais futuras (BRASIL, 2017b).

A prematuridade, especialmente associada ao nascimento com muito baixo peso (<1.500g) e a idade gestacional ao nascimento menor que 32 semanas, complicações perinatais e morbidades no período neonatal, restrições do crescimento intrauterino, anormalidades do perímetro cefálico, e pais usuários de drogas e com baixas condições sócio-econômicas e culturais, se constituem como importantes fatores de risco para as alterações do desenvolvimento neuromotor (SOPERJ, 2012). Em 2015, a taxa de prematuridade no Brasil foi de 11,1%, incluindo-se os setores público e privado. A prevalência de baixo peso ao nascer (BPN)¹ representou 8,4% dos nascidos vivos deste mesmo ano (LEAL *et al.*, 2018).

Entende-se que a partir de fatores biológicos e de um ambiente favoráveis ao desenvolvimento intra e extrauterino, as estruturas corporais tendem a evoluir anatômica e fisiologicamente de forma adequada, conduzindo a um

¹ BPN = Baixo peso ao nascer. Refere-se ao peso de nascimento inferior a 2500g (BRASIL, 2014).

desenvolvimento neuromotor satisfatório (BRASIL, 2017b; DARRAH; PIPER, 1994; PIAGET *et al.*, 1976).

James Heckman (2006), prêmio Nobel de Economia no ano de 2000, defende o investimento precoce na saúde e desenvolvimento infantil, destacando o ambiente familiar como fator determinante para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e não cognitivas, as quais serão facilitadoras de um futuro próspero, tanto do ponto de vista econômico quanto sócio-emocional do indivíduo.

Segundo Heckman (2008), quanto mais cedo o contato com ambientes e situações ricos e positivamente estimulantes, maior o acesso à educação, ao desenvolvimento e sucesso profissionais, maiores as possibilidades de se compensar possíveis desvantagens e, menores os índices de criminalidade.

O mesmo autor, em seu livro *“Giving Kids a Fair Chance”*, destaca ainda a ocorrência de anormalidades no desenvolvimento, associadas a alterações anatômicas cerebrais (menor perímetro cefálico, alargamento dos ventrículos e atrofia cortical) em crianças de três anos de idade, expostas a ambientes poucos estimulantes do ponto de vista sensorial (HECKMAN, 2013).

Desta forma, o investimento no desenvolvimento infantil configura-se como estratégia sólida no que se refere ao amadurecimento adequado e independência funcional e financeira do indivíduo e, conseqüentemente para geração de menos custos para a sociedade (HECKMAN, 2006 e 2008).

2.3 Alterações no Desenvolvimento Neuromotor

Os distúrbios do neurodesenvolvimento constituem um grupo de condições associadas a deficiências de habilidades cognitivas, motoras e/ou sociais com início no período de desenvolvimento infantil. Tais condições podem incluir transtornos do desenvolvimento intelectual, distúrbios da comunicação e linguagem, transtorno do espectro autista, do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), transtornos de aprendizagem e distúrbios motores (TRAN; MIYAKE, 2017).

As alterações no desenvolvimento neuromotor englobam comprometimentos no desenvolvimento infantil, com causas e limitações funcionais diversas, que na maioria das vezes, estão associados à identificação de algum atraso na aquisição de habilidades nos primeiros anos de vida. Uma criança com atraso no

desenvolvimento neuromotor, comumente, apresenta histórico associado a condições adversas desde a concepção, na gravidez e nos períodos perinatal e pós-natal recente. Ou a diagnósticos de síndromes genéticas e encefalopatias, como a encefalopatia crônica da infância (paralisia cerebral) (DORNELAS; DUARTE; MAGALHÃES, 2015).

Segundo a SHEVELL *et al.* (2003), da *American Academy of Neurology*, as deficiências do desenvolvimento se caracterizam como um grupo de distúrbios com início precoce e evolução crônica, que afetam de 5% a 10% das crianças canadenses e norteamericanas. Dentre estes distúrbios, encontra-se o atraso do desenvolvimento global, *global development delay*, geralmente descrito em crianças menores de 5 anos e, caracterizado por atraso significativo da performance em dois ou mais domínios do desenvolvimento infantil (motor grosso, motor fino, fala ou linguagem, cognição, relação social/ pessoal e atividades de vida diária). Estima-se que por ano, entre 40.000 e 120.000 crianças, apresentarão atraso de desenvolvimento global no Canadá e nos Estados Unidos (SHEVELL *et al.*, 2003).

No Brasil, apesar do termo atraso no desenvolvimento neuropsicomotor não constar na Classificação Internacional de Doenças 10^a revisão (CID-10), comumente é usado por profissionais da saúde infantil para caracterizar genericamente, a presença de atraso em algum domínio do desenvolvimento (DORNELAS; DUARTE; MAGALHÃES, 2015).

Nacional e internacionalmente, o termo “atraso no desenvolvimento” pode assumir interpretações diversificadas. É possível encontrar o uso deste conceito para a descrição funcional de crianças com comprometimentos neurológicos (com desenvolvimento atípico), com retardo mental e com déficits sensoriais. Ou ainda, para as crianças que não atingem os marcos motores na idade esperada, através da verificação de suas performances pela aplicação de testes normatizados específicos para a avaliação do desenvolvimento infantil. Neste contexto, o termo “atraso no desenvolvimento” (neuropsicomotor ou global) infantil, frequentemente é também utilizado como diagnóstico temporário, até que se tenha a definição do diagnóstico clínico (DORNELAS; DUARTE; MAGALHÃES, 2015).

Cabe ressaltar a importância da monitorização do neurodesenvolvimento infantil e a realização de triagens de rotina para identificação precoce de crianças de risco com instrumentos padronizados, a fim de viabilizar maior resolutividade

terapêutica e melhores condições de funcionalidade (SANTOS; ARAÚJO; PORTO, 2008).

Tobias (2017) identificou 32,3% de quadros suspeitos e/ou com anormalidades no desenvolvimento motor em crianças de 3 a 14 meses, pelas escalas EMIA e DENVER II, em creches do Estado do Rio de Janeiro, sem qualquer identificação prévia de risco.

Aguiar *et al.*, (2007) encontrou prevalência de 14,8% de alterações do desenvolvimento neuropsicomotor pela escala de Denver, em crianças entre 6 e 24 meses de 37 centros municipais de educação infantil de Vitória, no Espírito Santo.

Em Estudo realizado no Rio Grande do Sul com 220 crianças, incluindo crianças consideradas de risco e sem risco ao nascimento², foi encontrada prevalência total de 34% para suspeita de atraso pela escala de DENVER II. Sendo 17,1% a prevalência de risco de atraso no grupo de crianças sem nenhum critério de risco ao nascer (VELEDA; SOARES; CÉZAR-VAZ, 2011).

No estado do Ceará, um estudo publicado no ano de 2015, sobre o perfil epidemiológico das crianças acompanhadas em tratamento de reabilitação ambulatorial na Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) da cidade de Sobral, verificou-se que a PC era o distúrbio mais prevalente (MELO; QUINTO; SOUZA, 2015).

Estima-se que no Brasil, ocorram de 30.000 a 40.000 novos casos por ano de PC, caracterizada por diferentes desordens neuromotoras não progressivas, incluindo sinais de hipertonía muscular e atraso no desenvolvimento, com graus variados de comprometimento funcional (ZANINI; CEMINE; PERALLES, 2009). Podem ocorrer também quadros leves, com sinais sutis que podem não ser notados precocemente e que, serão diagnosticados tardiamente (SOPERJ, 2012).

² Foram consideradas com risco ao nascimento as crianças nascidas por parto domiciliar, filhas de mães com idade ≤ 20 anos ou > 35 anos, com baixa escolaridade, 3 ou mais filhos vivos, 2 ou mais filhos mortos e que não realizaram tiveram acompanhamento pré-natal adequado. Também aquelas que nasceram com peso $\leq 2.500g$, idade gestacional ≤ 36 semanas e índice de Apgar no 5º minuto < 7 . As crianças que não apresentaram tais características, foram consideradas sem risco ao nascimento (VELEDA; SOARES; CÉZAR-VAZ, 2011).

2.4 A Avaliação do Desenvolvimento Neuromotor

Os desvios da normalidade, distúrbios e atrasos do desenvolvimento infantil precisam ser detectados rapidamente a fim de possibilitar a intervenção precoce e melhores resultados terapêuticos (SOPERJ, 2012).

Segundo a Sociedade Brasileira de Pediatria do Rio de Janeiro (SOPERJ), a avaliação clínica isolada detecta apenas cerca de um terço dos distúrbios do desenvolvimento e, geralmente os mais graves (SOPERJ, 2012).

Existem inúmeros instrumentos para avaliação do desenvolvimento neuromotor infantil. Escalas como a *Age and Stage (ASQ)*, *Bayley Scale of Infant Development* (Bayley II e III), Escala Motora Infantil de *Alberta (EMIA)*, *Teste de Denver II*, Escala Motora de Desenvolvimento Peabody (Escala PDMS II), além do Test of Infant Motor Performance (TIMP) e a avaliação dos General Movements Assessment (GMA) são descritas na literatura para a avaliação de crianças desde idades bastante precoces. Destacam-se a EMIA e o Teste de Denver II, como as ferramentas mais frequentemente utilizadas (BARROS *et al.*, 2020; ROCHA; DORNELAS; MAGALHÃES, 2013; HERRERO *et al.*, 2011; SILVA; BOMFIM, 2020). Acresce ainda a Escala de Ashworth Modificada (EAM), utilizada para avaliação do tônus muscular, como investigação complementar do desenvolvimento motor (DARRAH *et al.*, 1998; DIETZ; BERGER, 1983).

A seguir, quadro 3 descreve resumidamente as principais escalas e as funções avaliadas por cada uma delas.

Quadro 3: Principais instrumentos de avaliação do desenvolvimento motor

Instrumentos	Funções Avaliadas	Idade (meses)
ASQ	Desenvolvimento motor grosso e motor fino, capacidade de resolução de problemas, habilidades pessoal-social e habilidades de comunicação.	2 a 66
Bayley II e III	Desenvolvimento motor grosso e motor fino, linguagem, cognição, comportamento, emocional-social.	1 a 42
EMIA	Desenvolvimento motor grosso	0 a 18
Denver II	Linguagem, desenvolvimento motor fino, desenvolvimento motor grosso e interação pessoal-social	0 a 72
PDMS II	Habilidades motoras finas e globais de crianças do nascimento até o 5º ano de vida	0 a 60

TIMP	Postura e movimento em lactentes pré-termo e a termo de alto risco (controle de cabeça, tronco e controle seletivo dos membros superiores e inferiores)	0 a 4
GM	Movimentação espontânea como expressão da integridade do sistema nervoso central (SNC)	0 a 6
EAM	Tônus muscular	ilimitada

Fonte: Adaptado de (BARROS, R. S. *et al.*, 2020; ROCHA, S. R.; DORNELAS, L. F.; MAGALHÃES, L. C, 2013; PIPER; DARRAH, 1994; EISNPIELER, C.; PRECHTL, H. F. R., 2005; SILVA; BOMFIM, 2020).

Notas: Legenda: ASQ (*Age and Stage*); Bayley II e III (*Bayley Scale of Infant Development*); EMIA (Escala Motora Infantil de *Alberta*); Denver II (*Teste de Denver II*), Escala PDMS II (Escala Motora de Desenvolvimento Peabody); TIMP (Test of Infant Motor Performance); GMA (General Movements Assessment); Ashworth (Escala Modificada de Ashworth).

Vários instrumentos abrangem uma faixa etária ampla do desenvolvimento infantil, perdendo em especificidade para as crianças menores de 1 ano. Além disso, poucos instrumentos foram traduzidos e validados para crianças brasileiras (SILVA; BOMFIM, 2020). Assim, no presente estudo, foram escolhidas para a avaliação do desenvolvimento motor a EMIA, já traduzida para o português e com fácil aplicação e, a Escala de *Ashworth* Modificada, como recurso complementar à primeira.

2.4.1 Escala Motora Infantil de Alberta (EMIA)

A EMIA foi elaborada a partir do estudo da maturação motora de crianças desde o termo até a idade da conquista da marcha independente, pela descrição da sequência motora e da progressão do controle antigravitacional, em quatro posturas: prono, supino, sentado e de pé. Cada uma destas posturas representando uma subescala (DARRAH; PIPER, 1994).

Baseada na combinação de elementos das teorias neuromaturacional e dos sistemas dinâmicos, identifica elementos essenciais para um adequado desenvolvimento motor e, diferente de outras escalas de avaliação, a EMIA tem como objetivo tanto a avaliação quanto o acompanhamento do desenvolvimento motor sequencial, a fim de contribuir com a prática clínica de fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais, na avaliação e tratamento de crianças de risco (DARRAH; PIPER, 1994).

Caracterizada por rápida e fácil aplicação, apresenta esquema de imagens de “posturas-padrão” do desenvolvimento motor sequencial e, manual descritivo “*Avaliação Motora da Criança em Desenvolvimento: Avaliação Motora Infantil de Alberta*”, traduzido para o português (DARRAH; PIPER, 1994; PIPER; DARRAH; HERRERO; MASSETTI, 2020).

Através da utilização de medidas padronizadas, é capaz de discriminar crianças com características de um desenvolvimento motor imaturo ou atípico, de crianças com performances motoras normais (DARRAH; PIPER, 1994).

2.4.2 Escala de Ashworth Modificada (EAM)

O tônus muscular pode ser verificado através de inspeção, palpação ou movimentação passiva dos membros (MARSURA *et al.*, 2012) e, especificamente na avaliação de crianças, deve levar em consideração a idade corrigida e a simetria (VILLELA; HURIGIL; CUNHA, 2017).

A verificação do tônus muscular com ferramenta capaz de identificar suas alterações de forma consistente e com fácil aplicabilidade é parte fundamental da avaliação do desenvolvimento neuromotor. Neste contexto, insere-se a Escala de Ashworth Modificada, (ANEXO C) a qual através da mobilização passiva dos membros superiores e inferiores, mede a resistência ao alongamento muscular, velocidade dependente, e gradua o tônus de forma quantitativa e objetiva (CARDOSO, 2019; BOHANNON; SMITH, 1987; BRASIL, 2017b). Tal escala tem sido amplamente utilizada, sendo referenciada pelo Ministério da Saúde brasileiro como ferramenta aplicada no diagnóstico e orientação terapêutica da espasticidade (BRASIL, 2017b), tendo sua eficácia a partir da aplicação por profissionais experientes e adequadamente treinados.

2.5 A Exposição Infantil à Poluição Ambiental

A gestação e os primeiros anos de vida são períodos críticos para o desenvolvimento cerebral, onde há grande vulnerabilidade a fatores agressivos. A exposição à poluição ambiental durante este período pode causar danos permanentes, mesmo em níveis baixos de exposição (GUXENS *et al.*, 2018).

Durante o período gestacional, a barreira placentária é capaz de filtrar apenas parcialmente a entrada de agentes tóxicos vindos do ambiente, favorecendo a

ocorrência de processos inflamatórios sistêmicos, estresse oxidativo, alteração da função neurotransmissora, desregulação imunológica e conseqüentemente, prejudicando o desenvolvimento cerebral do feto. Soma-se ainda o fato de que até o 6º mês de vida a barreira hemato-encefálica ainda não está completamente desenvolvida (GUXENS *et al.*, 2018; BERT *et al.*, 2018; HEYER; MEREDITH, 2016).

Crianças são organismos em desenvolvimento e, portanto, imunologicamente mais vulneráveis. Pela baixa estatura, vivem mais próximas aos poluentes do solo. Por apresentarem fisiologicamente, frequência respiratória mais alta, inalam maior quantidade de poluentes atmosféricos. Proporcionalmente ao seu tamanho, ingerem mais alimentos e água que os adultos e costumam frequentemente levar as mãos e objetos à boca, além de brincar ao ar livre. Este conjunto de características sinaliza a tendência das crianças a uma maior carga de exposição aos riscos ambientais (ASMUS; GUIMARÃES, 2010; ASMUS *et al.*, 2016; HEYER; MEREDITH, 2016; WHO, 2017; OPAS, 2018c).

Dentre as centenas de compostos químicos desenvolvidos e utilizados em processos industriais e/ou presentes em produtos de uso cotidiano nos últimos anos, pequena parcela foi testada quanto ao seu potencial de toxicidade sobre o desenvolvimento fetal e infantil. Soma-se isto ao fato de as crianças serem sensivelmente mais expostas a qualquer elemento tóxico presente na água, alimento ou ar por suas características fisiológicas e comportamentais e de, em geral, terem mais anos de vida futura e, com isso, mais tempo para o desencadeamento de doenças crônicas derivadas da exposição em períodos precoces do desenvolvimento (ASMUS; GUIMARÃES, 2010; ASMUS *et al.*, 2016).

A exposição à poluição ambiental na primeira infância tem sido associada ao comprometimento estrutural e funcional do cérebro, e a desordens do neurodesenvolvimento (GUXENS *et al.*, 2018; TRAN e MIYAKE, 2017; BERT *et al.*, 2018; LIN *et al.*, 2014; HEYER; MEREDITH, 2016).

Estudos recentes indicam que crianças expostas a níveis altos de poluentes atmosféricos durante o período fetal apresentam a superfície cortical mais fina em várias regiões do cérebro, sugerindo que os efeitos da poluição podem se estender a diversos domínios neurofuncionais, incluindo o desenvolvimento da função motora (GUXENS *et al.*, 2018). Há relatos de redução do potencial de habilidades motoras grosseiras e finas em idades precoces, em associação à exposição à poluição do ar durante a gestação (LIN *et al.*, 2014).

Estima-se que 200 milhões de crianças nativas de países em desenvolvimento não consigam atingir seu potencial de desenvolvimento por conta, inclusive, dos riscos ambientais (CUSIK; GEORGIEFF, 2021).

2.5.1 Exposição a Metais Pesados

Metais pesados têm sido usados por humanos por milhares de anos. Desde o século XIX seu uso cresceu vigorosamente por pelo menos cem anos, com consequentes emissões no ambiente. Dentre os poluentes ambientais, os metais destacam-se pela persistência no meio ambiente e pelo potencial de causar danos graves à saúde. E, ainda que seus efeitos nocivos à saúde já sejam conhecidos, seu uso permanece especialmente em países menos desenvolvidos. Os metais mais comumente associados a efeitos deletérios em humanos são chumbo (Pb), cádmio (Cd), mercúrio (Hg) e arsênio (As) (JÄRUP, 2003).

As principais vias de exposição aos metais pesados incluem a inalação do ar, ingestão de água e alimentos contaminados, contato com o solo, amálgamas dentários e tintas (JÄRUP, 2003).

A exposição a substâncias neurotóxicas ambientais, individualmente ou em associação com outras co-exposições, pode levar a sobrecargas e comprometimento do SNC nas fases fetal e na primeira infância (MARQUES *et al.*, 2014).

Possíveis efeitos da exposição a vários metais pesados durante períodos vulneráveis do desenvolvimento cerebral têm sido investigados. Os estudos existentes apontam para associações positivas entre esta exposição e déficits nas funções cognitivas (FREIRE *et al.*, 2018; McDERMOTT *et al.*, 2012), verbal e habilidades motoras em crianças (FREIRE *et al.*, 2018) além de alterações placentárias, interferências sobre o crescimento e desenvolvimento fetal e o índice de Apgar ao nascimento (AL-SALEH *et al.*, 2014).

Dentre estes metais, destaca-se o Pb, o qual tem sido usado por pelo menos cinco mil anos na composição de materiais de construção, pigmentos para vidros e cerâmicas e na fabricação de containers para transporte de água e alimentos (JÄRUP, 2003). E o Hg, por sua distribuição ubíqua no planeta em diferentes espécies químicas, onde o metilmercúrio (MeHg) destaca-se como risco à saúde

humana, por ter como principal via de exposição o consumo de organismos aquáticos (peixes, moluscos e crustáceos) (VASCONCELLOS, 2015).

Segundo o Blacksmith Institute (atual PURE EARTH), o impacto dos poluentes industriais em saúde pública, medido em *DALYs*³ (*Disability-Adjusted Life Year*), é igual ou superior a doenças como a Síndrome da Imunodeficiência Adquirida, tuberculose e malária. Processos industriais que utilizam Pb e Hg como reciclagem de baterias e mineração estão entre as dez principais fontes que contribuem para a carga global de doenças (BLACKSMITH INSTITUTE; GREEN CROSS SWITZERLAND, 2012).

2.5.1.1 Exposição ao Chumbo (Pb)

O chumbo é um metal que pode ser encontrado naturalmente em todas as partes do meio ambiente (ar, água e solo), além de formar diferentes compostos quando combinado com produtos químicos. Lançado no ar pode ser transportado por longas distâncias até pousar no solo, a partir do qual pode atingir as águas subterrâneas (ATSDR, 2020a).

Historicamente, foi utilizado na construção de aquedutos, na fabricação artesanal de utensílios de cozinha, taças e, até para correção da acidez do vinho, na época do Império Romano. Com a revolução industrial e, conseqüente aumento substancial da utilização deste metal, houve os primeiros relatos de intoxicação pelo chumbo (COLASSO, 2020).

Por suas propriedades de maleabilidade, baixo ponto de fusão e alta resistência à corrosão, este metal e seus compostos são amplamente utilizados nas indústrias química, automotiva e de construção para fabricação de baterias, munições, pesos de pesca, tintas, produtos cerâmicos, em calafetagem e solda de tubos, além da elaboração de produtos cosméticos e tintas de cabelo, como aditivo na gasolina de alguns carros de corrida e aviões (ATSDR, 2020a; COLASSO, 2020). Somado a isso, o reprocessamento crescente do chumbo em muitos países, em

³ DALY = indicador desenvolvido pela OMS para estimar a carga de doença, quantificando a lacuna entre a saúde atual de uma população e uma situação ideal onde todos viveriam sua total expectativa de vida com boa saúde. Tem o objetivo de esclarecer sobre causas, quantificar e comparar o impacto de várias doenças, como um norteador de políticas ambientais e de saúde pública (BLACKSMITH INSTITUTE; GREEN CROSS SWITZERLAND, 2012)

caráter informal, torna-se um grande risco à saúde humana e ambiental (BLACKSMITH INSTITUTE; GREEN CROSS SWITZERLAND, 2012).

As principais vias de exposição ao chumbo são por contato dérmico, inalação (poeira e fumaça de cigarro) e ingestão de alimentos e água contaminados, podendo levar a efeitos multissistêmicos. A exposição oral é a principal via da população geral e, especialmente importante em crianças (TAYLOR *et al.*, 2018; COLASSO, 2020).

Ao inalar ou ingerir chumbo, o mesmo se distribui para o cérebro, fígado, rins e ossos. A maior parte do chumbo absorvido pelo organismo tende a se depositar nos ossos e dentes, podendo permanecer nestes tecidos por décadas (meia vida de 27 anos) e, por meses, no sangue (meia vida de 36 dias). As principais vias de excreção são a urina e as fezes, mas também pode ser eliminado pelo leite materno, entre outras vias de excreção (ATSDR, 2020a; COLASSO, 2020).

A exposição ao chumbo, mesmo em níveis baixos, pode levar a sérios comprometimentos no SNC. Desde dores de cabeça e irritabilidade, a déficits de aprendizado, memória, atenção, alterações de comportamento e fraqueza muscular, até encefalopatas com retardo mental de leve a moderado e redução da capacidade intelectual, principalmente em crianças que são especialmente vulneráveis a toxicidade do chumbo, pois tendem a absorvê-lo de quatro a cinco vezes mais que os adultos e por serem expostas ainda intraútero, quando ele está presente no organismo materno e atravessa a barreira placentária (JÄRUP, 2003; ATSDR, 2020a; COLASSO, 2020; BLACKSMITH INSTITUTE; GREEN CROSS SWITZERLAND, 2012).

TONG *et al.*, (1998) destacam que déficits cognitivos associados à exposição ao Pb ambiental na infância parecem ser apenas parcialmente revertidos pelos subsequentes declínios nos níveis de Pb no sangue. E que a intensidade, o tempo de duração e o padrão de exposição ao Pb devem ser determinantes na natureza e no grau de reversibilidade.

Os mecanismos responsáveis pelos efeitos nocivos de neurotoxicidade do Pb no cérebro em desenvolvimento ainda não estão bem compreendidos, mas uma hipótese seria a interrupção da mielinização e diferenciação neuronal. O chumbo interferiria na regulação de neurotransmissores, dificultando a atividade sináptica e, levando a falhas nas conexões neurais e na organização cortical. Além disso, a

deficiência de ferro em associação a exposição ao chumbo atuaria como fator agravante da toxicidade do Pb (SHAH-KULKARNI *et al.*, 2016).

Estima-se que 1% da carga global total de doenças esteja representada pela ocorrência de retardo mental leve e doenças cardiovasculares correlacionadas com a exposição ao chumbo, principalmente nos países em desenvolvimento (BLACKSMITH INSTITUTE; GREEN CROSS SWITZERLAND, 2012).

Além disso, a literatura descreve a ocorrência de anemia, disfunções renais e dos órgãos reprodutores masculinos, puberdade tardia em homens e mulheres, cólicas, gota, hipertensão arterial, como efeitos adversos à exposição ao chumbo. Em gestantes, pode induzir ao parto prematuro, a ocorrência de baixo peso ao nascimento, tendência à redução antropométrica e distúrbios neurológicos com atraso no desenvolvimento neuropsicomotor na prole e até ao aborto espontâneo. Em altas concentrações pode levar até à morte, sendo os efeitos determinados pela dose e tempo de exposição (ATSDR, 2020b; COLASSO, 2020; BLACKSMITH INSTITUTE; GREEN CROSS SWITZERLAND, 2012).

Segundo avaliações da Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC) e da Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA), os compostos de chumbo podem ser considerados como possíveis e/ou prováveis agentes carcinógenos humanos (grupo 2B). Isto significa que existem dados que comprovam esta associação em animais, mas não em humanos. Os estudos existentes em humanos são limitados e não permitem estabelecer uma associação de causalidade (ATSDR, 2020b; BRASIL, 2013).

A análise da presença de chumbo no sangue é o método mais comum e preciso de avaliar a exposição ao chumbo (ATSDR, 2020b). O presente estudo concentra-se em analisar possíveis relações de associação entre alterações no desenvolvimento motor em crianças expostas a poluentes químicos ambientais, a partir de marcadores biológicos no sangue do cordão umbilical, sendo o chumbo, um dos poluentes analisados.

2.5.1.2 Exposição ao Mercúrio (Hg)

O mercúrio é um metal presente na natureza sob a forma elementar ou combinado com outros elementos (mercúrio orgânico e mercúrio inorgânico). O

mercúrio metálico (ou elementar) é utilizado em processos industriais na queima de combustíveis fósseis, produção de gás cloro e soda cáustica, termômetros, manômetros de pressão, eletrodos, amálgamas dentários e baterias, além de sua aplicação nas atividades mineradoras (garimpo). É muito volátil, com alta capacidade de dispersão no ar, podendo permanecer na atmosfera durante anos sob a forma de vapor de mercúrio (ATSDR, 1999; BLACKSMITH INSTITUTE; GREEN CROSS SWITZERLAND, 2012; VASCONCELLOS, 2015; COLASSO, 2020). As emissões da queima de carvão são a maior fonte de poluição do ar por mercúrio nos EUA (BLACKSMITH INSTITUTE; GREEN CROSS SWITZERLAND, 2012).

Os sais de mercúrio podem ser empregados na fabricação de detonadores e explosivos, desinfetantes, aparatos elétricos e eletrônicos e, de alguns medicamentos como cremes clareadores da pele, cremes anti-sépticos e pomadas (ATSDR, 1999; COLASSO, 2020; VASCONCELLOS, 2015).

As vias de exposição humana ao mercúrio são por inalação, tratamentos médicos e dentários, contato dérmico, sendo a principal, a ingestão de peixe ou frutos do mar contaminados com metilmercúrio (ATSDR, 1999; MARQUES *et al.*, 2014; VASCONCELLOS, 2015; WANG *et al.*, 2019). É potencialmente tóxico aos seres humanos por sua capacidade de atravessar as barreiras hematoencefálica e placentária (VASCONCELLOS, 2015), levando comumente à apresentação de concentrações mais elevadas na circulação fetal em comparação à circulação materna (WANG *et al.*, 2019).

As formas orgânicas, como o metilmercúrio (MeHg), apresentam lipossolubilidade e, por isso, são rapidamente absorvidos pelo trato gastrointestinal e amplamente distribuídos por todo organismo até o SNC, onde exercem importante ação neurotóxica e, apresentam meia-vida no sangue de 10 a 105 dias. Produzido principalmente por microorganismos aquáticos e do solo, é a forma mais comum de exposição ambiental humana e, particularmente tóxico pelo seu potencial de absorção e acumulação nos seres vivos, sendo eliminado principalmente pelas fezes e urina (COLASSO, 2020; VASCONCELLOS, 2015).

A literatura descreve como efeitos adversos à saúde humana pela exposição ao Hg desde a ocorrência de partos prematuros, baixo peso ao nascimento, até distúrbios visuais, comportamentais, de atenção e aprendizagem, memória, linguagem, processamento sensorial, alterações no tônus muscular, nas funções auditiva, visuo-espacial e motora, (ATSDR, 1999; VASCONCELLOS, 2015)

caracterizando o SNC como o principal sítio de ação tóxica do Hg. Porém, casos de contaminações agudas podem levar a danos pulmonares, gastrointestinais, dérmicos e autonômicos. Na exposição crônica, pode haver acumulação nos rins, prejudicando também suas funções (VASCONCELLOS, 2015).

No período gestacional, quando o cérebro ainda é bastante imaturo, o MeHg é capaz de inibir a divisão e a migração de neuronais, levando a um grande risco de danos ao neurodesenvolvimento infantil (VASCONCELLOS, 2015).

O presente estudo investiga as possíveis relações de associação entre a ocorrência de alterações no desenvolvimento motor infantil e a exposição a poluentes químicos ambientais, incluindo-se o mercúrio, através da análise do biomarcador mercúrio total, no sangue do cordão umbilical.

2.5.2 Influência da exposição ao Pb e ao Hg sobre o desenvolvimento motor infantil: onde estamos?

No Brasil, Marques *et al.*, (2014) em estudo vinculado a uma coorte realizada na Amazônia, correlacionou a exposição pós-natal ao Hg e ao Pb, com o desenvolvimento neuropsicomotor de crianças aos 6 e 24 meses, residentes de uma ilha de pescadores, em comparação a crianças que residiam em áreas de processamento industrial primário de estanho. Utilizou-se a Escala de Bayley e o registro das idades de aquisição da marcha e da fala, como representativas dos marcos motores do desenvolvimento. Os dois grupos apresentaram exposições distintas aos metais estudados e, diferenças significativas nos desfechos do neurodesenvolvimento. As crianças mais expostas ao Pb materno e ao EtHg (etilmercúrio, derivado de vacinas) mostraram-se mais sensíveis a atrasos no neurodesenvolvimento.

Em uma coorte de nascimentos no Reino Unido, onde a função motora foi avaliada em crianças aos 7 anos de idade, não foram encontradas evidências de correlação entre a exposição pré-natal a metais pesados (Hg, Pb e Cd), pela avaliação através do *The ALSPAC Coordination Test*, instrumento adaptado de subtestes do *The Movement Assessment Battery for Children (Movement ABC)*, e habilidades motoras ou distúrbios da coordenação (TAYLOR *et al.*, 2018).

Després *et al.*, (2005), em estudo originário da coorte canadense de Nunavik, avaliou a performance neuromotora de crianças entre 4 e 6 anos, correlacionando com a exposição aos mesmos poluentes e encontrou associações estatisticamente significativas entre a função motora fina e à exposição pós-natal ao Pb. Maiores concentrações de Pb foram associadas a maior lentidão de resposta, alterações de equilíbrio e coordenação. Foi também observado tremores de ação com maior amplitude nas atividades de apontar o alvo, em associação com Pb e Hg. Não foram observados efeitos adversos neuromotores relativos à exposição pré-natal ao Hg. Mais recentemente, em outro estudo derivado da mesma coorte, Boucher *et al.*, (2016) analisou a relação da exposição pré e pós natal a Hg, PCBs e Pb com a função motora fina em crianças de 11 anos de idade. Neste estudo, a exposição pós-natal ao MeHg foi associada a uma velocidade motora fina mais lenta.

Liu *et al.*, (2014), em estudo de coorte realizada na China, avaliou o desempenho neuropsicomotor de crianças expostas ao Pb, aos, 6, 12, 24 e 36 meses de idade. Os índices de desenvolvimento mental (MDI) e psicomotor (PDI) pela *Bayley Scales of Infant Development* (BSID) foram sempre superiores no grupo com menores concentrações de Pb, em relação ao grupo com maiores concentrações, em todos os períodos analisados. Com metodologia semelhante, Shah-kulkarni *et al.*, (2016), na coorte de nascimentos da Coréia do Sul *Mothers' and Children's Environmental Health* (MOCEH) avaliou o desenvolvimento neuropsicomotor de crianças expostas ao chumbo, nos mesmos períodos e, encontrou correlação linear inversa entre os níveis de Pb no sangue materno ao final da gravidez e os desempenhos mental e psicomotor aos 6 meses de vida, no grupo de crianças cujas mães tiveram baixo consumo de ferro pré-natal, apesar dos níveis de chumbo não terem apresentado diferenças significativas entre os grupos. O que sugere que a baixa ingestão de ferro pode agravar os efeitos adversos do Pb.

Estudos longitudinais realizados na Polônia, Jedrychowski *et al.*, (2007) e nos Estados Unidos, Lederman *et al.*, (2008) avaliaram o desenvolvimento neuropsicomotor de crianças aos 12, 24 e 36 meses, através do mesmo instrumento das coortes chinesa e coreana, a BSID. O primeiro estudo, encontrou associação inversa entre as concentrações de Hg e as performances no PDI e MDI aos 12 meses, não confirmada aos 24 e 36 meses. O segundo estudo, encontrou associação inversa entre as concentrações de Hg no cordão umbilical e a performance no PDI. Inversamente, Golding *et al.*, (2016), encontrou associações

benéficas entre o desenvolvimento neuropsicomotor infantil entre 6 e 42 meses de idade e a exposição pré-natal ao Hg, medidas com base na Escala de Denver e nas concentrações de Hg em sangue materno. O que segundo os autores, pode estar relacionado a diversos fatores que vão além da dieta materna com consumo de peixe. Como características sócio-econômicas da família, nível de escolaridade materna, fatores como estresse, fumo e tabagismo na gestação, especialmente na primeira metade da gravidez, idade materna ao nascimento, paridade, e acesso do recém-nascido à amamentação.

Asmus *et al.*, (2016) destacam a vulnerabilidade das crianças brasileiras, pelo grande risco de exposição a metais pesados em função do sistema de descarte de resíduos perigosos sólidos destiná-los a lixões e/ou hidrovias. E, aponta a necessidade de monitoramento mais rigoroso sobre emissões de poluentes como estratégia fundamental na estruturação de ações em vigilância em saúde das populações mais vulneráveis. Neste sentido, encaixam-se também estratégias preventivas em saúde pública, para que se minimize a exposição a metais pesados e a outros poluentes ambientais, especialmente durante a gravidez e na primeira infância. Além da identificação precoce, dos riscos e ocorrências de exposição, a fim de favorecer intervenções mais eficazes (HECKMAN, 2006; 2008; FORMIGA, PEDRAZZANI; TUDELLA, 2004; SANTOS; ARAÚJO; PORTO, 2008; TAYLOR *et al.*, 2018).

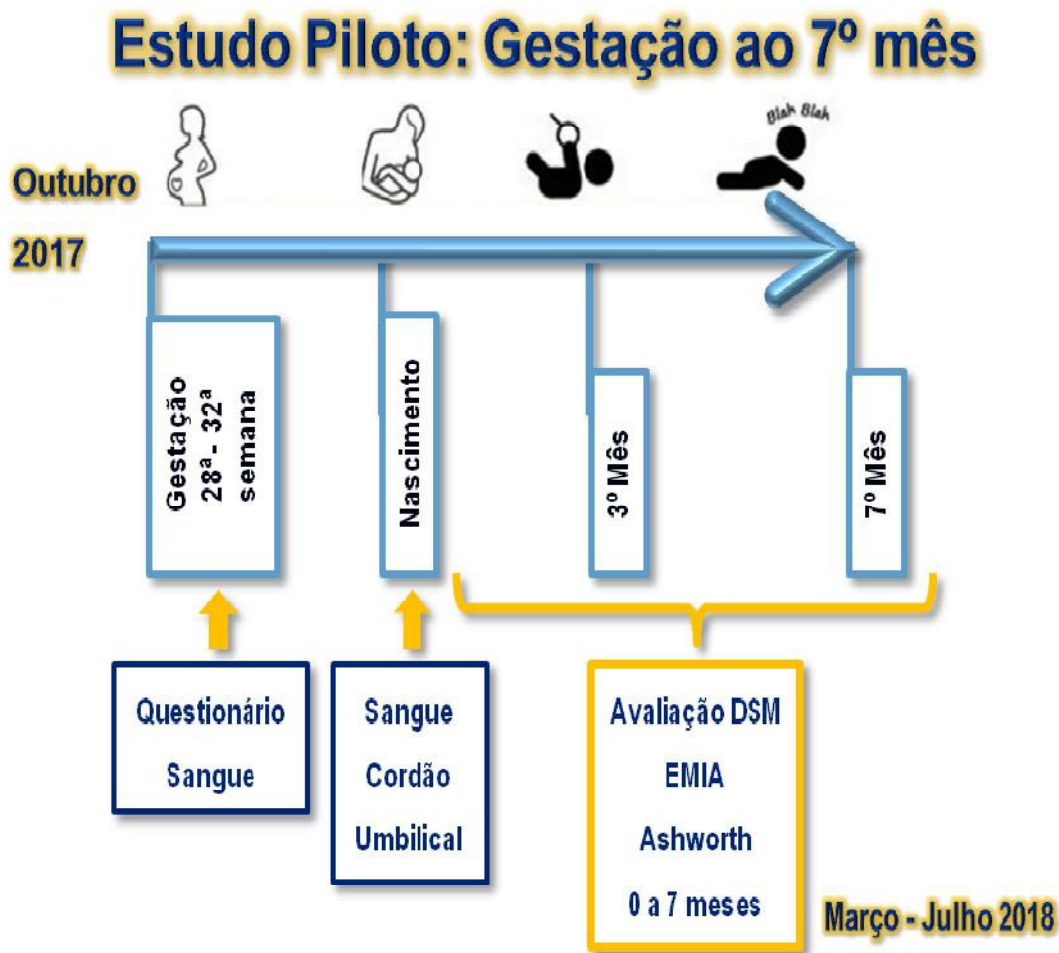
Por fim, os mesmos autores sinalizam que, apesar de muitos estudos brasileiros já terem identificado a ocorrência de exposição de crianças a metais pesados, ainda não há base sólida de conhecimentos a respeito das consequências desta exposição, a curto e longo prazos no público infantil (ASMUS *et al.*, 2016).

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

3.1 Desenho de Estudo

Trata-se de um estudo exploratório de coorte prospectiva, com duração de 9 meses, caracterizada por um recorte da amostra do estudo piloto do *Projeto PIPA*, realizado por conveniência. A seguir, a figura 1 representa esquema de linha do tempo da evolução das fases do trabalho.

Figura 1: Esquema da linha do Tempo da Evolução das Fases do Trabalho



Fonte: Adaptado de Asmus *et al.*, (2020)

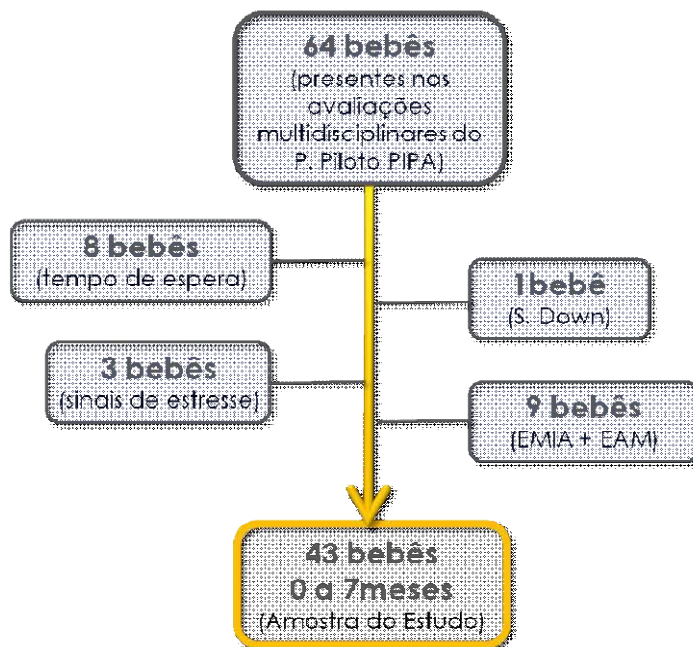
Notas: Os itens destacados em amarelo referem-se às etapas incluídas no presente trabalho.

3.2 População de estudo

Quarenta e três crianças foram avaliadas entre março e julho de 2018. Todos os participantes apresentaram o termo de consentimento livre e esclarecido assinado pelos responsáveis.

Para chegar a este “n”, partimos de um quantitativo de 64 bebês que compareceram ao agendamento da avaliação multidisciplinar do estudo piloto, de março a julho de 2018. Oito crianças não foram avaliadas pela fisioterapia em função dos seus responsáveis não poderem aguardar a sequência completa de avaliações planejada, pelo tempo de permanência prolongado no local. Três outras crianças foram excluídas por apresentarem sinais de estresse durante a avaliação, seguidos pelo insucesso nas tentativas maternas e/ou dos avaliadores em tranquilizá-las. Um bebê diagnosticado com Síndrome de Down também foi excluído. E nove lactentes foram excluídos por não terem finalizado uma das duas avaliações propostas (EMIA e EAM). Tal trajetória encontra-se representada na figura 2.

Figura 2: Esquema de formação da população do estudo



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2021.

Notas: tempo de espera = tempo necessário para cada criança passar pela sequência completa de avaliações planejada pelo projeto piloto do PIPA; sinais de estresse = escore 6 (choro à avaliação) segundo a escala de Brazelton; S. Down = bebê com diagnóstico de Síndrome de Down; EMIA + EAM = lactentes excluídos da análise por não terem finalizado avaliação em uma das duas escalas propostas (Escala Motora Infantil de Alberta e Escala de Ashworth Modificada, respectivamente).

3.3 Critérios de Elegibilidade

Foram incluídas todas as crianças participantes do estudo piloto da *Coorte dos bebês* nascidas de parto normal ou cesáreo; sem limite de idade gestacional; incluindo gestações gemelares.

Recém-nascidos e lactentes com sinais de estresse, manifestados por choro à avaliação, representados pelo escore 6 da Escala de Brazelton (ANEXO D), e/ou portadores de síndromes genéticas foram excluídos.

3.4 Coleta de dados

O protocolo do estudo incluiu duas frentes de coleta de dados, efetuadas em momentos diferentes da pesquisa. Seguem:

1. O banco de dados PIPA:

Um questionário referente ao perfil sócio demográfico (idade, região de moradia, renda familiar), a existência de doenças maternas preexistentes e intercorrências na gestação atual foi aplicado às gestantes no terceiro trimestre gestacional (entre a 30^a. e a 34^a. semana).

À ocasião dos partos, foram coletados dados sobre o nascimento (sexo, IGN, Peso, índice de APGAR, medidas antropométricas, intercorrências perinatais), além de amostras de sangue do cordão umbilical para análise de marcadores biológicos como medidas de exposição dos recém-nascidos ao Pb e Hg.

Todos os dados citados acima foram organizados e sumarizados em variáveis no banco de dados do estudo piloto PIPA.

2. Avaliações pela equipe do GENEP:

Entre o nascimento e o 6^o mês de vida, o estudo piloto PIPA agendou, avaliações multidisciplinares dos bebês para acompanhamento da evolução do desenvolvimento (entre março e julho de 2018), onde se incluíram as avaliações do desenvolvimento motor (EMIA) e do tônus muscular (EAM) realizadas pelo Grupo de Estudos e Pesquisas em Fisioterapia Neonatal e Pediátrica (GENEP: dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/2588724426325086). Para afastar a ocorrência de vieses, os dados utilizados referem-se exclusivamente às primeiras avaliações realizadas em cada criança.

3.4.1 Avaliação do desenvolvimento motor pela Escala Motora Infantil de Alberta – EMIA

A aplicação da EMIA avaliou a expressão da movimentação espontânea dos neonatos e lactentes, com duração aproximada de 30 minutos, em quatro posturas (prono, supino, sentada e de pé), incluindo-se as transições posturais realizadas livremente, sem a realização de estímulos táteis/ proprioceptivos facilitadores. Foram utilizados brinquedos adequados à idade, para estimulação visual e auditiva e, a permanência dos pais próximos às crianças foi permitida, como um meio de tornar o ambiente emocionalmente seguro durante a avaliação, cooperando para o desempenho motor natural dos lactentes e seguindo os preceitos da EMIA (DARRAH; PIPER, 1994).

A escala contém 58 itens: 21 na subescala de prono; 9 na subescala de supino; 12 na subescala da postura sentada e 16 na subescala de pé. Cada item executado recebeu 1 de pontuação e, ao final da avaliação, somou-se todos os pontos obtidos nas quatro subescalas e, correlacionando-se com a idade da criança avaliada (corrigida, em caso de nascimento prematuro), o valor do somatório total foi lançado no gráfico de percentis (ANEXO B) (DARRAH; PIPER, 1994).

Os itens foram pontuados apenas quando, durante o período da avaliação, a criança apresentou a postura ou comportamento motor correspondente. As avaliações, foram acompanhadas simultaneamente por dois profissionais, a fim de coordenar a observação com a pontuação dos itens e assim, evitar perdas observacionais do comportamento motor avaliado. Para classificação quanto ao risco para o desenvolvimento motor, foram estabelecidos os seguintes pontos de corte, segundo o que preconiza a escala (DARRAH; PIPER, 1994):

- 5% = atraso no desenvolvimento motor;
- 10% = desenvolvimento motor suspeito;
- $\geq 25\%$ = desenvolvimento motor normal.

As crianças foram acompanhadas até o sexto ou sétimo mês de vida, independentemente da idade de entrada no projeto a fim de garantir que, em caso de detecção de algum comportamento de risco, os devidos encaminhamentos fossem realizados. Vale ressaltar, que apenas a primeira avaliação de cada criança foi incluída nas análises de resultados.

O quantitativo de crianças encaminhadas para acompanhamento do desenvolvimento motor encontra-se nos resultados do trabalho.

3.4.2 Avaliação do tônus muscular pela Escala de Ashworth Modificada (EAM)

A aplicação da Escala modificada de Ashworth consistiu na verificação do tônus muscular pela movimentação passiva dos 4 membros dos lactentes e determinação de presença ou não de resistência ao alongamento muscular, em diferentes graus, de acordo com a descrição do referido instrumento (BRASIL, 2017b). Foram considerados para análise o maior grau de tônus muscular identificado em cada lactente após a avaliação dos quatro membros.

A definição do escore na avaliação do tônus seguiu a seguinte graduação:

- 0 = tônus normal;
- 1 = leve aumento do tônus muscular (aumento do tônus no início ou no final do arco de movimento);
- 1+ = leve aumento de tônus muscular (aumento de tônus em menos da metade do arco de movimento);
- 2 = aumento mais marcado de tônus muscular (aumento de tônus em mais da metade do arco de movimento);
- 3 = aumento considerável de tônus muscular (segmentos em flexão ou extensão e movidos com dificuldade),
- 4 = partes rígidas em flexão ou extensão.

3.4.3 Análise da confiabilidade da aplicação da EMIA

Além da avaliação presencial realizada pela equipe do GENEP, o desenvolvimento motor dos lactentes (pela escala EMIA) foi verificado através de vídeos, por um avaliador cego.

As avaliações realizadas pela equipe de fisioterapia foram filmadas e organizadas em arquivos codificados somente com números de identificação e idades dos lactentes no dia da avaliação (corrigidas, na ocorrência de nascimento prematuro).

As classificações segundo o escore obtido na EMIA foram registradas pelo GENEPE ao final da observação de cada avaliação e arquivada em prontuário específico, inacessível ao outro avaliador.

Os vídeos foram encaminhados a uma pesquisadora colaboradora do GENEPE, totalmente cega em relação ao projeto e seus desfechos (APÊNDICE B). A pesquisadora em questão é membro de outra importante instituição de ensino e pesquisa no país e, responsável pela tradução e realização de cursos de formação pelo método EMIA no Brasil.

Após a conclusão das avaliações presencial e cega, os escores absolutos (total dos somatórios das subescalas) de cada lactente obtidos pelos dois examinadores foram tabelados e lançados no programa SPSS, para cálculo do coeficiente de correlação intraclassa (ICC), a fim analisar o grau de concordância interexaminador nas avaliações do desenvolvimento motor e, garantir a confiabilidade dos resultados e a qualidade das análises. Os detalhes da análise estatística realizada para este fim estão no item 6.7.

3.5 Viabilidade e Questões Éticas, Riscos e Benefícios

O protocolo de avaliações e ações instituídas para o desenvolvimento deste projeto respeitam os conceitos éticos da Declaração de Helsinque e da Resolução 466/2013 do Conselho Nacional de Saúde sobre Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, o qual determina aprovação prévia em caráter formal, do projeto por Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e a inclusão de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelos responsáveis legais pelas crianças participantes do estudo.

O presente estudo recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Maternidade Escola da UFRJ em dezembro de 2020 parecer: 4.448.953 – (ANEXO E) e, a coorte principal foi aprovada pelos Comitês de Ética em Pesquisa da Maternidade Escola da UFRJ (parecer: 2.092.440) e da Fundação Oswaldo Cruz (Parecer: 2.121.397) no ano de 2017.

Os riscos oferecidos à população estudada foram mínimos, caracterizados por sinais de estresse ou desconfortos gerados no momento da avaliação. As

avaliações foram interrompidas instantaneamente a qualquer sinal de desconforto por parte dos lactentes.

Este estudo traz como benefícios a descrição analítica do desenvolvimento motor de bebês expostos a diferentes poluentes ambientais, desde o período gestacional, possibilitando a identificação precoce de possíveis situações de risco para anormalidades do desenvolvimento motor. Os resultados do projeto favorecerão não apenas a identificação, mas a intervenção precoce, com o objetivo de prevenir complicações e estimular melhores condições de saúde e funcionalidade a curto, médio e longo prazo.

3.6 Descrição das variáveis

Para atender aos objetivos do estudo, foram escolhidas variáveis características do perfil materno, do perfil dos bebês, da exposição pré-natal ao Pb e ao Hg (marcadores biológicos de exposição representados pelas concentrações ou taxas de detecção de Pb e Hg no sangue do cordão umbilical) e, dos desfechos principais (desenvolvimento motor e tônus muscular).

No perfil materno, incluiu-se dados sobre o local de moradia (bairro/município), a renda familiar mensal, a idade, cor da pele, exercício de atividade remunerada, consumo de bebida alcoólica e/ou tabagismo ativo, presença de doenças preexistentes e intercorrências no período gestacional.

No perfil dos bebês, incluiu-se informações do sexo, peso ao nascimento, índice de APGAR no 1º e no 5º minutos, classificações quanto ao crescimento intruterino (AIG, PIG e GIG), quanto à idade gestacional ao nascimento (PMT, AT, POT), presença de malformações congênitas, intercorrências perinatais, ocorrência de reanimação em sala de parto e, de internação em UTI Neonatal após o nascimento. Além da idade de cada bebê no dia da avaliação do desenvolvimento motor e do tônus muscular.

A exposição pré-natal ao chumbo e ao mercúrio foi verificada através da concentração destes metais no sangue do cordão umbilical.

Para verificação dos desfechos, utilizou-se as medidas do score da EMIA em percentis, a categorização destes escores em desenvolvimento normal e alterado e

os scores obtidos na avaliação do tônus muscular pela EMA com sua categorização em tônus normal e alterado.

A seguir, a relação descritiva das variáveis utilizadas no estudo.

Quadro 4: Variáveis do estudo

VARIÁVEL	TIPO	DEFINIÇÃO	RESULTADO
Perfil Materno			
Idade	Numérica	Idade	Anos
Bairro	Nominal	Bairro	Nome
Cor	Nominal	Cor materna autorreferida	Preto, pardo, branco, amarelo, indígena
Renda	Numérica	Renda familiar mensal	Reais
Atividade Remunerada	Nominal	Exercício de atividade remunerada	Sim ou não
Doenças Preexistentes	Nominal	Doenças preexistentes	Sim ou não
Intercorrências Gestacionais	Nominal	Intercorrências na Gestação atual	Sim ou não
Bebida alcoólica	Nominal	Consumo de bebida alcoólica na gestação	Sim ou não
Perfil dos lactentes			
Sexo	Nominal	Sexo do recém-nascido	F e M
Classif_IG	Nominal	Classificação quanto à idade gestacional	PMT, T, POT
Classif_RN	Nominal	Classificação de acordo com o crescimento intrauterino	AIG, PIG, GIG
PN	Numérica	Peso ao nascer	Gramas (g)
MF_Congênitas	Nominal	Presença de malformações congênitas	Sim ou não
APGAR1	Numérica	Índice de Apgar – 1º min	1, 2, 3, ..., 10
APGAR5	Numérica	Índice de Apgar – 5º min	1, 2, 3, ..., 10
Reanim_SP	Nominal	Reanimação na Sala de Parto	Sim ou não
Interc_Perinatais	Nominal	Ocorrência de Intercorrências clínicas	Sim ou não
UTINEO	Nominal	Internação na UTI-Neonatal	Sim ou não
Idade Avaliação	Numérica	Idade dos bebês no dia da avaliação	Semanas
Marcadores de exposição ao Hg e ao Pb			
Pb_cordão	Numérica	Concentração de Pb no sangue do cordão umbilical	µg/dl
Hg_cordão	Numérica	Concentração de Hg no sangue do cordão umbilical	µg/L
Desfechos primários nos lactentes			
Percentil EMIA	Catagórica a Ordinal	Escore da Escala EMIA	P5, P10, 25, 50, 75 e 90
EMIA	Catagórica a	Classificação do desenvolvimento motor	Normal e alterado
Escore EAM	Numérica	Escore do tônus muscular	0, 1, 1+, 2, 3, 4
EAM	Catagórica a	Classificação do tônus muscular	Normal e alterado

Fonte: arquivo da autora, 2021.

Notas: Legenda: Classif_IG= classificação pela idade gestacional, Classif_RN= Classificação de acordo com o crescimento intrauterino, PN= peso de nascimento, MF_Congênitas= malformações congênitas, Reanim_SP= reanimação na sala de parto, Interc_Perinatais= intercorrências perinatais, UTINEO=

unidade de terapia intensiva neonatal, F= feminino, M= masculino. PMT= prematuro, T= termo, POT= pós termo. AIG, PIG e GIG= adequado, pequeno e grande para a idade gestacional. Pb_cordão e Hg_cordao= taxas de detecção de chumbo e mercúrio no sangue do cordão umbilical, respectivamente. EMIA= Escala motora infantil de Alberta, para avaliação do desenvolvimento motor infantil; EMA= Escala de Ashworth Modificada, para avaliação do tônus muscular; P5, P10, P25, P50, P75, P90= percentis 5, 10, 25, 50, 75 e 90 respectivamente, de acordo com o gráfico de percentis da Escala EMIA.

3.7 Análise Estatística

Os dados coletados foram sumarizados e organizados em um banco de dados em planilha eletrônica.

Inicialmente, houve a preocupação com a garantia da confiabilidade dos dados coletados referentes ao desenvolvimento motor dos lactentes. Para isso, foi realizado o cálculo do coeficiente de correlação intraclassa (ICC) dos escores da EMIA. O ICC é um parâmetro amplamente utilizado em pesquisas científicas de diversas áreas de conhecimento para medir a correlação de dados, representados por variáveis quantitativas, coletados por dois ou mais avaliadores. O ICC pode apresentar valores situados entre zero e um, sendo mais forte a correlação quanto mais próximo do um for o resultado (E-LASTIC, 2021). A literatura sugere que valores do ICC menores que 0.5 representam correlações pobres, valores entre 0.5 e 0.75 correlações moderadas, valores entre 0.75 e 0.9 correlações boas e, valores maiores que 0.9 exprimem correlações excelentes (KOO; LI, 2016).

Para a análise do ICC da EMIA os escores absolutos (total dos somatórios das subescalas) de cada lactente obtidos pelos dois examinadores (responsáveis pelas avaliações presencial e avaliadora duplamente cega) foram tabelados e lançados no programa SPSS versão 21. Utilizou-se os escores de toda a amostra, para a análise da concordância absoluta dos dados, considerando o resultado do ICC para as medidas médias.

Nas demais análises estatísticas foi utilizado o programa RStudio, versão 1.3.1056 e [®], versão 16.39. A verificação da normalidade das distribuições das variáveis foi analisada por meio dos testes Shapiro-Wilk e Kolmogorov-Smirnov.

Para a descrição do perfil da amostra estudada, descrição das taxas de detecção de Pb e Hg no sangue do cordão umbilical e, descrição dos desfechos principais foram realizadas análises descritivas apresentadas através de diferentes

gráficos e tabelas com medidas de frequência e dados estatísticos descritivos, apresentados por frequência absoluta e relativa, valores mínimo e máximo, média, mediana, desvio padrão e coeficiente de variação (). Onde para a análise da variabilidade da distribuição dos dados, considerou-se $CV < 0.15$ como baixa dispersão, $0.15 \leq CV < 0.30$ como dispersão moderada e, $CV \geq 0.30$ como alta dispersão (FONSECA; MARTINS, 2011).

A amostra foi categorizada em dois grupos segundo a exposição ao Pb e ao Hg (menos expostos e mais expostos) tendo como ponto de corte o valor do primeiro tercil (33,33%) da concentração dos poluentes na própria amostra ($Hg \leq 0,834 \mu\text{g/L}$ = menos exposto, acima disto = mais exposto e; $Pb \leq 3,317 \mu\text{g/dL}$ = menos exposto; acima deste valor = mais exposto).

As variáveis de desfecho (EMIA e EAM) também sofreram categorização binária em desenvolvimento motor e tônus muscular normal e alterado. Sendo o ponto de corte da EMIA o percentil 25 (igual ou acima deste percentil = desenvolvimento motor normal e abaixo disto = desenvolvimento motor alterado) e o escore zero como ponto de corte da EAM (tônus muscular igual à zero = normal, diferente disto = tônus muscular alterado).

Para investigação de possíveis associações para ocorrência de falhas no desenvolvimento motor relacionadas à exposição pré-natal aos metais estudados, utilizou-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney (pela rejeição da normalidade dos dados) para verificação da igualdade de medianas das concentrações de Pb e Hg, sobre cada categoria EMIA e EAM. Posteriormente, utilizou-se o Teste Exato de Fisher sobre os desfechos EMIA e EAM, em relação às concentrações de Pb e Hg no cordão umbilical.

Para significância estatística dos testes realizados, considerou-se $p < 0,05$.

3.8 Análise Laboratorial

As análises do sangue do cordão umbilical coletados foram realizadas no laboratório do Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde (INCQS) da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) pelo método de Espectrometria de Massas com Fonte de Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS). O sangue do cordão umbilical coletado, foi armazenado em temperaturas entre 2°C e 7°C para transporte

e, posteriormente, congeladas à 4°C até a realização das análises. Após descongelamento, as amostras foram diluídas acrescentando água desmineralizada à 0,5 ml da amostra até o volume de 10 ml. Em seguida foi adicionado 1,0 ml de ácido nítrico 65% (HNO₃) e as amostras foram submetidas ao aquecimento a 80°C em banho maria, por 2 a 3 horas a fim de assegurar a completa digestão da matéria orgânica presente nas amostras. O limite de quantificação (LOQ) para Pb e Hg foi respectivamente foi de 0,05 µg/L e 0,02 µg/L e o limite de detecção (LOD) foi 0,015 µg/L e 0,007 µg/L. *Para as análises de chumbo, os valores foram convertidos para µg/dl.

3.9 Projeto Aplicativo

Foi desenvolvida uma proposta de vídeo (com roteiro, texto, descrição das cenas e falas a serem gravadas), como material informativo sobre o desenvolvimento motor infantil, para futura publicação em mídias de fácil acesso ao público geral, como produto final do projeto aplicativo (APÊNDICE C).

4 RESULTADOS

4.1 Perfil Materno

A maioria das gestantes (87,8%) residia em bairros da cidade do Rio de Janeiro, distribuídos entre as zonas norte, sul, central e oeste, sendo a zona Sul a área de moradia mais frequente (21 = 51,2%). Um número menor (5 = 12,2%) eram residentes em municípios vizinhos, em bairros de Nova Iguaçu, Belford Roxo e Duque de Caxias.

A média de idade materna encontrada foi de 27,92±7,63 anos, sendo a idade mínima igual a 17 e a máxima, 45 anos. A média da renda mensal familiar total foi de R\$ 2.575,65. Onde 52,5% mães exerciam atividade remunerada durante a gestação e, 47,5% não (tabela 1).

Referente às características clínicas e comportamentais maternas investigadas, 35,7% das gestantes já possuíam algum problema de saúde antes da gravidez, 48,8% apresentaram intercorrências na gestação e 41,5% delas, alegaram consumo de bebidas alcoólicas. Foram listadas as doenças preexistentes mais frequentes, de acordo com o histórico patológico pregresso das gestantes e, os principais eventos clínicos adversos que pudessem comprometer o desenvolvimento e a saúde fetal (intercorrências gestacionais). Todas as informações a respeito do perfil materno estudado encontram-se na tabela 1.

Tabela 1: Perfil Materno (continua...)

VARIÁVEL	n	Média	DP	Mediana	Mín	Máx	CV
Idade (anos)	41	27,63	7,63	27	17	45	0,28
Renda Familiar (R\$)	37	2576	1630	3000	165	8000	0,63
		Frequências					
		N	Sim	(%)	Não	(%)	
Atividade Remunerada	40	21	52,5		19	47,5	
Intercorrências Gestacionais	41	20	48,8		21	51,2	
Bebida alcoólica	41	17	41,5		24	58,5	
Doenças Preexistentes	42	15	35,7		27	64,3	
Tabagismo ativo	41	9	22,5		30	75,0	
Cor materna auto-referida		Frequência			Frequência Relativa (%)		
Parda		18			43,9		
Branca	41	12			29,3		
Preta		11			26,8		

Doenças preexistentes			
ITU		8	19,5
Anemia	41	5	12,2
Diabetes		3	7,3
Outras		7	17,07
Intercorrências gestacionais			
Diabetes		7	17,1
Sangramento uterino	41	6	14,6
Descolamento de placenta		4	9,8
Outras		14	34,1

Fonte: arquivo da autora, 2021.

Notas: Legenda: n= frequência total de respostas registradas; DP= desvio padrão, Min= valor mínimo encontrado, Max= valor máximo encontrado, CV= coeficiente de variação; ITU = infecção do trato urinário.

4.2 Perfil dos lactentes

Na amostra estudada, 22 bebês (51,2%) eram do sexo masculino e 21 (48,8%) do sexo feminino. A maioria dos recém-nascidos (88,4%) nasceu a termo (≥ 37 semanas gestacionais), 76,7% apresentaram crescimento intrauterino adequado para a idade gestacional (AIG), 17,5% bebês apresentaram intercorrências perinatais, 26,8% necessitaram de procedimentos de reanimação em sala de parto e 14,6% de internação em UTI Neonatal após o nascimento. Não foram encontradas malformações congênitas nos bebês estudados. Apenas 1 (2,3%) recém-nascido apresentou evento hipóxico-isquêmico e em 3 (7%) foi observada a presença de bossa serossanguínea. A média do peso ao nascimento encontrada foi de $3205 \pm 549,4$ g, com peso mínimo de 1755 g e peso máximo de 4260 g. Os registros do índice de Apgar indicaram mediana de 8 e 9 no 1º e 5º minutos, respectivamente. A idade média dos lactentes no dia da avaliação foi de $13,79 \pm 6,46$ semanas. Todas as informações a respeito do perfil dos lactentes estudados encontram-se na tabela 2.

Tabela 2: Perfil dos lactentes (continua...)

Variável	n	Frequências (%)	(%)	(%)	
Sexo	43	Feminino	Masculino		
		21	48,8	22	51,2
Classif_IG	43	Pré-termo	A termo	Pós-termo	
		4	9,3	38	88,4
Classif_RN	43	AIG	PIG	GIG	
		33	76,7	6	14,0
		Sim	Não	(%)	

Int_Perinatais	40	7	17,5	33	82,5		
MF_Congênitas	40	0	0	40	100		
Reanim_SP	41	11	26,8	30	73,2		
UTINeo	41	6	14,6	35	85,4		
	n	Média	DP	Mediana	Mín	Máx	CV
Peso (g)	43	3205	549,36	3255	1755	4260	0,17
APGAR (1º min)	41	7,61	1,89	8,00	1,00	9,00	0,25
APGAR (5º min)	41	8,44	1,64	9,00	0,00	10,00	0,19
Idade Avaliação (sem)	43	13,79	6,46	12,00	2,00	29,00	0,47
Classificação / peso ao nascimento			n	Frequência	(%)		
BPN				5	11,6		
PAN			43	35	81,4		
EPN				3	7,0		

Fonte: arquivo da autora, 2021.

Notas: Legenda: n= frequência total de respostas registradas; AIG, PIG e GIG= adequado, pequeno e grande para a idade gestacional, respectivamente; Int_Perinatais= Intercorrências perinatais; MF_Congênitas= malformações congênitas; Reanim_SP= reanimação em sala de parto; UTINeo= Unidade de terapia intensiva neonatal; DP= desvio padrão; Mín e Máx = valores mínimo e máximo encontrados, respectivamente; CV= coeficiente de variação; Peso= peso ao nascimento, em gramas; APGAR (1ºmin) e APGAR (5ºmin)= índice de APGAR medido no 1º e no 5º minuto de vida; Idade Avaliação= idade dos lactentes no dia da avaliação do desenvolvimento motor, em semanas. BPN= baixo peso ao nascimento, PAN= peso adequado ao nascimento, EPN= excesso de peso ao nascimento ou macrosomia (BRASIL, 2014).

4.3 Descrição dos Marcadores Biológicos de Exposição pré-natal ao Chumbo e ao Mercúrio:

As amostras de sangue do cordão umbilical apresentaram médias geométricas das concentrações dos metais iguais a 4,07 µg/dL e 1,20 µg/L, com medianas iguais a 4,00 µg/dL e 1,02 µg/L, para Pb e Hg respectivamente (tabela 3).

Tabela 3: Taxas de detecção de Pb e Hg no sangue do cordão umbilical.

Marcador Biológico	n	MG	MA	DP	Mediana	Mín	Máx	CV
Pb_cordão (µg/dL)	37	4,07	4,50	2,28	4,00	1,67	13,07	0,51
Hg_cordão (µg/L)	37	1,20	1,61	1,50	1,02	0,42	6,38	0,93

Fonte: arquivo da autora, 2021.

Notas: Legenda: n= frequência total de dados registrados; MG= média geométrica; MA= média aritmética; DP= desvio padrão; Mín e Máx= valores mínimo e máximo encontrados; CV= coeficiente de variação; Pb_cordão= taxa de detecção de Pb no sangue do cordão umbilical; Hg_cordão= taxa de detecção de Hg no sangue do cordão umbilical.

4.4 Descrição do desenvolvimento motor pela escala EMIA e do tônus muscular pela EAM

Na análise do desenvolvimento motor, 16,3% das crianças foram identificados com atraso no desenvolvimento motor (P5) e 9,3%, com desenvolvimento motor suspeito (P10). Os demais, representando 74,42% da população estudada, apresentaram desenvolvimento motor normal ($P \geq 25$). Para efeito das análises estatísticas sequenciais, as crianças com perfil de atraso e suspeitas foram agrupadas em um único grupo e classificadas como desenvolvimento motor “alterado”.

Na avaliação do tônus muscular pela Escala de Ashworth Modificada, 30,2% dos lactentes foram classificados com tônus muscular normal (escore = 0) e o restante apresentou algum grau de aumento do tônus muscular, entre 1 e 2. As frequências descritas referentes às avaliações do desenvolvimento motor e do tônus muscular estão sumarizadas na tabela 4.

Tabela 4: Frequência dos percentis EMIA e dos escores da EAM (moda = 0)

Escala Motora Infantil de Alberta - EMIA			Escala de Ashworth Modificada - EAM		
Percentil	Frequência (n)	(%)	Escore	Frequência (n)	(%)
P5	7	16,3	0	13	30,2
P10	4	9,3	1	10	23,3
P25	14	32,6	1+	13	30,2
P50	7	16,3	2	7	16,3
P75	4	9,3	3*	0	0
P90	7	16,3	4*	0	0
Total	43	100	Total	43	100

Fonte: arquivo da autora, 2021.

Notas: Legenda: P5, P10, P25, P50, P75 e P90 = percentis 5, 10, 25, 50, 75 e 90 no gráfico de percentis da EMIA, onde valores iguais ou superiores ao P25= desenvolvimento motor normal (sombreamento cinza), P10= desenvolvimento motor suspeito e P5= atraso no desenvolvimento motor (sem sombreamento). Referente à EAM, 0= tônus muscular normal, 1= Leve aumento do tônus muscular com mínima resistência no fim do movimento, 1+= Leve aumento do tônus muscular com mínima resistência em menos da metade do movimento, 2= Aumento mais marcado do tônus muscular na maior parte do movimento, mas a mobilização passiva é efetuada com facilidade, 3= Considerável aumento do tônus muscular, mas a movimentação passiva é efetuada com dificuldade, 4= Segmento afetado rígido em flexão ou extensão (BRASIL, 2009). *Não houve nenhum lactente na amostra estudada que tenha obtido classificação nos escores 3 e 4 pela EAM.

4.5 Análise do coeficiente de correlação intraclassa (ICC) da EMIA

A fim de garantir a confiabilidade dos resultados e a qualidade das análises, foi calculado o ICC sobre os escores da EMIA obtidos nas avaliações presenciais e nas avaliações cega, onde foi encontrado o valor de 95% sobre as medidas médias (tabela 5). O qual é representativo de um grau de confiabilidade excelente.

Tabela 5: ICC escores EMIA (avaliação presencial x avaliação cega)

	Correlação intraclassa	Intervalo de confiança 95%	
		Limite inferior	Limite superior
Medidas únicas	0,909	0,757	0,960
Medidas médias	0,952	0,861	0,979

Fonte: arquivo da autora, 2021.

4.6 Análises de correlações entre as concentrações de Pb e Hg no cordão umbilical e as variáveis de desfecho (EMIA e EAM)

Para as análises de correlações entre as concentrações de metais no sangue do cordão umbilical e o desenvolvimento motor e tônus muscular, as variáveis foram categorizadas como binárias (normal ou alterado). A tabela 6 apresenta a distribuição da amostra pelos grupos normal e alterado da EMIA e da EAM, como descrito acima.

Tabela 6: Descrição nominal para os desfechos da EMIA e da EAM.

Desfecho	Frequências				
	n (total)	Normal nc	(%)	Alterado nc	(%)
EMIA	43	32	74,4	11	25,6
EAM	43	13	30,2	30	69,8

Fonte: arquivo da autora, 2021.

Notas: Legenda: n= frequência total de respostas registradas; nc = frequência por categoria analisada. Para a categorização das variáveis de desfecho EMIA e EAM, assumiu-se que todos os bebês com percentil EMIA ≥ 25 e com score EAM = 0, seriam classificados como com desenvolvimento motor e tônus muscular normais. Aqueles com percentil EMIA ≤ 10 e score EAM $\neq 0$ foram classificados com desenvolvimento motor e tônus muscular alterados, respectivamente.

Para verificar a igualdade de médias entre os poluentes e as categorias das variáveis de desfecho, realizou-se um teste de normalidade dos dados, Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk, onde o teste de Shapiro-Wilk rejeitou a normalidade dos

dados do chumbo e mercúrio ($p < 0,0001$ para Pb e Hg). Portanto, prosseguimos para um teste não paramétrico.

Pelo teste de Mann-Whitney para verificação da igualdade de medianas das concentrações de Pb e Hg nos grupos com desenvolvimento motor (EMIA) e tônus muscular (EAM) normal e alterado, não foram observadas diferenças entre as medianas (tabela 7).

Tabela 7: Teste de Mann-Whitney para semelhança das medianas do Pb e Hg nas categorias da EMIA e da EAM.

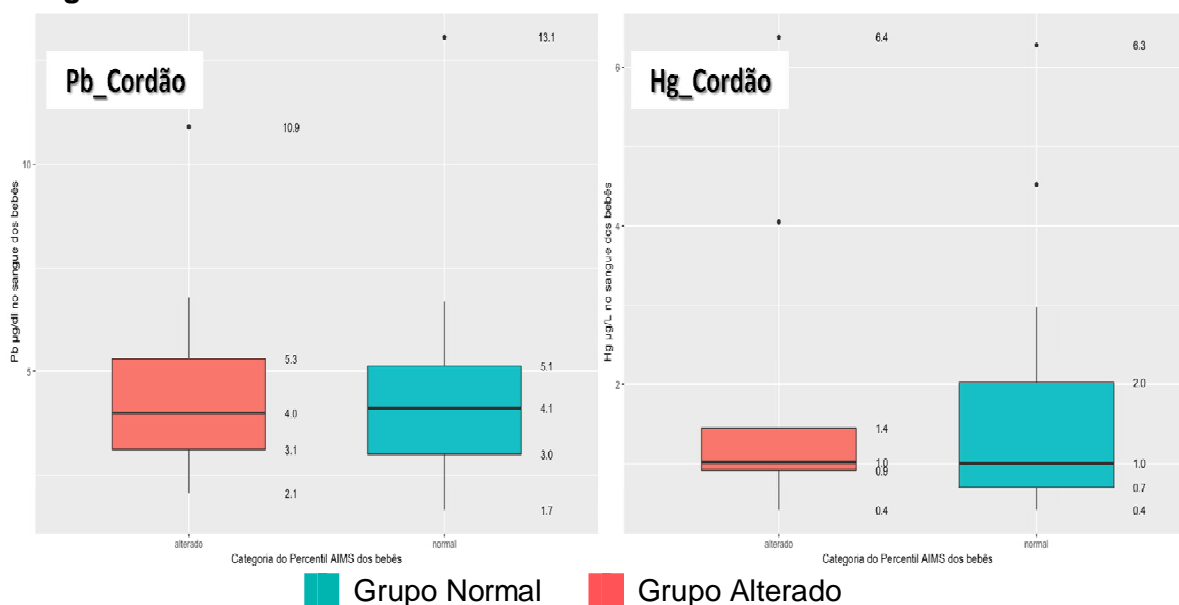
Variável	Grupos	n	(%)	Mediana Pb ($\mu\text{g/dl}$)	p-valor	Mediana Hg ($\mu\text{g/l}$)	p-valor
EMIA	Normal	28	75,7	4,1	0,9032	1,0	0,4967
	Alterado	9	24,3	4,0		1,0	
EAM	Normal	11	29,7	4,3	0,2041	1,0	0,4807
	Alterado	26	70,2	3,8		1,2	

Fonte: arquivo da autora, 2021.

Notas: Legenda: n= frequência por categoria analisada; EMIA = Escala Motora Infantil de Alberta; EAM = Escala de Ashworth modificada; Normal=desenvolvimento motor normal, para EMIA e tônus muscular normal para EAM; Alterado= desenvolvimento motor alterado para EMIA e tônus muscular alterado para EAM.

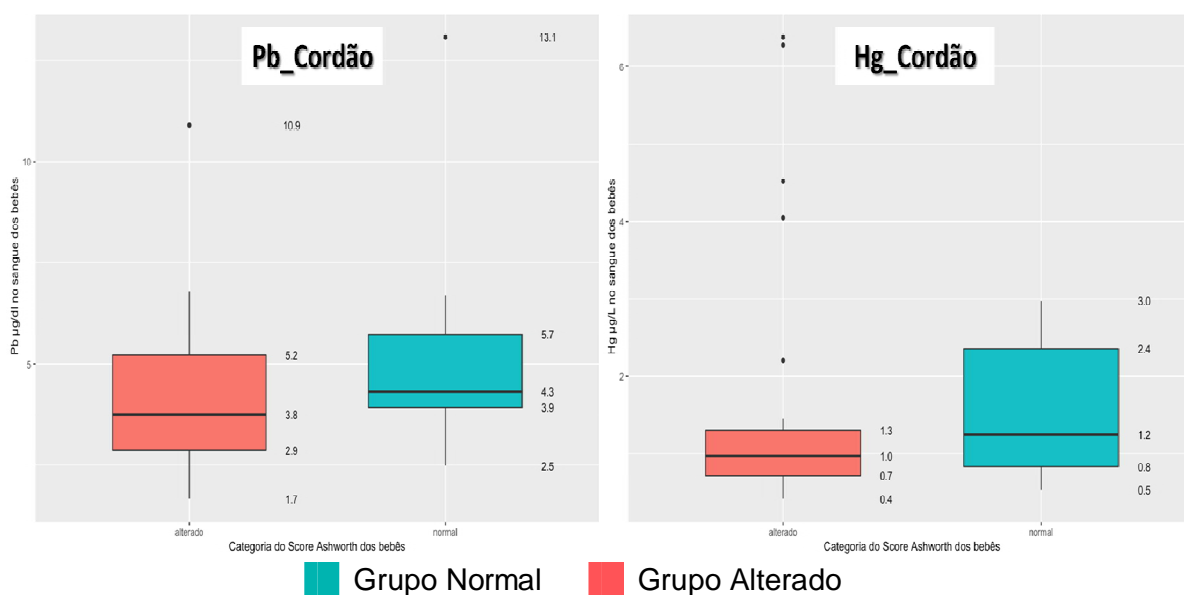
A seguir, os gráficos 2 e 3 mostram a distribuição das concentrações de Pb e Hg no cordão umbilical sobre as categorias desenvolvimento motor normal e alterado pela EMIA e tônus muscular normal e alterado pela EAM.

Gráfico 1: Concentrações de Pb($\mu\text{g/dL}$) e Hg($\mu\text{g/L}$) no cordão umbilical por categoria da EMIA



Fonte: arquivo da autora, 2021.

Gráfico 2: Concentrações de Pb ($\mu\text{g/dL}$) e Hg ($\mu\text{g/L}$) no cordão umbilical por categoria da EAM



Fonte: arquivo da autora, 2021.

Após divisão da amostra entre os grupos menos exposto e mais exposto, para investigação da associação entre resultados anormais nas Escalas EMIA e EAM e a exposição ao Pb e Hg, não foram encontradas evidências de associação entre as alterações do desenvolvimento motor (EMIA) e a maior ou menor exposição ao chumbo. Porém, observou-se relação inversa entre a exposição a este metal e a medida do tônus muscular, ou seja, quanto maior a exposição, menos alterações tônicas foram encontradas. Com uma frequência aproximadamente duas vezes maior de alteração do tônus muscular na população menos exposta (92,3%) em relação aos mais expostos ao Pb (58,3%). Em se tratando do mercúrio, não foram encontradas evidências de associação entre as alterações do tônus muscular (EAM) e a maior ou menor exposição a este metal. Entretanto, foi observada relação positiva entre a exposição ao Hg e as alterações do desenvolvimento motor (EMIA), com uma frequência quatro vezes maior de alteração do desenvolvimento motor na população mais exposta (33,3%) em relação a menos exposta ao Hg (7,7%) (tabela 8).

Tabela 8: Associação entre os desfechos EMIA e EAM (alterado e normal) com a exposição ao Pb e ao Hg

Exposição aos Metais	n	Grupos EMIA		p-valor	Grupos EAM		p-valor	
		Alterado (%)	Normal (%)		Alterado (%)	Normal (%)		
Chumbo (Pb)	Mais expostos	24	6 (25,0%)	18 (75,0%)	1,000	14 (58,3%)	10 (41,7%)	0,057
	Menos expostos	13	3 (23,1%)	10 (76,9%)		12 (92,3%)	1 (7,7%)	
	Total	37	9 (24,3%)	28 (75,7%)		26(70,3%)	11 (29,7%)	
Mercúrio (Hg)	Mais expostos	24	8 (33,3%)	16 (66,7%)	0,119	17 (70,8%)	7 (29,2%)	1,000
	Menos expostos	13	1 (7,7%)	12 (92,3%)		9 (69,2%)	4 (30,8%)	
	Total	37	9 (24,3%)	28 (75,7%)		26(70,3%)	11 (29,7%)	

Fonte: arquivo da autora, 2021.

Notas: Legenda: EMIA = Escala Motora Infantil de Alberta; EAM = Escala de Ashworth modificada. *Os pontos de corte para divisão entre os grupos mais exposto e menos exposto foram os valores do primeiro tercil (33,33%) das taxas de detecção de Pb e Hg. Assim, para Pb, o grupo menos exposto compreende aqueles com concentrações de Pb $\leq 3,317\mu\text{g/dL}$ e o mais exposto compreende aqueles com concentrações de Pb $>3,317\mu\text{g/dL}$. Para Hg, o menos exposto é composto pelas concentrações $\leq 0,834\mu\text{g/L}$ e o mais exposto pelas concentrações $>0,834\mu\text{g/L}$.

5 DISCUSSÃO

Nas últimas décadas a literatura científica têm consolidado saberes que levam à constatação de que as crianças representam um grupo dentro da população com exposições e vulnerabilidades específicas a tóxicos ambientais (ASMUS e GUIMARÃES, 2010). Efeitos de exposições pré e pós-natais a metais pesados, incluindo-se o chumbo e o mercúrio sobre o desenvolvimento cognitivo e comportamental tem sido bem investigados. Porém, a influência da exposição a metais sobre desfechos no desenvolvimento motor têm sido menos frequentemente contemplados em pesquisas, ainda que seus desvios possam interferir na funcionalidade global do indivíduo a curto, médio e longo prazo. Soma-se o fato de que comumente, distúrbios do neurodesenvolvimento manifestam-se com associações de déficits em diferentes domínios funcionais (DESPRÉS *et al.*, 2005; LIU *et al.*, 2014; BOUCHER, *et al.*, 2016; TAYLOR *et al.*, 2018).

O presente estudo é o primeiro a avaliar possíveis correlações entre a exposição pré-natal ao chumbo e ao mercúrio, sobre o desenvolvimento motor de lactentes na cidade do Rio de Janeiro e também no Brasil, sendo parte integrante do estudo piloto do Projeto PIPA-UFRJ, o qual está descrito em detalhes em (ASMUS *et al.*, 2020).

As gestantes participantes do estudo formam um grupo jovem (média de idade igual a 27,92), a maioria residente em áreas urbanas da cidade do Rio de Janeiro, com renda familiar média de R\$ 2.575,65, das quais 52,5% participavam ativamente no somatório desta renda. A idade da população das gestantes corrobora positivamente para o bom desenvolvimento fetal e infantil (JEDRYCHOWSKI *et al.*, 2006; SHAH-KULKARNI *et al.*, 2016). Porém, em relação aos fatores econômicos, 16,27% delas compunham famílias com renda familiar mensal abaixo do salário mínimo (R\$ 1.100,00), o que poderia ser um fator de interferência negativa para suas próprias condições de saúde e, para o desenvolvimento de seus filhos (SHAH-KULKARNI *et al.*, 2016).

Destas gestantes, 35,7% eram portadoras de comorbidades anteriores à gestação e, 48,8% apresentaram intercorrências gestacionais de diferentes origens. Acresce ainda que, 41,5% e 22,5% consumiram bebidas alcoólicas e praticaram tabagismo ativo durante a gestação, respectivamente. Tais características fisiológicas e comportamentais poderiam atuar como fatores de confundimento na

análise da interferência da exposição aos metais estudados, uma vez que também representam condições de risco para alterações no desenvolvimento infantil (PARANÁ, 2021).

Os lactentes estudados formam um grupo de recém-nascidos bem distribuídos em relação ao sexo (48,8% meninas e 51,2% meninos), com maioria com nascimento a termo (88,4% com idade gestacional \geq 37 semanas), crescimento intrauterino adequado para a idade gestacional (76,7% = AIG) e peso ao nascimento adequado⁴ (81,4% entre 2500g e 3999g; média de 3205g). Além da maior parte dos RN ter apresentado índice de APGAR dentro da faixa ideal (70,7% com APGAR > 7 no 1º minuto e, 92,6% no 5º minuto), 88,5% dos partos com história de evolução sem intercorrências e, sem registros de malformações congênicas em nenhum dos RN estudados, caracterizando um perfil de bebês com maioria (> 60%) sem fatores de risco para alterações do neurodesenvolvimento (BRASIL, 2014; SOPERJ, 2012). Porém, cinco RN (11,6%) apresentaram baixo peso (<2500g) e três RN (7,0%) excesso de peso ao nascimento (>4000g). Além disso, 26,8% da amostra necessitou de reanimação em sala de parto e, 14,6% de internação em UTI neonatal após o nascimento. Estas condições poderiam interferir negativamente na evolução do desenvolvimento dos bebês, tanto pelo excesso ponderal ou por intercorrências perinatais, mas também pela exposição aos estímulos nocivos característicos da rotina de uma unidade de terapia intensiva (BRASIL, 2014; BRASIL, 2017a).

Quanto à avaliação do desenvolvimento motor, 74,4% dos bebês avaliados apresentou desenvolvimento motor normal segundo a avaliação pela EMIA, confirmando o perfil de baixo risco para desvios no desenvolvimento segundo as características dos históricos gestacional e perinatal da amostra de lactentes estudada. Contrariamente, em relação ao tônus muscular, houve alta frequência de alterações, representando um percentual de 69,8% dos lactentes com algum grau de hipertonia. Apesar da predominância de hipertonia leve (69,8%), a alta incidência nos leva ao questionamento sobre qual poderia ser a causa da referida alteração.

Ao levantar a hipótese de que a exposição a metais poderia interferir na apresentação do tônus muscular de lactentes, pode-se referenciar Amin-Zaki *et al.* (1978), que acompanharam por dois anos a evolução clínica de 49 crianças de dois a 16 anos de idade, as quais ingeriram pães contaminados com MeHg em uma área

⁴ Segundo classificação de risco ao nascer do Ministério da Saúde, recém-nascidos com peso inferior a 2500g ou superior a 4000g apresentam alto risco ao nascimento (BRASIL, 2014).

rural do Iraque e encontraram, entre outros sinais, alterações do tônus muscular associadas à hiperreflexia em metade das crianças estudadas, com predominância de manifestação de hipertonia. Diferente de Mckeown-Eyssen; Ruedy; Nelms (1983), que analisaram a interferência da exposição pré-natal ao MeHg sobre achados neurológicos em crianças de 12 a 30 meses e, encontraram associação positiva entre as concentrações do referido metal no cabelo materno e alterações do tônus muscular em meninos, com tendência a hipotonia predominante em membros inferiores. Porém, segundo os próprios autores, os resultados deixaram dúvidas, podendo estar associados a outras condições não analisadas, sem relação causal com a exposição ao MeHg, retratando resultados contraditórios.

Ernhart *et al.* (1986) encontrou associação entre as concentrações de Pb em sangue materno e a presença de alterações no tônus muscular de seus recém-nascidos. Em relato de caso de um indivíduo adulto exposto ocupacionalmente por 10 anos, Maheshwari *et al.*, (2021) reforça também a associação entre a exposição ao Pb e o comprometimento do tônus muscular, pela descrição, entre outros sintomas, da presença de espasticidade, a qual se relaciona diretamente com a hipertonia muscular. E destaca o risco da exposição crônica ao Pb levar a atrofia cerebral generalizada, com redução do volume cerebral. Tal comprometimento anatômico do SNC é também descrito por Cecil *et al.*, (2008), em adultos com histórico de exposição ao Pb na infância. O que se torna relevante, uma vez que o comprometimento anátomo-funcional do SNC pode interferir direta ou indiretamente no controle do tônus muscular. Porém, estudos toxicológicos a respeito da exposição a metais e análise de possíveis repercussões no tônus muscular são escassos, especialmente em crianças, necessitando de mais investigações.

Diferente dos exemplos anteriores, no presente estudo encontrou-se relação sugestiva de associação inversa entre a exposição pré-natal ao Pb e hipertonia leve em crianças de 0 a 7 meses. O que pode se dever a outros fatores além da exposição ao poluente.

A investigação da exposição aos metais pesados em nosso estudo se deu a partir da análise do sangue do cordão umbilical, nos quais os resultados revelaram a presença de chumbo e mercúrio em todas as amostras analisadas, comprovando a exposição dos recém-nascidos a metais sabidamente tóxicos, com poder de comprometer a saúde e seu desenvolvimento global. As medianas de Pb e Hg encontrados em nossa amostra (4,00µg/dL e 1,02µg/L) são um pouco maiores que

as da população total do estudo (3,69µg/dL e 0,91µg/L) (ARAÚJO *et al.*, 2020) e, superiores também as apresentadas por outros seis estudos de coorte em diferentes países para o chumbo no cordão umbilical com variações de medianas entre 1,20 e 3,70µg/dL (RUDGE *et al.*, 2011; AL-SALEH *et al.*, 2014; SHAH-KULKARNI *et al.*, 2016; JEDRYCHOWSKI *et al.*, 2006; BOUCHER *et al.*, 2016; LEDERMAN *et al.*, 2008). Contrariamente, em estudo realizado na Espanha, tanto as concentrações de chumbo quanto as de mercúrio no cordão umbilical, apresentaram valores significativamente maiores (medianas: 13,8µg/dL e 7,7µg/L, respectivamente). Segundo os autores, talvez possa ser justificado pelo fato de mais de 60% das gestantes espanholas estudadas terem história de exposição passiva ao tabaco (domiciliar e no trabalho), e, 16% das gestantes e 33% dos seus parceiros terem fumado ativamente durante a gestação. Somado ao habitual consumo de peixes ricos em mercúrio (GARCIA-ESQUINAS *et al.*, 2013).

Em relação ao mercúrio, outros seis estudos apresentaram resultados com valores das concentrações maiores que o nosso, com variação das medianas entre 1,07 a 17,2µg/L em cordão umbilical, onde há destaque para a associação do consumo de peixes e crustáceos à exposição ao Hg (LEDERMAN *et al.*, 2008; BOUCHER *et al.*, 2016; RUDGE *et al.*, 2011; AL-SALEH *et al.*, 2014).

Com base nos valores de referência estabelecidos pelo *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC-EUA) para crianças entre um e cinco anos, concentrações de Pb no sangue iguais ou superiores a 5µg/dL seriam preocupantes e passíveis de efeitos adversos ao desenvolvimento infantil como um todo. Segundo *The American College of Obstetricians and Gynecologists* (AGOG, 2012; 2016) o mesmo valor tem sido considerado como referência para concentrações de Pb no sangue de gestantes e mulheres em processo de amamentação, com fatores de risco para exposição ao chumbo. Com recomendações de monitoramento dos recém-nascidos para aquelas que apresentam valores superiores a 5 µg/dL.

Em nosso estudo, 32,43% das amostras de sangue do cordão umbilical, apresentaram valores acima deste limite de referência e um bebê apresentou concentrações acima de 10 µg/dL. Considerando que a literatura atual sinaliza que não há nível seguro de exposição ao chumbo, especialmente em crianças, este achado se torna ainda mais preocupante (WHO, 2021; WANG *et al.*, 2019).

Segundo a *Environmental Protection Agency* (EPA), o valor de referência de Hg no sangue para exposição oral crônica que ofereça riscos à saúde, é de 5,8µg/L

(metilmercúrio). Na população estudada, apenas duas amostras de cordão umbilical apresentaram concentração de Hg superior a este valor. Entretanto, alguns estudos sugerem que o valor de referência para Hg no sangue deveria ser reduzido para 3,5µg/L durante a gravidez, em função das concentrações deste metal serem habitualmente 70% mais altas no sangue do cordão umbilical em relação ao sangue materno (AL-SALEH *et al.*, 2014). No presente estudo três amostras (8,1%) de sangue de cordão umbilical apresentaram concentrações acima de 3,5µg/L.

Adicionalmente, ao compararmos os valores das concentrações de Hg e Pb encontrados no sangue do cordão (medianas: Pb = 4,00µg/dL e Hg = 1,02µg/L) em nossa população de estudo, nota-se que são significativamente maiores, se comparados com os valores de crianças entre um e cinco anos, registrados pelo CDC em documento que apresenta as concentrações de substâncias químicas no sangue da população geral dos Estados Unidos. Onde as medianas de Pb variam de 2,20 a 0,69µg/dL, entre 1999 e 2016 e de Hg decaem de 0,300µg/L para valores menores que o limite de detecção (LOD = 0,28) entre 2003 e 2016, respectivamente (CDC, 2019).

Cabe ressaltar as associações relatadas em estudos anteriores, entre exposições pré-natais ao Pb e ao Hg, abaixo dos valores de referência mencionados com comprometimento do desenvolvimento neuropsicomotor e de funções cognitivas em diferentes idades (12, 36, 48 meses) (LIU *et al.*, 2014, LEDERMAN *et al.*, 2008; JEDRYCHOWSKI *et al.*, 2006; 2007). Além da identificação de disfunções neuromotoras específicas (tempo de reação, coordenação motora fina e equilíbrio) associadas a níveis médios de concentração, correspondentes ao limite referido de exposição ao chumbo (5,0±3,7µg/dL) na infância (DESPRÉS *et al.*, 2005).

Em nosso estudo foram encontradas evidências de associações positivas entre as concentrações de mercúrio no sangue do cordão umbilical e alterações do desenvolvimento motor verificado pela EMIA. Tal resultado reforça achados de estudos anteriores, onde a exposição pré-natal ao mercúrio foi associada a déficits em habilidades motoras e cognitivas aos 12 meses de idade (BOUCHER, 2016; JEDRYCHOWSKI, 2006 e 2007). Diferentemente de WANG *et al.* (2019), que encontrou associação positiva entre déficits neurocomportamentais em indivíduos no período neonatal, porém não mais na infância (aos 18 meses).

Até o momento, os resultados dos estudos existentes a respeito das possíveis interferências da exposição ao chumbo e ao mercúrio sobre o desenvolvimento motor, são bastante heterogêneos. Lederman *et al.*, (2008) encontraram associações adversas entre a exposição ao Hg e habilidades psicomotoras aos 36 e 48 meses. Em dois estudos realizados na Polônia, Jedrychowski *et al.*, (2006; 2007) encontraram desfechos indicativos de déficits motores e cognitivos, em crianças com um ano de vida, associados à exposição pré-natal ao Hg. No estudo de 2007, tais desfechos não foram confirmados com 24 e 36 meses, sugerindo efeitos de manifestação súbita ou facilmente reversíveis ao longo dos anos seguintes, possivelmente por características ambientais favoráveis, segundo os autores.

LIU *et al.*, (2014) encontrou associações inversas entre a exposição pré e pós-natal ao Pb e desfechos na performance motora e cognitiva aos 6, 12, 24 e 36 meses. Em seu estudo, a exposição pré-natal apresentou-se mais fortemente associada às funções mentais em comparação com as motoras e as performances motora e cognitiva foram sempre superiores no grupo com concentrações menores de Pb. Importante destacar a referência do autor sobre a tendência dos déficits cognitivos encontrados aos seis meses, persistirem ou se desenvolverem ao longo dos anos seguintes, mesmo diante de progressiva redução das concentrações sanguíneas do metal.

Shah-Kulkarni *et al.*, (2016), assim como em nosso estudo, não encontraram associações entre as concentrações de Pb no cordão umbilical e o desempenho motor. Porém, referiu achados de associações inversas entre os níveis de Pb no sangue materno no final da gravidez e os desempenhos motor e cognitivo, aos seis meses de vida, no grupo de crianças cujas mães apresentaram baixo consumo de ferro durante a gestação. Taylor *et al.*, (2018) na coorte do Reino Unido (ALSPAC) também não encontrou evidências de qualquer associação adversa entre exposição pré-natal ao chumbo ou mercúrio com habilidades motoras medidas aos sete anos.

Soma-se estudos que encontraram resultados mistos, como Wang *et al.*, (2019) em estudo de coorte de nascimentos na China, que encontrou déficits significativos na avaliação neurocomportamental de recém-nascidos no terceiro dia de vida, porém não encontrou associação significativa entre a presença de Hg no cordão umbilical e o desenvolvimento infantil aos 18 meses. O mesmo autor

destacou benefícios a longo prazo, do consumo de peixes ricos em DHA⁵ durante a gestação, sobre o desenvolvimento motor infantil. Há também achados de associações benéficas entre a exposição pré-natal ao Hg e o neurodesenvolvimento, mas que parecem estar relacionadas a outros fatores além da exposição ao Hg (GOLDING *et al.*, 2016).

Outros estudos encontraram associações entre desfechos do desenvolvimento motor (comprometimento do desempenho de habilidades das funções motora grossa e fina, tempo de reação, equilíbrio e coordenação motora) e a exposição ao Pb e/ou ao Hg, porém com coleta de sangue no período pós-natal, em idades variadas (BOUCHER *et al.*, 2016; DESPRÉS *et al.*, 2005) e com análise de matrizes biológicas diferentes, como fio de cabelo, leite materno, tecido placentário e informações sobre o ciclo de vacinação como marcadores de exposição ao Hg e/ou ao Pb (MARQUES *et al.*, 2014; FREIRE *et al.*, 2018). O que dificulta a análise comparativa e limita a generalização dos resultados dos estudos.

Pode-se dizer que não há evidências suficientes a respeito das possíveis associações de exposições pré-natais a chumbo e mercúrio com o desenvolvimento motor infantil, diante do quantitativo e das inconsistências dos estudos no tema. Especialmente em se tratando de crianças em idades mais precoces, como é o caso do nosso estudo. Soma-se isto, aos resultados heterogêneos e metodologias extremamente diversas, o que corrobora para o enfraquecimento das evidências encontradas (TAYLOR *et al.*, 2018; GOLDING *et al.*, 2016).

Vários aspectos poderiam justificar a ocorrência dos resultados conflitantes encontrados nos estudos desenvolvidos até o momento:

(1) os diferentes instrumentos utilizados para avaliação motora (Índice de desenvolvimento psicomotor da Escala Bayley - BSID II ou III, Teste de Denver, *Neonatal Behavioral Neurological Assessment*: (NBNA); Exame neurológico tradicional, *Santa Ana Form Board* para destreza manual e coordenação braço-mão; *Finger Tapping Test* para testar velocidade da motricidade fina - NES-3; *Stanford-Binet Copying Subtest* para testar a integração visuomotora), os quais verificam habilidades diferentes e, podem apresentar sensibilidades e especificidades variáveis;

⁵ O DHA (ácido docosahexaenóico) é um dos 3 ácidos graxos essenciais formadores do ômega 3, tem papel importante no crescimento e diferenciação neuronais, na construção da bainha de mielina, atuando como neuroprotetor cerebral (ORELLANA *et al.*, 2018).

(2) diferenças populacionais entre os estudos (características genéticas, hábitos alimentares e culturais, estatus sócio-econômico e educacional, localização de nascimento, desenvolvimento e moradia, etc, bastante diferenciados);

(3) a idade da criança no momento da avaliação e a faixa etária escolhida para a população do estudo;

(4) as matrizes biológicas utilizadas para a medição da exposição aos metais estudados (tecido placentário, sangue materno, sangue do cordão umbilical, cabelo e urina maternas; sangue, urina e cabelo das crianças);

(5) o período de coleta das matrizes biológicas maternas (primeiro, segundo e terceiro trimestres gestacionais e, horas após o parto), que representam fases diferentes do neurodesenvolvimento fetal;

(6) a intensidade e o tempo de exposição, que geralmente são difíceis de quantificar, especialmente quando não se trata de intoxicação aguda e/ ou ocupacional;

(7) diferentes fontes de exposição ambiental e, possíveis co-exposições;

(8) diferentes protocolos de estudo (WANG *et al.*, 2019).

As diferentes abordagens metodológicas utilizadas nos estudos estimulam o surgimento de controvérsias, ainda que se tenham protocolos de estudo muito bem desenhados. Cabe destacar a importância da acurácia nas escolhas dos marcadores de exposição aos poluentes estudados, que levem em consideração o tempo de exposição e o momento em que as avaliações dos desfechos serão realizadas e o uso de ferramentas validadas e sensíveis de acordo com as idades e habilidades investigadas (LIU *et al.*, 2014).

Sabe-se que fatores como o momento e a dose de exposição aos compostos químicos de forma geral, podem interferir de forma importante no neurodesenvolvimento infantil. Neste sentido, acredita-se que existam períodos, também caracterizados como janelas de tempo mais sensíveis, quando o indivíduo é especialmente vulnerável aos efeitos neurotóxicos dos metais, em domínios funcionais específicos, dependendo da fase do desenvolvimento em que se encontram (BOUCHER *et al.*, 2016; ASMUS; GUIMARÃES, 2010; ASMUS *et al.*, 2016; WANG *et al.*, 2019).

A importância de investigar alterações sutis sobre o desenvolvimento motor reside na provável persistência destes efeitos adversos e, conseqüente comprometimento funcional a longo prazo. Sabe-se que, na seqüência natural do

desenvolvimento neuromotor, as primeiras habilidades adquiridas constituem expressões da função motora grossa. E, com o crescimento e desenvolvimento infantil e, maturação anátomo-fisiológica dos sistemas nervoso central, periférico e músculo-esquelético, as aquisições da função motora fina gradualmente se manifestam. Assim, ainda que não haja comprometimento motor grosso documentado em fases precoces do desenvolvimento neuromotor, é possível que alterações subclínicas não sejam percebidas e, pequenas limitações dentro da faixa de normalidade, associadas à persistência da exposição ambiental, levem às manifestações de déficits funcionais em fases mais tardias da infância, adolescência ou na vida adulta (JEDRYCHOWSKI *et al.*, 2007).

Pode-se destacar como pontos positivos do presente estudo:

(1) A originalidade. Este é o primeiro estudo brasileiro que correlaciona o desempenho motor de lactentes pela EMIA, e a avaliação do tônus muscular pela EMA, com a exposição pré-natal ao chumbo e ao mercúrio, medida a partir das concentrações destes metais pelo sangue do cordão umbilical.

(2) Os instrumentos utilizados para avaliação do desempenho motor e do tônus muscular dos bebês (a EMIA e a EAM), são reconhecidos e amplamente utilizados nacional e internacionalmente. A EMIA é traduzida e adaptada à população brasileira, e adequada à faixa etária estudada para a identificação de sintomas de atraso e/ou suspeitas para o desenvolvimento motor. A EAM é referenciada pelo Ministério da Saúde brasileiro como diretriz para diagnóstico e tratamento da espasticidade;

(3) As avaliações pela EMIA foram conduzidas por examinadores com reconhecida experiência no método. Soma-se a classificação prévia às avaliações, de todos os lactentes, segundo a Escala de avaliação comportamental neonatal e do recém-nascido de Brazelton (também reconhecida e aplicada internacionalmente), a fim de verificar se o estado comportamental dos mesmos encontrava-se adequado e evitar eventuais falhas causadas pelas alterações do estado comportamental da criança no momento da avaliação. Os lactentes que apresentaram sinais de desconforto/ estresse segundo esta escala, foram excluídos da análise;

(4) O presente estudo é parte integrante do estudo piloto da coorte dos bebês (PIPA – UFRJ) e, pelas experiências vividas, contribuirá com importantes ajustes para a execução da coorte principal;

(5) O protocolo de estudos incluiu a avaliação infantil desde períodos iniciais do desenvolvimento, alinhando-se às estratégias de identificação precoce dos possíveis desvios;

(6) Para as análises de correlação, a presença de metais pesados foi medida a partir de amostras de sangue do cordão umbilical, o que se configura como uma fonte fidedigna de comprovação da exposição pré-natal ao Pb e ao Hg, com base na toxicocinética que refere o transporte placentário de chumbo e mercúrio (LIU *et al.*, 2014; AL-SALEH *et al.*, 2014).

Adicionalmente, cabe também mencionar as limitações do estudo:

(1) O tamanho da amostra. O número pequeno de participantes não apresenta força para representatividade populacional, na interpretação dos efeitos da exposição a poluentes sobre o desenvolvimento motor de lactentes. Porém, já é capaz de trazer um norte para a necessidade de novos estudos que possam confirmar as tendências trazidas no presente estudo.

(2) A exposição aos metais estudados foi verificada apenas no período pré-natal. Em caso de exposição continuada, o estudo não possui dados para análise dos possíveis efeitos;

(3) Ainda que se tenha um estudo original, com característica exploratória, a não exclusão das gestantes com doenças preexistentes e/ou que declararam consumir bebidas alcoólicas e praticar tabagismo ativo durante a gestação, poderia interferir como fator confundidor para avaliação das interferências da exposição aos metais sobre o desenvolvimento e desempenho motor dos bebês.

(4) Co-exposições a diferentes poluentes e seus possíveis efeitos sinérgicos e antagônicos não foram investigadas;

Embora não tenham sido encontradas evidências que apoiem associações entre exposições pré-natais ao chumbo e/ou ao mercúrio medidas pelo sangue do cordão umbilical, e desvios do desenvolvimento motor dos lactentes da amostra estudada, não se pode excluir a possibilidade de ocorrência de efeitos adversos no neurodesenvolvimento infantil em razão da exposição a estes metais. No entanto, embora as habilidades motoras possam ter profundo impacto no desenvolvimento global infantil, os achados científicos sobre suas possíveis associações com a exposição a metais pesados, ainda não demonstram solidez.

Neste sentido, torna-se essencial a realização de mais estudos, com amostras maiores, representativas da população, que acompanhem o

desenvolvimento motor infantil desde períodos iniciais, com análise de matrizes biológicas colhidas tanto durante a gestação quanto após o nascimento e, com o uso de ferramentas padronizadas e reconhecidas internacionalmente para as avaliações do desenvolvimento.

Adicionalmente, maiores esclarecimentos a respeito de valores de referência de exposição ao chumbo e ao mercúrio, com limites de toxicidade adequados se fazem necessários (LIU *et al.*, 2014; AL-SALEH *et al.*, 2014; TAYLOR *et al.*, 2018).

6 CONCLUSÕES

A amostra estudada apresenta características bem distribuídas em relação ao perfil sócio-demográfico materno, tanto em relação ao local de moradia quanto renda mensal, afastando possíveis vieses de interpretação. Porém alguns dados clínicos e comportamentais das gestantes poderiam interferir na análise do estudo, pelo potencial de influência no desenvolvimento fetal e neuromotor dos seus descendentes.

Já os lactentes, apresentaram características predominantemente apoiadoras de um perfil clínico considerado saudável. Apesar disso, a avaliação do desenvolvimento motor evidenciou suspeita ou atraso no desenvolvimento em aproximadamente um quarto da população estudada. O que pode se justificar por uma série de fatores sócio-educacionais e comportamentais maternos, tais como a renda familiar mensal, a idade e o nível de escolaridade, o contato com tabaco e álcool no período gestacional.

O tônus muscular se mostrou alterado, com leve hipertonia na maioria dos lactentes, o que nos leva a necessidade de mais investigações para maiores esclarecimentos a respeito.

Os metais analisados foram detectados em todas as amostras de sangue e as taxas de detecção de Pb no sangue materno e no sangue do cordão umbilical apresentaram-se superiores aos valores de referência existentes. Dado este que pode ser justificado pela população ser em maioria, residente de áreas urbanas. Por outro lado, as concentrações de Hg detectadas apresentaram-se inferiores aos valores de referência atuais, o que poderia estar relacionado ao baixo consumo de peixes, pelo frequente alto custo deste alimento.

Os dados colhidos e analisados no presente estudo apresentam evidências sugestivas de associações/ efeitos entre exposição pré-natal ao mercúrio, medidas pelo sangue do cordão umbilical, e alterações do desenvolvimento motor de lactentes entre 0 e 7 meses de idade. Porém, cabe considerar o tamanho da amostra e investir em estudos maiores, com representatividade populacional, para resultados com maior força estatística.

REFERÊNCIAS

AL-SALEH, I. *et al.* Birth outcome measures and maternal exposure to heavy metals(lead, cadmium and mercury) in Saudi Arabian population. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v. 217 p. 205– 218, 2014.

AGUIAR, L. C. D. de. *et al.* Prevalência de atrasos no desenvolvimento neuropsicomotor em crianças de 06 a 24 meses. *In*: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 11; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO – UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA, 7. 2007, Brasil, 2007. **Anais** [...] Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/228800851_prevalencia_de_atrasos_no_d esenvolvimento_neuropsicomotor_em_crianças_de_06_a_24_meses>. Acesso em: 21 mar. 2021.

AMIN-ZAKI, L; *et al.* Methylmercury poisoning in Iraqi children: clinical observations over two years. **British Medical Journal**, v. 1, 613-616, 1978.

ARAÚJO, M. S. de A. *et al.*, Maternal-child exposure to metals during pregnancy in rio de janeiro city, brazil: the Rio birth cohort study of environmental exposure and childhood development PIPA project **Environ Res**, v. 183, p. 109155, 2020. DOI: 10.1016/j.envres.2020.109155. Epub 2020 Jan 21..

ASMUS, C. I. R. F., *et al.* A Systematic Review of Children’s Environmental Health in Brazil. **Annals of Global Health**. v. 82, n.1, 2016. ISSN2214-9996. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aogh.2016.02.007>.

ASMUS, C. I. R. F., *et al.* Rio Birth Cohort Study on Environmental Exposure and Childhood Development – PIPA Project. **Annals of Global Health**, v. 86, n. 1, p. 1– 10, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5334/aogh.2709>.

ASMUS, C. I. R. F.; GUIMARÃES, R. M. Por que uma saúde ambiental infantil? Avaliação da vulnerabilidade de crianças a contaminantes ambientais. **Pediatria**, v. 32, n. 4, p. 239-245, 2010.

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). **Tox guide for lead**. U.S. Department of Health and Human Services. U.S.A, 2020a. Disponível em: < <https://www.atsdr.cdc.gov/toxguides/toxguide-13.pdf> >. Acesso em: 11 jan. 2021.

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). **Toxicological profile for Lead (ToxFAQs)TM for Lead**. Division of Toxicology and Human Health Sciences: U.S., 2020b. Disponível em: < <https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts13.pdf> >. Acesso em: 11 jan. 2021.

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). **Toxicological profile for Mercury (Mercury - ToxFAQsTM)**. Division of Toxicology and Human Health Sciences. U.S.A., 1999. Disponível em: < <http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/index.asp> >. Acesso em: 11 jan. 2021.

BARROS, R. S. *et al.* Principais instrumentos para avaliação do desenvolvimento neuropsicomotor em crianças no Brasil. **Braz. J. of Develop.**, v. 6, n. 8, p.60393-60406, 2020. ISSN 2525-8761. DOI:10.34117/bjdv6n8-451

BASTOS, A. C. F. H. **Tônus e Equilíbrio: os distúrbios psicomotores na visão da fisioterapia.** Monografia (Especialização) - Programa de pós-graduação em Especialização em Psicomotricidade, Universidade Federal do Ceará, 2007.

BERT, P. P. *et al.* The effects of air pollution on the brain: a review of studies interfacing environmental epidemiology and neuroimaging. **Curr Envir Health Rpt.**, v. 5, p. 351–364, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40572-018-0209-9>. Acesso em: 18 nov. 2018.

BLACKSMITH INSTITUTE; GREEN CROSS SWITZERLAND. **The world's worst pollution problems: assessing health risks at hazardous waste sites, 2012.** Disponível em: www.worstopolluted.org. Acesso em: 10 jan. 2021.

BOHANNON, R. W.; SMITH, M. B. Interrater reliability of a modified ashworth scale of muscle spasticity. **Physical Therapy**, v. 67, n. 2, 1987.

BOUCHER, O. *et al.*, 2016. Altered fine motor function at school age in inuit children exposed to pcbs, methylmercury, and lead. **Environ Int.**, v. 95, p. 144–151, 2016. DOI:10.1016/j.envint.2016.08.010

BRASIL. Ministério da Saúde. **Atenção à saúde do recém-nascido.** Guia para os profissionais de saúde. Cuidados gerais. 2. ed. Atual. v.1. Brasília: MS, 2014. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/atencao_saude_recem_nascido_v1.pdf. Acesso em: 18 nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Atenção humanizada ao recém-nascido: método canguru: manual técnico.** 3. ed. Brasília: MS, 2017a. Disponível em: <<http://pesquisa.bvsalud.org/bvsms/resource/pt/mis-39310>>. Acesso em 18/11/18.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Diretrizes para a vigilância do câncer relacionado ao trabalho.** 2 ed. Rio de Janeiro: Inca, 2013. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_vigilancia_cancer_relacionado_2ed.pdf. Acesso em: 05 nov. 2021

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria conjunta n 2, de 29 de maio de 2017.** Aprova o protocolo clínico e diretrizes terapêuticas de espasticidade. Brasília, 2017b. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20244288/do1-2017-05-30-portaria-conjunta-n-2-de-29-de-maio-de-2017-20244233. Acesso em: 30 nov. 2021.

CALOTA, A.; FELDMAN, A. G.; LEVIN, M. F. Spasticity measurement based on tonic stretch reflex threshold in stroke using a portable device. **Clinical Neurophysiology**, v. 119, p. 2329–2337, 2008.

CARDOSO JR, T. F. *et al.* Congenital zika infection: neurology can occur without microcephaly. **Arch Dis Child Month**, v. 104, n. 2, p. 199-200, 2019.

CARVALHO, M. V. P. **O Desenvolvimento motor normal da criança de 0 a 1 ano:** orientações para pais e cuidadores. 2011. Dissertação (Mestrado) - Programa de Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente, Fundação Oswaldo Aranha, Centro Universitário de Volta Redonda, 2011.

CECIL, K. M. *et al.* **Decreased brain volume in adults with childhood lead exposure.** **PLoS Medicine**, v. 5, n. 5, p. e112, 2008.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). Fourth national report on human exposure to environmental chemicals. **Updated Tables**, v. 1, 2019. Disponível em: https://www.cdc.gov/exposurereport/pdf/FourthReport_UpdatedTables_Volume1_Jan2019-508.pdf. Acesso em: 01 dez. 2021.

COLASSO, C. Toxicologia do chumbo: saiba tudo sobre os riscos à saúde e as aplicações da substância. **Chemical risk: segurança química, saúde e meio ambiente.** Junho, 2020. Disponível em: <<https://www.chemicalrisk.com.br/toxicologia-do-chumbo/>> Acesso em: 20 jan. 2021

CUSIK, S.; GEORGIEFF, M. K. **The First 1000 days of life:** The brain's window of opportunity. Unicef for every child. Disponível em: <<https://www.unicef-irc.org/article/958-the-first-1000-days-of-life-the-brains-window-of-opportunity.html#:~:text=The%20first%201%2C000%20days%20of%20life%20%2D%20the%20time%20spanning%20roughly,across%20the%20lifespan%20are%20established.>> Acesso em: 25 mar. 2021

DARRAH, J. *et al.* Intra-individual stability of rate of gross motor development in full-term infants. **Early Human Development**, v. 52, p. 169–179, 1998.

DARRAH, J.; PIPER, M.C. **Motor assessment of the developing infant.** Canadá: Elsevier, 1994.

DESPRÉS, C. *et al.*, 2005. Neuromotor functions in Inuit preschool children exposed to Pb, PCBs, and Hg. **Neurotoxicology and Teratology**, v. 27, p. 245–257, 2005.

DIETZ, V. ; BERGER, W. Normal and impaired regulation of muscle stiffness in gait: a new hypothesis about muscle hypertonia. **Experimental Neurology**, v. 79, p. 680-687, 1983.

DORNELAS, L. F.; DUARTE, N. M. C.; MAGALHÃES, L. C. Atraso do desenvolvimento neuropsicomotor: mapa conceitual, definições, usos e limitações do termo. **Rev Paul Pediatr.**, v. 33, n. 1, p. 88-103, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rpped.2014.04.009>

E-LASTIC. **Coeficiente de correlação intraclasse (ICC)**: o que é e porque você precisa aplicar em suas avaliações, 2021. Disponível em: <https://elastic.fit/coeficiente-de-correlacao-intraclasse-icc-o-que-e-e-porque-voce-precisa-aplicar-em-suas-avaliacoes-2/>. Acesso em: 23 jul. 2021.

EINSPIELER, C. *et al.* Early markers for cerebral palsy: insights from the assessment of general movements. **Future Neurol**, v. 7, n. 6, p. 709-717, 2012.

EISNPIELER, C.; PRECHTL, H. F. R. prechtl's assessment of general movements: a diagnostic tool for the functional assessment of the young nervous sistem. Mental Retardation and Development disabilities. **Reserch Reviews**, v. 11, p. 61-67, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1002/mrdd.2005>.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Resources for mercury science and research**: reference values and regulatory limits. Disponível em: <<https://www.epa.gov/mercury/resources-mercury-science-and-research>>. Acesso em: 29 mar. 2021.

ERNHART, C. B. *et al.* Intrauterine exposure to low levels of lead: the status of the neonate. **Archives of Environmental Health: An International Journal**, v. 41, n. 5, 287-291, 1986. DOI: [10.1080/00039896.1986.9936698](https://doi.org/10.1080/00039896.1986.9936698).

FERNANDES, A. Influência da capacidade equilibratória na performance. **Revista Educação e Tecnológica**, v. 10, p. 39–54, 1992.

FIGUEIREDO, N.D. *et al.* Metal mixtures in pregnant women and umbilical cord blood at urban populations - Rio de Janeiro, Brazil. **Environmental Science and Pollution Research**, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10021-w>.

FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A. **Curso de Estatística**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2011.

FORMIGA, C. K. M. R.; PEDRAZZANI, E. S.; TUDELLA, E. Desenvolvimento Motor de Lactentes Pré-termo Participantes de um Programa de Intervenção Fisioterapêutica Precoce. **Rev. bras. fisioter.**, v. 8, n. 3, 239-245, 2004. ISSN 1413-3555.

FORTI-BELLANI, C. D.; CASTILHO-WEINERT, L. V. Desenvolvimento motor típico, desenvolvimento motor atípico e correlações na paralisia cerebral. *In*: FORTI-BELLANI, C. D.; CASTILHO-WEINERT, L. V (eds) **Fisioterapia em neuropediatria**. São Paulo: Manole, 2011. Cap. 1, p. 1-22.

FREIRE *et al.* Prenatal co-exposure to neurotoxic metals and neurodevelopment in preschool children: The Environment and Childhood (INMA) Project. **Science of the Total Environment**, v. 621, p. 340–351, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.273>

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). **Nascer no Brasil**. Brasil, 2012. Disponível em: <http://www.ensp.fiocruz.br/portal-sp/informe/site/arquivos/anexos/nascerweb.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2018.

GARCIA-ESQUINAS, E. *et al.* Lead, mercury and cadmium in umbilical cord blood and its association with parental epidemiological variables and birth factors. **BMC Public Health**, v. 13, p. 841, 2013.

GARCIA, P. A. *et al.* Influência de fatores de risco no desenvolvimento neuropsicomotor de lactentes pré-termo no primeiro ano de vida. **Rev. Movimenta Brasil**, v. 4, n. 2, 1984-4298, 2011.

GOLDING, J. *et al.* Associations between prenatal mercury exposure and early child development in the ALSPAC study. **Neuro Toxicology**, v. 53, p. 215–222, 2016.

GUXENS, M. *et al.* Air pollution exposure during fetal life, brain morphology and cognitive function in school-age children. **Biological Psychiatry**, v. 84, p. 295-303, 2018. Disponível em: www.sobp.org/journal. Acesso em: 30 nov. 2021.

HART, R. A. *et al.* Neonatal hypertonia – a diagnostic challenge. **Development Medicine & Child Neurology**, v. 57, n. 7, p. 600-610, 2014. DOI: 10.1111/dmcn.12658.

HASSANO, A. Desenvolvimento neuropsicomotor no primeiro ano de vida. **Rev de Pediatria SOPERJ**, v.12, n. 1, supl. 1, p. 9-14, 2011.

HEIDELISE, A. L. S. A synactive model of neonatal behavioral organization: framework for the assessment of neurobehavioral development in the premature infant and for support of infants and parents in the neonatal intensive care environment. **Phys. Occup. Ther. Pediatr.**, v. 6, n. 3/4, p. 3-53. 1986. DOI: [org/10.1080/J006v06n03_02](https://doi.org/10.1080/J006v06n03_02).

HECKMAN, J. J. **Giving kids a fair chance**: a strategy that works. Massachusetts: Mit Press, 2013. Disponível em: <http://b-ok.cc/book/3413397/7fa735>. Acesso em: 20 nov. 2018.

HECKMAN, J. J. Schools, skills and synapses. **Econ Inq**, v. 46, n. 3, p. 289, 2008.

HECKMAN, J. J. **Investing in disadvantaged young children is an economically efficient policy**. University of Chicago. Early Childhood Research Collaborative Minneapolis, Minnesota. USA, 2006. Disponível em: http://jenni.uchicago.edu/papers/minn-ecrc_all_2006-10-12a_mms.pdf. Acesso em: 02 nov. 2018.

HERRERO, D. *et al.* Escalas de desenvolvimento motor em lactentes: test of infant motor performance e a alberta infant motor scale. **Rev Bras Crescimento Desenvolvimento Hum**, v. 21, n. 1, p. 122-132, 2011

HEYER, D. B.; MEREDITH, R. M. Environmental toxicology: sensitive periods of development and neurodevelopmental disorders. **Neurotoxicology**, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuro.2016.10.017>. Acesso em: 18 nov. 2018.

HOOVEN, E. *et al.* Environmental health perspectives. air pollution exposure during pregnancy, ultrasound measures of fetal growth, and adverse birth outcomes: a prospective cohort study in netherlands. **Environmental Health Perspectives. Netherlands**, v.120, n. 1, p.150-156, 2012.

IBGE. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. Brasil, 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254_.pdf>. Acesso em: 20/11/18.

JÄRUP, L. Hazards of heavy metal contamination. **British Medical Bulletin**, v. 68, p. 167–182, 2003. DOI: 10.1093/bmb/ldg032. Disponível em:<https://academic.oup.com/bmb/article/68/1/167/421303>. Acesso em: 28 out. 2020.

JEDRYCHOWSKI, W. *et al.* Effects of prenatal exposure to mercury on cognitive and psychomotor function in one-year-old infants: epidemiologic cohort study in poland. **Ann Epidemiol**, v.16, p. 439–447, 2006.

JEDRYCHOWSKI, W., *et al.* Fish consumption in pregnancy, cord blood mercury level and cognitive and psychomotor development of infants followed over the first three years of life Krakow epidemiologic study. **Environment International**, v. 33, p. 1057–1062, 2007.

KOO, T. K.; LI, M. Y. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. **Journal of Chiropractic Medicine**, v. 15, p. 155-163, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>. Acesso em: 23 jul. 2021.

LEAL, M. C. *et al.* Saúde reprodutiva, materna, neonatal e infantil nos 30 anos do Sistema Único de Saúde (SUS). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, n. 6, p.1915-1928, 2018.

LEDERMAN, S. A., *et al.* Relation between cord blood mercury levels and early child development in a world trade center cohort. **Environmental Health Perspectives**, v. 116, n. 8, p. 1085-1091, 2008.

LEE, K. C. *et al.* The ashworth scale: a reliable and reproducible method of measuring spasticity. **Neurorehabil Neural Repair**, v. 3, p. 205, 1989. Disponível em:<<http://nnr.sagepub.com/content/3/4/205>>. DOI: 10.1177/136140968900300406.

LEYENAAR, J.; CAMFIELD, P. e CAMFIELD, C. A schematic approach to hypotonia in infancy. **Paediatr Child Health**, v. 10, n. 7, 2005. Disponível em: <https://academic.oup.com/pch/article-abstract/10/7/397/2648230>. Acesso em: 06 mar. 2021.

LIN, C. *et al.* Multilevel analysis of air pollution and early childhood neurobehavioral development. **Environmental Research and Public Health**, v.11, p. 6827-6841, 2014. DOI: 10.3390/ijerph110706827.

LIU, J., *et al.* Prenatal and postnatal lead exposure and cognitive development of infants followed over the first three years of life: A prospective birth study in the Pearl River Delta region, China. **NeuroToxicology**, v. 44, p. 326–334, 2014.

MAHESHWARI, S. *et al.* Chronic lead exposure: a cause for brain degeneration and calcifications: a case report. **SN Comprehensive Clinical Medicine**, v. 3, p. 346–349, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42399-020-00699-x>.

MARQUES, R. C. *et al.*, 2014. Perinatal multiple exposure to neurotoxic (lead, methylmercury, ethylmercury, and aluminum) substances and neurodevelopment at six and 24 months of age. **Environmental Pollution**, v.187, p. 130e135, 2014.

MARSURA, A. *et al.* A Interferência da alteração de tônus sobre a reabilitação fisioterapêutica após lesões neurológicas. **Saúde em Foco**, p. 7-11, 2012.

Disponível em:

http://www.unifia.edu.br/projetorevista/artigos/saude/saude2012/interferencia_fisioterapeutica.pdf. Acesso em: 03 dez. 2018.

McDERMOTT, S. *et al.* When are fetuses and young children most susceptible to soil metal concentrations of arsenic, lead and mercury? **Spatial and Spatio-temporal Epidemiology**, v.3, p. 265–272, 2012.

McKEOWN-EYSSSEN, G. E.; RUEDY, J; NELMS, A. Methyl mercury exposure in northern Quebec II. Neurologic Findings in children. **American Journal of Epidemiology**, v. 118, n. 4, 1983.

MELO, M. A. G.; QUINTO, R. C.; SOUZA, R. B. Avaliação do Perfil Epidemiológico de Pacientes com Paralisia Cerebral Atendidos na APAE Do Município de Sobral – Ce e Análise Cienociométrica sobre o Assunto na Literatura. **Essentia Sobral**, v. 16, n. 2, p. 100-114, 2015.

MILDEMBERG, R. A. R.; ONOFRE, P. G.; RIBAS, J. L. C. Teratogenia e Agrotóxico. **Rev Saúde e Desenvolvimento**, v.11, n. 9, 2017.

NAKAYAMA, S. F., *et al.* Blood mercury, lead, cadmium, manganese and selenium levels in pregnant women and their determinants: the Japan Environment and Children's Study (JECS). **Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology**, v. 29, p. 633–647, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41370-019-0139-0>

ORELLANA, P. *et al.* Efectos neuroprotectores del ácido araquidónico y del ácido docosahexaenoico en las etapas extremas de la vida: una visión integradora. **Rev Chil Nutr**, v. 45, n. 1, p. 80-88, 2018. DOI:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182018000100080>.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). **Mais de 90% das crianças do mundo respiram ar tóxico todos os dias.** Brasília, DF. Brasil, 2018a. Licença: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5793:mais-de-90-das-criancas-do-mundo-respiram-ar-toxico-todos-os-dias&Itemid=839>. Acesso em: 02 nov.2018.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). **Não polua o meu futuro:** O impacto do ambiente na saúde das crianças. Brasília, DF. Brasil, 2018b. Licença: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponível em: <<http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/49123>>. Acesso em: 02 nov. 2018.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). **O impacto de substâncias químicas sobre a saúde pública: Fatores conhecidos e desconhecidos. Quase metade de todas as mortes no mundo tem agora uma causa registrada, mostram dados da OMS.** Brasília, DF. Brasil, 2018c. Licença: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=featured&Itemid=101. Acesso em: 02 nov. 2018.

PARANÁ (Estado). Secretaria de Saúde. **Linha de atenção materno infantil.** Disponível em: <https://www.saude.pr.gov.br/Pagina/Linha-de-Atencao-Materno-Infantil#>. Acesso em: 21 jun. 2021.

PIAGET, J. *et al.* **Piaget and his school:** a reader in developmental psychology. New York: Springer-Verlag, 1976. Disponível em: <http://b-ok.cc/book/2261695/74c904>. Acesso em: 20 nov. 2018.

PIPER, M. C.; DARRAH, J. **Avaliação motora da criança em desenvolvimento:** Avaliação motora infantil de alberta. Tradução de Herrero, D.; MASSETTI, T. 1. ed. São Paulo: Memnon, 2020.

ROCHA, S. R.; DORNELAS, L. F.; MAGALHÃES, L. C. Instrumentos utilizados para avaliação do desenvolvimento de recém-nascidos pré-termo no Brasil: revisão da literatura. **Cad. Ter. Ocup. UFSCar**, v. 21, n. 1, p. 109-117, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/cto.2013.015>.

RODRIGUES, E. G., *et al.* Neurodevelopmental outcomes among 2- to 3-year-old Children in Bangladesh with elevated blood lead and exposure to arsenic and Manganese in drinking water. **Environmental Health**, v.15, n. 44, 2016. DOI: 10.1186/s12940-016-0127-y.

RUDGE, C. V. C. *et al.* Toxic and essential elements in blood from delivering women in selected áreas of São Paulo State, Brazil. **J. Environ. Monit.** v. 13, p. 563-571, 2011.

RUCKART, P. Z. Blood lead reference value United States, 2021. **Weekly**, v. 70, n. 43, p. 1509–1512, 2021. Disponível em: <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/70/wr/mm7043a4.htm>. Acesso em: 01 dez. 2021.

SANTOS, R. S.; ARAÚJO, A. P. Q. C.; PORTO, M. A. S. Early diagnosis of abnormal development of preterm newborns: assessment instruments. Diagnóstico precoce de anormalidades no desenvolvimento em prematuros: instrumentos de avaliação. **J. Pediat.**, v. 84, n. 4, p. 289-299, 2008.

SHAH-KULKARNI, S., *et al.* Neurodevelopment in early childhood affected by prenatal lead exposure and iron intake. **Medicine**, v. 95, n. 4, 2016. DOI: 10.1097/MD.0000000000002508.

SHEVELL, M. *et al.* Practice parameter: evaluation of the child with global developmental delay. Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology and The Practice Committee of the Child Neurology Society. **Neurology**, v. 60, p. 367-380, 2003. DOI: 10.1212/01.WNL.0000031431.81555.16.

SILVA, M. Z.; BOMFIM, V. S. **Instrumentos de avaliação do desenvolvimento neuropsicomotor nos primeiros anos de vida: revisão sistemática.** Desenvolvimento na Infância Programa de Saúde da Criança e do Adolescente Departamento de Puericultura e Pediatria da FMRP – USP. Disponível em: <https://docplayer.com.br/53198077-Instrumentos-de-avaliacao-do-desenvolvimento-neuropsicomotor-nos-primeiros-anos-de-vida-revisao-sistemica.html>. Acesso em: 15 out. 2020.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA (SOPERJ). **Seguimento ambulatorial do prematuro de risco.** São Paulo, SP, 2012.

TAYLOR, C. M., *et al.* Prenatal lead, cadmium and mercury exposure and associations with motor skills at age 7 years in a UK observational birth cohort. **Environment International**, v. 117, p. 40–47, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.04.032>.

THE AMERICAN COLLEGE OF OBSTETRICIANS AND GYNECOLOGISTS (AGOG). Women's Health Care Physicians. Lead Screening During Pregnancy and Lactation. **Committee Opinion**. n. 533, 2012.

THERHARIDES, T. C.; KAVALIOTI, M.; MARTINOTTI, R. Factors adversely influencing neurodevelopment. **J Biological Regulators & Homeostatic Agents**, v. 33, n. 6, p. 1663-1667, 2019.

TOBIAS, C. C. **Perfil do desenvolvimento de crianças de seis a dezoito meses em creches públicas e privadas do Estado do Rio de Janeiro.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Mestrado Profissional em Saúde Perinatal, Maternidade Escola, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://www.me.ufrj.br/index.php/dissertacoes/77-christine-castinheiras-tobias.html>>. Acesso em: 10 jan. 20.

TONG, S. *et al.* Declining Blood Levels and Changes in Cognitive Function During Childhood. The Port Pirie Cohort Study. **JAMA**, v. 280, n. 22, 1998. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/188249>. Acesso em: 04 set. 2021.

TRAN, N. Q. V.; MIYAKE, K. Neurodevelopmental disorders and environmental toxicants: epigenetics as an underlying mechanism. **International Journal of Genomics**, v. p. 23, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2017/7526592>. Acesso em: 02 dez. 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). **Crianças com atraso no desenvolvimento neuropsicomotor**: o papel da atenção primária à saúde. Núcleo Telessaúde Santa Catarina, 2020. Disponível em: <https://telessaude.ufsc.br>. Acesso em: 02 mar. 2021.

VASCONCELLOS, A. C. S. **Carga de doença atribuída ao metilmercúrio: estimativas nacional, regional e local**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca. Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2015.

VELEDA, A. A.; SOARES, M. C. F.; CÉZAR-VAZ, M. R. Fatores associados ao atraso no desenvolvimento em crianças, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. **Rev Gaúcha Enferm**, v. 32, n. 1, p. 79-85, 2011.

VILLELA, L. D.; HURIGIL, M. G. C.; CUNHA, P. V. S. **Avaliação clínica e prevenção de alterações do desenvolvimento neuropsicomotor no primeiro ano de vida**. Portal de boas práticas, IFF, FIOCRUZ. Rio de Janeiro, Brasil, 2017. Disponível em: <http://portaldeboaspraticas.iff.fiocruz.br/wp-content/uploads/2018/09/Avalia%C3%A7%C3%A3o-cl%C3%ADnica-e-preven%C3%A7%C3%A3o-de-altera%C3%A7%C3%B5es-do-desenvolvimento-neuropsicomotor-no-primeiro-ano-de-vida.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2021

WANG, J. *et al.* Relation of prenatal low-level mercury exposure with early child neurobehavioral development and exploration of the effects of sex and DHA on it. **Environment International**, v. 126, p. 14–23, 2019.








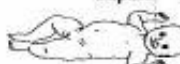


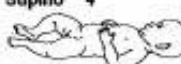





WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **World Health Statistics, 2017**. Disponível em: http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2017/en/. Acesso em: 02 nov.2018.

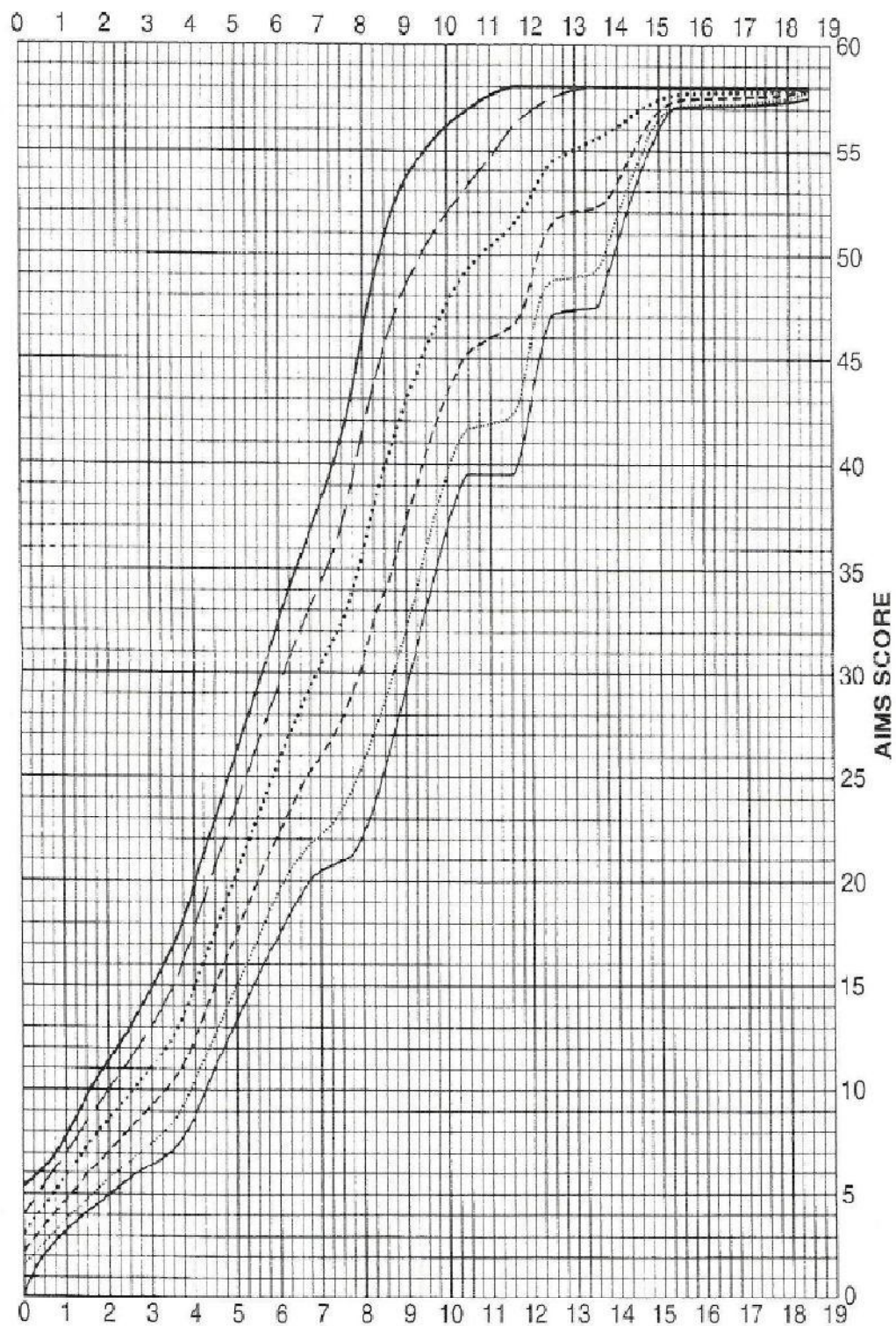
WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Lead Poisoning**. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>>. Acesso em: 02 mar.2021.

XAVIER, J.; AMARANTE, S. **Desenvolvimento motor na primeira infância**. Portal do Instituto Nacional de Saúde da Mulher, da criança e do Adolescente Fernandes Figueira (IFF/ Fiocruz). Disponível em: <http://www.iff.fiocruz.br/index.php/8-noticias/88-motor>. Acesso em: 15 out. 2020.

ZANINI, G.; CEMIN, N. F.; PERALLES, S. N. Paralisia Cerebral: causas e prevalências. **Fisioter Mov.**, v. 22, n. 3, p. 375-381, 2009.

ANEXO A: Esquema de subescalas da EMIA

ALBERTA INFANT MOTOR SCALE				
PRONO	<p>1</p>  <p>Flexão fisiológica Vira a cabeça p liberar o nariz</p>	<p>2</p>  <p>Eleva a cabeça assimetricamente a 45° Não conseguiu manter a cabeça na linha média</p>	<p>3</p>  <p>Apoio em prono</p> <p>Cotovelos p/ trás em relação aos ombros eleva a cabeça sem sustentação a 45°</p>	<p>5</p>  <p>Mobilidade em prono</p> <p>Suposte de prono no antebraço</p> <p>4</p>  <p>eleva e mantém a cabeça</p> <p>6</p>  <p>Cotovelos afrente dos ombros chin tuck ativo c/ alongamento do pescoço</p> <p>7</p> <p>cabeça a 90° Transferencia de peso não controlada</p> <p>Suposte no antebraço (2)</p>
	<p>Supino 1</p>  <p>Flexão fisiológica rotação da cabeça boca a mão movimentos braços e pernas</p>	<p>Supino 2</p>  <p>Rotação da cabeça em direção a linha média RTCA não obrigatório</p>	<p>Supino 3</p>  <p>Cabeça na linha média movimentita os braços mas é incapaz de trazer as mãos a linha média</p>	<p>5</p>  <p>Mãos nos joelhos</p> <p>chin tuck, alcança os joelho c/ as mãos abdominais ativos</p> <p>Supino 4</p>  <p>Flexores de pescoço ativo Chin tuck, leva as mãos a linha média</p>
SENTADO	<p>1 Senta com suporte</p>  <p>Eleva e mantém a cabeça na linha média brevemente</p>	<p>2</p>  <p>Mantém a cabeça na li- nha média, suporta bre- vemente o peso dos braços</p>	<p>Sentado c/ 2 braços apoiados</p> <p>3</p>  <p>Puxado p/ sentar</p> <p>Chin tuck; cabeça alinhada ou à frente do corpo</p>	
	<p>Em pé apoiado 1</p>  <p>Pode apresentar flexão de quadril e joelho intermitente</p>	<p>Em pé apoiado (2) 2</p>  <p>Cabeça em linha com o corpo; quadril para trás em relação aos ombros, movimentos variados das pernas</p>		

ANEXO B: Gráfico de Percentis da EMIA

ANEXO C: Planilha de avaliação do tônus (EAM)

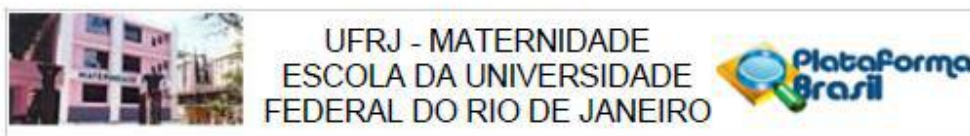
TÔNUS MUSCULAR - ESCALA DE ASHWORTH MODIFICADA		
GRAU	OBSERVAÇÃO CLÍNICA	X
00	Hipotonia	
0	Nenhum aumento do tônus muscular (tônus normal)	
1	Leve aumento no tônus muscular com mínima resistência no início ou no final do arco de movimento	
1+	Leve aumento no tônus muscular com mínima resistência em menos da metade do arco de movimento	
2	Aumento mais marcado no tônus muscular na maior parte do arco de movimento	
3	Aumento considerável no tônus muscular (partes em flexão ou extensão e movidas com dificuldade)	
4	Segmento afetado rígido em flexão ou extensão	

ANEXO D: Escala de avaliação comportamental neonatal e do recém nascido de Brazelton.

ESTADO COMPORTAMENTAL - BRAZELTON		
Estado 1	Sono profundo, sem movimentos, respiração regular.	
Estado 2	Sono leve, olhos fechados, algum movimento corporal.	
Estado 3	Sonolento, olhos abrindo e fechando.	
Estado 4	Acordado, olhos abertos, movimentos corporais mínimos.	
Estado 5	Totalmente acordado, movimentos corporais vigorosos.	
Estado 6	Choro.	

Fonte: Adaptado de Brazelton TB. Neonatal Behavioral Assessment Scale. London: Clinics in Developmental Medicine; 1973.

ANEXO E: Parecer Consubstanciado do CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITOS DA EXPOSIÇÃO A POLUENTES AMBIENTAIS SOBRE O DESENVOLVIMENTO MOTOR INFANTIL

Pesquisador: MICHELE ALVES COSTA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 40345720.6.0000.5275

Instituição Proponente: Maternidade-Escola da UFRJ

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.448.953

Apresentação do Projeto:

Projeto da Dissertação de Mestrado do Programa de pós-graduação Stricto Sensu da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à

obtenção do título de Mestre em nome do Curso Mestrado Profissional em Saúde Perinatal:

EFEITOS DA EXPOSIÇÃO A POLUENTES AMBIENTAIS SOBRE O DESENVOLVIMENTO MOTOR

Objetivo da Pesquisa:

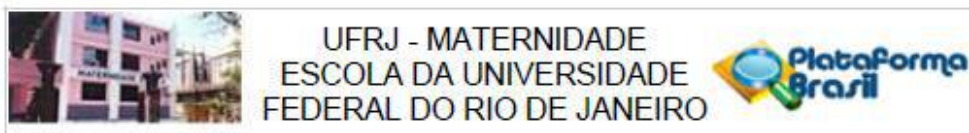
Objetivo Primário:

Descrever o desenvolvimento motor de crianças expostas a poluentes ambientais.

Objetivo Secundário:

- 1.Descrever o perfil da amostra, investigando possíveis interações entre o ambiente social, econômico, cultural, condições de vida e de trabalho e a exposição aos poluentes químicos ambientais estudados.
- 2.Descrever, pela Escala Motora Infantil de Alberta, o desenvolvimento motor de crianças entre 1 e 6 meses de idade da amostra estudada.
- 3.Descrever a apresentação do tônus muscular da população do estudo, pela escala de Ashworth modificada.
- 4.Descrever a correlação do perfil de desenvolvimento neuromotor da amostra com relação aos valores/ concentrações encontradas nas amostras biológicas de sangue, urina e leite maternos e,

Endereço: Rua das Laranjeiras, 180
Bairro: Laranjeiras **CEP:** 22.240-003
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2556-9747 **Fax:** (21)2205-9064 **E-mail:** cep@me.utfj.br



Continuação do Parecer: 4.448.953

de sangue de cordão umbilical das substâncias químicas investigadas, considerando as tendências de associação a efeitos lesivos ou protetores desta exposição.

5. Criar vídeo sobre o desenvolvimento motor para publicização no Maternidade Escola e em diferentes ambientes de comunicação, como produto do projeto aplicativo.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

O estudo oferece riscos mínimos à população estudada, caracterizados por possíveis sinais de estresse durante a avaliação.

Benefícios:

Este estudo traz como benefícios a descrição analítica do desenvolvimento motor de bebês expostos a diferentes poluentes ambientais, desde o período gestacional, possibilitando a identificação precoce de possíveis situações de risco para anomalias do desenvolvimento motor. A partir dos resultados obtidos, tomar-se-á possível a elaboração de protocolos assistenciais e recomendações gerais quanto aos cuidados essenciais ao

bom desempenho motor de crianças expostas à poluição ambiental e encaminhamento precoce para tratamento. Os resultados do projeto favorecerão não apenas a identificação, mas a intervenção precoce, com o objetivo de prevenir complicações e estimular melhores condições de saúde e funcionalidade a curto, médio e longo prazo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Excelente estudo.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos encontram-se anexados e corretos.

Recomendações:

Recomendo incluir no item Riscos a Resolução 466/2012 e adequar as datas do cronograma.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

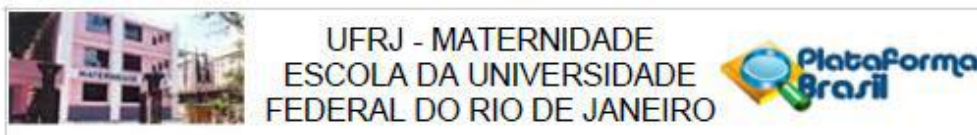
Apenas seguir as recomendações sugeridas.

Considerações Finais a critério do CEP:

OBS: De acordo com a Resolução CNS 466/2012, inciso XI.2., e com a Resolução CNS 510/2016, artigo 28, incisos III, IV e V, cabe ao pesquisador:

- elaborar e apresentar os relatórios parciais e final;

Endereço: Rua das Laranjeiras, 180	
Bairro: Laranjeiras	CEP: 22.240-003
UF: RJ	Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2556-9747	Fax: (21)2205-9064
	E-mail: cep@me.ufrj.br



Continuação do Parecer: 4.448.953

- apresentar no relatório final que o projeto foi desenvolvido conforme delineado, justificando, quando ocorridas, a sua mudança ou interrupção
- apresentar dados solicitados pelo CEP ou pela CONEP a qualquer momento;
- manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período de 5 anos após o término da pesquisa;
- encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico integrante do projeto; e
- justificar fundamentadamente, perante o CEP ou a CONEP, interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1658986.pdf	23/11/2020 22:41:11		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PRJMestradoMAC_CEP.pdf	23/11/2020 22:37:26	MICHELE ALVES COSTA	Aceito
Folha de Rosto	FolhaRostoPRJ_MAC.pdf	17/11/2020 00:13:03	MICHELE ALVES COSTA	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.png	13/11/2020 00:35:21	MICHELE ALVES COSTA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 09 de Dezembro de 2020

Assinado por:
Ivo Basílio da Costa Júnior
(Coordenador(a))

Endereço: Rua das Laranjeiras, 180
 Bairro: Laranjeiras CEP: 22.240-003
 UF: RJ Município: RIO DE JANEIRO
 Telefone: (21)2556-9747 Fax: (21)2205-9064 E-mail: cep@me.ufrj.br

APÊNDICE A: Planilha de avaliação da EMIA

Alberta Infant Motor Scale

Identificação: _____ DN: _____ IGN: _____

Postura	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Total	
Prono																							
Supino																							
Sentado																							
De pé																							
Data da Avaliação:											Percentil:												

APÊNDICE B: Planilha Avaliação Cega da EMIA

AVALIAÇÃO EMIA- CEGO							
Identificação	Idade na Avaliação	Prono	Supino	Sentado	De pé	Score total	Percentil (%)
2	3m1s						
11	6m						
31	3m1s						
49	3m1s						
55	3m						
59	7m1s						
67	3m						
71	3m						
72	4m1s						
73	3m						
83	3m						
85	3m						
90	6m						
97	6m1s						
111	3m						
112	1m3s						
113	3m1s						
115	3m1s						
120	3m1s						
121	1m3s						
128	1m3s						
129	1m						
131	3m						
134	4m1s						
135	3m1s						
136	1m3s						
139	4m1s						
140	1m2s						
141	4m3s						

APÊNDICE C: Projeto Aplicativo



**UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO**

MATERNIDADE-ESCOLA DA UFRJ

MESTRADO PROFISSIONAL EM SAÚDE PERINATAL

MICHELE ALVES COSTA

**PROJETO APLICATIVO
ELABORAÇÃO DE MATERIAL DE EDUCAÇÃO EM SAÚDE SOBRE O DESENVOLVIMENTO
MOTOR EM CRIANÇAS ATÉ 12 MESES**

Projeto Aplicativo desenvolvido no Curso de Mestrado Profissional em Saúde Perinatal, da Maternidade Escola – UFRJ, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientadores: Prof^a. Halina Cidrini Ferreira
Prof^a. Carmen Ildes Rodrigues Fróes Asmus

**Rio de Janeiro - RJ
2021**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	86
2. OBJETIVOS	86
2.1. Objetivo Geral	86
2.2. Objetivos Específicos	86
3. REFERENCIAL TEÓRICO	86
3.1. Conceito do Problema: O Desenvolvimento Neuromotor e o Ambiente.....	86
3.2. Conceito da Estratégia: A Identificação Precoce e a participação da família	88
3.3. A Detecção Precoce do Problema: A Importância da Identificação Precoce dos Desvios do Desenvolvimento Motor.....	88
3.4. O Ambiente Institucional: A Maternidade Escola e sua Missão.....	89
3.5. A Escolha do Vídeo como Ferramenta de Educação em Saúde	89
3.5.1. A elaboração de um Vídeo	90
4. ANÁLISE DE PROBLEMAS	90
4.1. Conceito da Árvore de Problemas	90
4.1.1. Árvore de Problemas da Identificação Precoce das Alterações do Desenvolvimento Motor	91
5. ATORES SOCIAIS	92
5.1. Matriz de Identificação e Relevância dos Atores Sociais.....	92
5.1.1. Análise dos Atores Sociais	92
6. PLANO DE AÇÃO/ PROPOSTA DE INTERVENÇÃO.....	92
6.1. Ações Estratégicas	93
7. Resultados Esperados das Ações Estratégicas Propostas.....	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96

1. INTRODUÇÃO:

Os primeiros anos de vida caracterizam-se por grandes modificações e aquisições de habilidades neuropsicomotoras e sociais, quando os desvios da normalidade, os distúrbios e atrasos do desenvolvimento infantil manifestam-se e precisam ser detectados precocemente para identificar as crianças que necessitam de intervenção. (SOPERJ, 2012)

A prematuridade, especialmente associada ao nascimento com muito baixo peso (< 1.500g) e a idade gestacional ao nascimento menor que 32 semanas, complicações perinatais e morbidades no período neonatal, restrições do crescimento intrauterino, anormalidades do perímetro cefálico, e pais usuários de drogas e com baixas condições sócio-econômicas e cultural, constituem-se como importantes fatores de risco para as alterações do desenvolvimento neuromotor. (SOPERJ, 2012)

Estima-se que no Brasil, ocorram de 30.000 a 40.000 novos casos por ano de Paralisia Cerebral (PC). A qual é uma das condições mais comumente associadas à prematuridade e se caracteriza por diferentes desordens neuromotoras não progressivas, com graus variados de comprometimento funcional. (ZANINI, CEMINE e PERALLES, 2009)

O acompanhamento atento desde o nascimento, pela equipe de saúde especializada, por familiares e cuidadores bem orientados, possibilita a detecção precoce de possíveis desvios do desenvolvimento. A rápida identificação abrevia o início do tratamento e favorece adequado planejamento terapêutico, resultando em melhores condições de funcionalidade, independência e adaptabilidade social. (SANTOS; ARAÚJO; PORTO, 2008)

As práticas de educação em saúde na rotina assistencial, através da participação conjunta de profissionais e familiares/cuidadores, contribuem para maior eficácia na prevenção em saúde e melhores resultados terapêuticos. (FORMIGA; PEDRAZZANI e TUDELLA, 2004; TUDELLA *et al.*, 2004)

A Maternidade Escola (ME) da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ constitui-se como referência de linhas de cuidado na saúde materno-infantil e do recém-nascido de alto risco, através da integração da prática assistencial com o ensino e a pesquisa.

Neste contexto, o presente estudo visa desenvolver um protótipo de vídeo com orientações sobre o desenvolvimento motor de crianças com fácil aplicabilidade, direcionado à população de gestantes, mães e cuidadores dos bebês assistidos, além de profissionais de saúde, como forma de multiplicar e aplicar objetivamente conhecimentos atualizados sobre o desenvolvimento motor de crianças até 12 meses de vida.

2. OBJETIVOS:

2.1. Objetivo Geral

Elaborar protótipo de vídeo sobre o desenvolvimento motor infantil de 0 a 12 meses, para educação em saúde, como ação de continuidade da proposta do Grupo de Estudos e Pesquisa em Fisioterapia Neonatal e Pediátrica – GENEP/UFRJ, referente à elaboração e publicização de materiais informativos sobre o desenvolvimento e reabilitação infantil.

2.2. Objetivos Específicos

- Realizar pesquisa bibliográfica e videográfica de materiais que fundamentem o conteúdo educativo do produto.
- Sensibilizar os usuários e as equipes de saúde quanto a importância do Problema.
- Elaborar e executar a etapa de pré-produção (argumento, sinopse, roteiro e storyboard) para entregar ao grupo material que sirva como base para a sequência de produção (filmagem) e pós produção (edição e pré-teste) de vídeo educativo.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Conceito do Problema:

O Desenvolvimento Neuromotor e o Ambiente

Avanços científicos e tecnológicos voltados para a assistência em saúde perinatal e neonatal nos últimos anos têm sido responsáveis pelo aumento da sobrevivência de prematuros extremos e com baixo peso ao nascimento. O aumento da sobrevivência desta população tem sido associado a um aumento significativo da ocorrência de distúrbios do neurodesenvolvimento e da consequente necessidade de acompanhamento especializado multidisciplinar na população infantil (GAVAZZA *et al.*, 2008; KLOCK e ERDMANN, 2012; MUNIZ, CUNHA, e GOMES, 2010).

Em 2015, a taxa de prematuridade no Brasil foi de 11,1%, incluindo-se os setores público e privado (BRASIL, 2017).

Sabe-se que quanto mais precocemente ocorre o nascimento e quanto menor o peso ao nascer, maior o risco de desfechos negativos nestes recém-nascidos (RN), os quais tendem a passar por internação em Unidades de Terapia Intensiva (UTI) Neonatais e a necessitar de maior suporte para manutenção da vida e estabilidade clínica.

O excesso de estímulos nocivos oferecidos no ambiente da UTI sobrecarrega o SNC em formação e gera sinais de estresse e dor, além de dificuldades na organização corporal e sensorial e comprometimento de suas relações sociais futuras (BRASIL, 2017).

Crianças prematuras de muito baixo peso ($\leq 1.500g$) e de extremo baixo peso ($\leq 1.000g$) tendem a manifestar altos índices de distúrbios neuromotores. Soma-se a ocorrência de alterações em outras áreas do desenvolvimento (cognitiva e social) em prematuros considerados de baixo risco para anormalidades do desenvolvimento (SANTOS et. al, 2008).

Segundo a Sociedade Brasileira de Pediatria do Rio de Janeiro (SOPERJ), a avaliação clínica isolada detecta apenas cerca de um terço dos distúrbios do desenvolvimento e, geralmente os mais graves.

Destaca-se o peso ao nascimento como um dos indicadores de qualidade de vida do neonato mais importantes (MUNIZ, CUNHA e GOMES, 2010) e, a prematuridade como importante fator de risco para distúrbios neuromotores, causa comum de deficiência física nos primeiros anos de vida (ZANINI, CEMIN e PERALLES, 2009).

Tobias (2017) em estudo realizado em creches do Estado do Rio de Janeiro, encontrou um percentual de 32,3% de quadros suspeitos e/ou com anormalidades no desenvolvimento motor em crianças de 3 a 14 meses, sem qualquer identificação prévia de risco.

Estudos realizados na Austrália, Suécia e nos Estados Unidos encontraram taxas de incidência de Paralisia Cerebral de 2,0 a 2,5 por 1.000 nascidos vivos. (ZANINI, CEMIN e PERALLES, 2009) Em uma coorte de 20 anos na Nova Escócia, entre 1988 e 2007, a prevalência de PC encontrada foi de 1.5 a 2.5 por 1000 nascidos vivos (VINCER *et al.*, 2014).

Já em países subdesenvolvidos, estima-se uma maior incidência, de aproximadamente 7 por 1.000 nascidos. No Brasil, há estimativas de 30.000 a 40.000 novos casos por ano (ZANINI, CEMIN e PERALLES, 2009).

Em estudo realizado no Ceará, publicado no ano de 2015, sobre o perfil epidemiológico das crianças acompanhadas em tratamento de reabilitação ambulatorial na Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) da cidade de Sobral, verificou-se que a PC era o distúrbio mais prevalente (MELO, QUINTO e SOUZA, 2015).

A PC se constitui de diferentes desordens não progressivas do desenvolvimento decorrentes de lesões estruturais e/ou funcionais do cérebro imaturo, que se expressarão em variados níveis de comprometimento da funcionalidade nos primeiros anos de vida (ZANINI, CEMIN e PERALLES, 2009).

O neurodesenvolvimento se inicia muito cedo no período intrauterino e, a exposição do feto a condições desfavoráveis neste período podem levar a alterações na formação do Sistema Nervoso Central (SNC) primitivo. Além disso, o parto prematuro modifica o ambiente sensorial da criança, submetendo-a a estímulos para os quais seu organismo ainda não está apto a receber (BRASIL, 2017).

A partir de fatores biológicos e de um ambiente favorável ao desenvolvimento intra e extrauterino, suas estruturas corporais tendem a evoluir anatômica e fisiologicamente de forma adequada, conduzindo a um desenvolvimento neuromotor satisfatório.

Diversas teorias do neurodesenvolvimento destacam a relevância da influência do ambiente em que são gerados e no qual se desenvolvem os indivíduos, como determinantes de um bom desempenho futuro não apenas motor, mas também cognitivo e psicossocial. Neste contexto, o ambiente pode se configurar como fator estimulante ou limitador (BRASIL, 2017; DARRAH; PIPER, 1994; PIAGET, 1976).

Piaget, em sua teoria do desenvolvimento, destaca a relevância da qualidade da adaptação de um organismo com o meio ambiente em que vive, suas interações e a autorregulação como parte do desenvolvimento do Sistema Epigenético, sendo este, determinado tanto pelas relações internas (entre os sistemas orgânicos) quanto pelas externas (do organismo com o meio).

Entende-se que quanto melhores as condições do ambiente em que se desenvolve, desde o período fetal, associado às características genéticas e individuais de cada um, maior a probabilidade de uma criança atingir o seu potencial máximo de desenvolvimento, estendendo os efeitos positivos ou negativos até a vida adulta.

3.2. Conceito da Estratégia:

A Identificação Precoce e a Participação da Família

Sabe-se que quanto mais cedo se conclui um diagnóstico e se inicia um tratamento, de maneira geral, maiores são as chances de se obter bons resultados terapêuticos. O que também acontece nas alterações do desenvolvimento motor.

Formiga, Pedrazzani e Tudella (2004), destacam a importância da intervenção precoce com tratamentos de reabilitação em bebês de risco, pautadas na plasticidade neural através da reorganização do Sistema Nervoso Central, com o fortalecimento e formação de novas conexões neuronais. Ressaltam também que bebês com diagnóstico de paralisia cerebral, quando iniciam o tratamento precocemente (até o quinto mês de idade) apresentam evolução do desenvolvimento neuromotor significativamente melhor, quando comparados com bebês que iniciaram o tratamento após essa idade.

James Heckman (2006), prêmio Nobel de Economia no ano de 2000, defende o investimento precoce na saúde e desenvolvimento infantil, destacando o ambiente familiar - o primeiro que a criança entra em contato após o nascimento e alta hospitalar - como fator determinante para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e não cognitivas, facilitadoras de um futuro próspero, tanto do ponto de vista econômico quanto sócio-emocional do indivíduo.

Segundo Heckman (2008), quanto mais cedo o contato com ambientes e situações ricos e positivamente estimulantes, maior o acesso à educação, ao desenvolvimento e sucesso profissionais, maiores são as possibilidades de se compensar possíveis desvantagens e, menores os índices de criminalidade.

Soma-se a importância da estimulação precoce enquanto ferramenta para tornar as famílias mais capacitadas para o enfrentamento dos desafios cotidianos no cuidado com seus filhos, solucionando problemas com segurança (TUDELLA *et al.*, 2004).

Desta forma, o investimento no desenvolvimento infantil configura-se como estratégia sólida no que se refere ao desenvolvimento em seu potencial máximo e independência funcional e financeira do indivíduo e, conseqüentemente para geração de menos custos para a sociedade (HECKMAN, 2006; HECKMAN, 2008).

O mesmo autor, em seu livro *"Giving Kids a Fair Chance"*, destaca ainda a ocorrência de anormalidades no desenvolvimento, associadas a alterações anatômicas cerebrais (menor perímetro cefálico, alargamento dos ventrículos e atrofia cortical) em crianças de três anos de idade, expostas a ambientes poucos estimulantes do ponto de vista sensorial.

A assistência interdisciplinar associada a orientações e supervisão aos cuidadores do recém-nascido, tendem a prevenir hospitalizações e infecções nos primeiros anos de vida, além de melhores taxas de crescimento e melhor desempenho neuromotor, favorecendo seu potencial de aprendizado e a inserção social em idade escolar e na vida adulta.

TUDELLA *et al.*, (2004), em pesquisa com bebês prematuros, encontrou resultados significativamente melhores nas performances de estimulação infantil, socialização, cognição e desenvolvimento motor, quando o tratamento foi associado ao treinamento de suas mães para participação ativa no momento terapêutico. Soma-se a importância de familiares e cuidadores no que se refere à construção de ambientes positivamente estimulantes para um desenvolvimento infantil adequado.

Neste contexto, a valorização da opinião dos cuidadores em associação ao acompanhamento por profissionais capacitados se faz fundamental para a avaliação e o acompanhamento do desenvolvimento infantil (SOPERJ, 2012).

Acresce a relevância da conscientização e de estratégias de educação em saúde a respeito do desenvolvimento motor destinadas a todos os atores envolvidos no cuidado com os recém-nascidos a fim de viabilizar a identificação precoce de possíveis desvios da normalidade. Para que seja possível o estabelecimento de estratégias compensatórias eficazes e a intervenção, quando necessário, ainda em fases iniciais do desenvolvimento, para garantir melhores condições de funcionalidade, independência e adaptabilidade social (SANTOS; ARAÚJO; PORTO, 2008).

3.3. A Detecção Precoce do Problema:

A Importância da Identificação Precoce dos Desvios do Desenvolvimento Neuromotor

Gondim, Pinheiro e Carvalho (2009) em estudo realizado no Núcleo de Tratamento e Estimulação Precoce – NUTEP, situado no Complexo Hospitalar da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará, com mães de crianças diagnosticadas com PC, verificaram que mais de 40% destas crianças receberam o diagnóstico após 1 ano de vida.

Estudos recentes apontam dificuldades para o início precoce do tratamento de reabilitação motora, especialmente pelo tempo de espera entre o diagnóstico de paralisia cerebral e a inserção da

criança em tratamento. O que seria um reflexo da carência de profissionais e instituições especializadas, caracterizando uma demanda maior que a disponibilidade de vagas na rede de saúde (TÓRRES *et al.*, 2011; MÉIO *et al.*, 2005).

Porém, há que se considerar o início demorado pela possível dificuldade de compreensão dos familiares e cuidadores sobre as repercussões que as desordens do desenvolvimento neuromotor podem trazer a vida cotidiana, seja por um comportamento de negação do diagnóstico ou por informações recebidas e não compreendidas (ARRUDA e MARCON, 2010; GONDIM; PINHEIRO e CARVALHO, 2009).

Acresce ainda as dificuldades do Sistema Único de Saúde em atender as demandas existentes, caracterizando sobrecarga nos serviços especializados em funcionamento.

Em estudo descritivo, retrospectivo realizado em três serviços credenciados ao SUS para assistência motora na cidade de Recife, buscou-se o caracterizar acessibilidade organizacional de crianças com paralisia cerebral menores de cinco anos de idade. Nele, identificou-se que a maioria das crianças eram menores de 1 ano quando receberam o diagnóstico e também quando iniciaram o tratamento de reabilitação motora, porém, importante parcela demorou mais de seis meses entre o diagnóstico e o início do tratamento, encontrando dificuldades para o agendamento da primeira consulta (TÓRRES *et al.*, 2011).

Méio *et al.* (2005) ao pesquisar cinco unidades de *follow up* do Estado do Rio de Janeiro, sobre a assistência aos bebês egressos das Unidades de Terapia Intensiva Neonatais (UTIN), evidenciou restrição ao acesso, falta de uniformidade de atendimento, deficiência de profissionais de reabilitação e concentração de ambulatórios específicos para esta população, na região metropolitana do Rio de Janeiro, sendo em sua maioria, vinculados a instituições de ensino. Apesar de apresentarem estrutura física compatível, todas necessitavam de adequação às demandas do atendimento e da população local. Porém destacou-se a constatação de dificuldade de encaminhamento por inadequação entre demanda e oferta.

Porém, há que se buscar a estruturação de medidas que minimizem as consequências à saúde dessas crianças. É neste sentido, que o presente estudo propõe o desenvolvimento de vídeo sobre o desenvolvimento motor, como medida educacional aos familiares e cuidadores, em associação com o acompanhamento de puericultura.

A questão de que se trata é a busca por estratégias de educação em saúde voltadas para a conscientização sobre o desenvolvimento motor, através da integração do ensino, pesquisa e assistência, com a intenção de sensibilizar a todos os atores sociais envolvidos no cuidado dos bebês e acelerar a identificação de possíveis distúrbios neuromotores.

3.4. O Ambiente Institucional A Maternidade Escola - UFRJ e sua Missão

A Maternidade Escola - UFRJ tem a missão de promover o ensino aliado a inovações tecnológicas e ao compromisso social, com referência no cuidado materno-infantil e do recém-nascido de alto risco, pela integração da prática assistencial com o ensino e a pesquisa. Representa, portanto, importante pólo de produção e implementação de instrumentos de educação em saúde.

A partir do exposto, entende-se que o uso de ferramentas de educação em saúde sobre o desenvolvimento motor é bem aplicado, visto que atende ao público-alvo desta instituição.

3.5. A Escolha do Vídeo como Ferramenta de Educação em Saúde

A seleção do material educativo a ser desenvolvido deve considerar os objetivos da ação educativa, o tipo de informação, a clareza da exposição do conteúdo exposto e o público alvo em questão. O tempo e os custos despendidos também devem ser avaliados.

Dentro do processo de aprendizagem, concentram-se três domínios⁶: cognitivo, psicomotor e afetivo. Este último, envolve aspectos de sensibilização, a partir de reflexão motivada por interesses pessoais, o que o conecta a mudanças de comportamento e adesão a boas práticas de saúde (ALMEIDA, 2017).

A veiculação de informações através de vídeos apresenta-se como ótimo recurso orientacional em saúde, visto que possibilita a transmissão de conteúdos de grande importância para a saúde pública, de maneira simples e objetiva, em linguagem autoexplicativa.

⁶ O Domínio Cognitivo diz respeito à aquisição de conhecimento, a aprendizagem intelectual. O domínio Psicomotor refere-se às habilidades de execução de tarefas, ou seja, procedimentos que envolvem o sistema motor. E o domínio Afetivo envolve aspectos de sensibilização, gradação de valores, interesses, atitudes e tomada de decisões (ALMEIDA, 2017).

3.5.1. A Elaboração de um Vídeo

A elaboração de um vídeo deve considerar a utilização de linguagem simples e clara, com exposição de imagens leves e atraentes, adequados ao público-alvo (ALMEIDA, 2017).

A Fase de **Pré-produção** é o primeiro passo para a produção de um vídeo. Onde se desenvolve a ideia principal (argumento) e o conteúdo a ser apresentado. Além da seleção dos recursos necessários (físicos e financeiros) e a equipe de produção. Cabe aqui a aplicação das perguntas:

“O que, para quem e como vou ensinar?”

“O que, para que, para quem e como gravar?”

As respostas a estes questionamentos possibilitam a construção da sinopse, a qual inclui a descrição das personagens e o resumo do que será exibido.

A partir da ideia central, desenvolve-se a sequência de acontecimentos do roteiro. Este, por sua vez, deve descrever em detalhes, todo o conteúdo do vídeo.

Segue-se a construção do *Storyboard*, que é a representação de todas as cenas do roteiro em desenhos sequenciais, a fim de facilitar a visualização e detalhamento da cena pela equipe de produção (*designer/* ilustrador).

Na **Fase de Produção** ocorrem as filmagens de acordo com o roteiro e *storyboard*.

Pós-produção é a última fase da construção, onde ocorre a edição e finalização do vídeo. Além da exibição teste para verificação se o produto está de acordo com o planejado.

Cabe ressaltar a inclusão de legendas em linguagem escrita ou em libras para maior abrangência da população-alvo.

No presente projeto, pretende-se elaborar um vídeo educativo, em linguagem clara e imagens atraentes, com informações a respeito da construção de um ambiente favorável ao desenvolvimento neuromotor através de ações simples da rotina do cuidado e das atividades familiares cotidianas. Destaca-se ainda a sinalização para os comportamentos motores normais, a fim de incentivar a tomada de decisões e o esclarecimento de possíveis dúvidas dos familiares/cuidadores sobre o tema, com os profissionais de saúde envolvidos na linha de cuidado e, a identificação de possíveis desvios o mais breve possível.

4. ANÁLISE DE PROBLEMAS:

Para se definir o problema de pesquisa, deve-se elaborar uma pergunta pertinente a um assunto que desperte inquietude no que se refere à necessidade de ajustes para melhoria dos resultados na rotina profissional (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2015).

Em se tratando de problemas passíveis de serem abordados por ângulos variados, deve-se definir o ponto específico de atuação.

A análise de problemas fornece uma visão geral da situação problemática e considera a realidade experimentada nos processos de trabalho, pelos atores sociais envolvidos.

Na área da saúde os procedimentos para a identificação e seleção de problemas envolvem métodos, como o Planejamento Estratégico Situacional, a Árvore de Problemas, entre outros, além da combinação de tais ferramentas para determinação do diagnóstico situacional, a seleção de problemas, a identificação de pontos críticos e a consequente determinação de ações para superá-los (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2015).

O presente estudo propõe o seguinte questionamento: *“a produção e publicização de um vídeo sobre o desenvolvimento motor infantil, como ferramenta de educação em saúde complementar aos cuidados assistenciais, poderia contribuir para a identificação precoce dos desvios do desenvolvimento neuromotor?”*

Para a análise do problema em questão – “Identificação tardia das alterações do desenvolvimento neuromotor” - a metodologia utilizada será o fluxograma da árvore de problemas.

4.1. Conceito da Árvore de Problemas

O uso crescente de ferramentas de análise e resolução de problemas reflete a intensa preocupação do mercado global, com o desenvolvimento contínuo do ponto de vista quantitativo e qualitativo das organizações, baseado em técnicas e estratégias gerenciais voltadas para a resolução de entraves processuais, desenvolvimento de produtos e novas rotinas de trabalho (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2015).

A “Árvore de Problemas” é uma metodologia de análise situacional de problemas e de suas causas, através da estruturação de fluxograma com o objetivo de delinear projeto de mudanças. Ferramenta simples e de fácil utilização, apresenta forte aplicabilidade na gestão do controle de qualidade e se adequa a diversas áreas de atuação. Onde, a partir da visualização do impacto do

problema, propõe-se a estruturação de um plano de enfrentamento, composto por metas, ações, indicadores de acompanhamento, roteiros de implantação, etc (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2015).

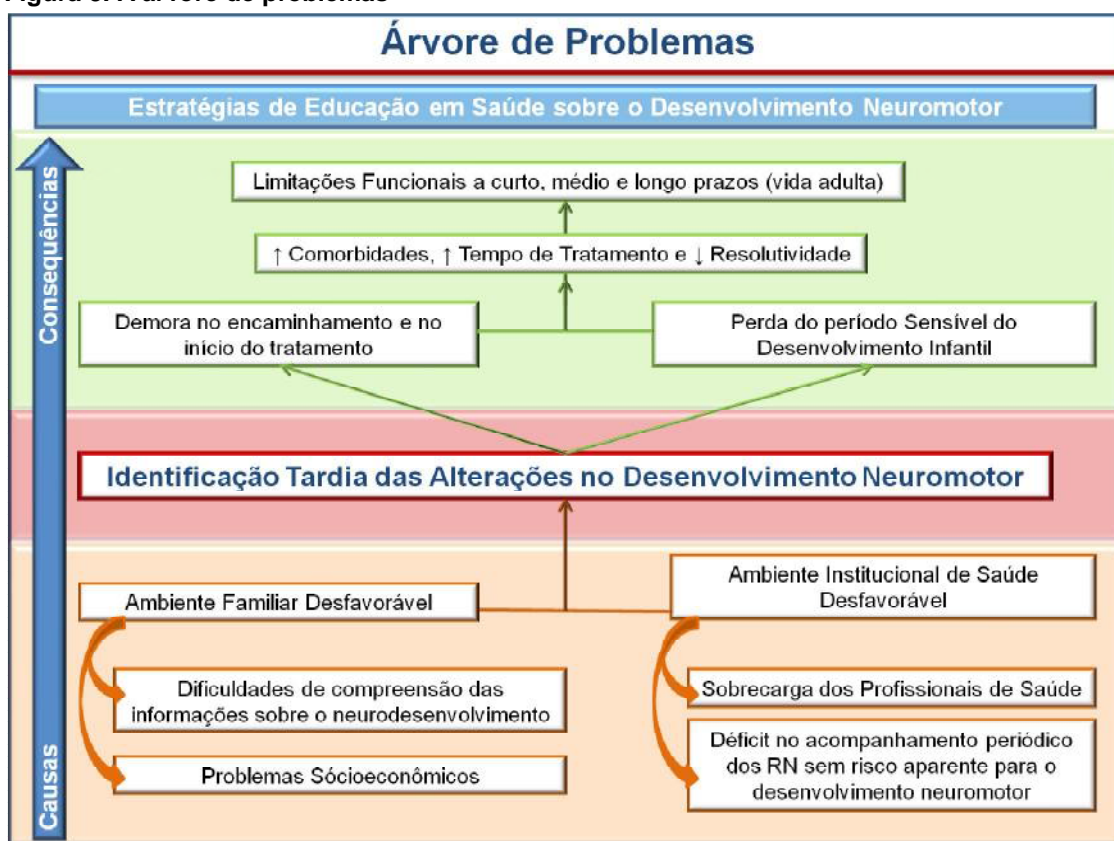
Em sua representação gráfica, a árvore é lida de baixo para cima. A situação-problema está representada no tronco, as principais causas nas raízes e os efeitos negativos sobre a população-alvo, são os galhos e as folhas.

Assim, a Árvore de Problemas pode ser considerada como metodologia diagnóstica, para a melhor visualização de um problema real nos processos de trabalho, suas causas e seus efeitos. Propicia a delimitação coerente dos objetivos solucionadores para as causas do problema, concentrando seu enfoque no problema e em suas verdadeiras causas e não, na minimização das consequências ou efeitos (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2015).

4.1.1 Árvore de Problemas da Identificação Precoce das Alterações do Desenvolvimento Motor.

A árvore de problemas abaixo foi elaborada para análise das questões pertinentes a identificação precoce das alterações do desenvolvimento motor infantil.

Figura 3: A árvore de problemas



Fonte: arquivo da autora, 2020.

A partir do exposto no esquema da árvore de problemas, pode-se levar ao entendimento de que um ambiente desfavorável interfere tanto na evolução do desenvolvimento neuromotor (DNM) quanto na identificação de seus possíveis desvios.

Considera-se aqui como ambiente, tudo aquilo que cerca o indivíduo, estimulando-o e interferindo na sua forma de se desenvolver, de ser e agir. Assim, inclui-se em análise desde os ambientes onde cresce e se desenvolve (meio intra-uterino, ambiente familiar, escolar, social, residencial), quanto o ambiente de assistência em saúde.

O ambiente então pode ter relação causal com as alterações do DNM.

A carência de investimentos governamentais e de instituições especializadas na identificação e no tratamento desta condição, leva a um desequilíbrio entre oferta e demanda e, a consequente sobrecarga dos profissionais de saúde em atividade e a restrições no acompanhamento periódico do desenvolvimento neuromotor de crianças inicialmente classificadas como sem riscos para alterações

(TÓRRES *et al.*, 2011; MÉIO *et al.*, 2005). A demora no diagnóstico das alterações do DNM leva a demora do início do tratamento e a um maior comprometimento funcional. O que pode contribuir para o aumento de comorbidades e menor resolutividade, além de aumentar o tempo e os custos de tratamento, tornando-o mais dispendioso à família, à instituição e à sociedade (FORMIGA, PEDRAZZANI e TUDELLA, 2004; HECKMAN, 2006; HECKMAN, 2008). Acredita-se que a divulgação de informações sobre o DNM em linguagem simples e clara, com som e imagens em animação através de vídeo educativo, atuará como ferramenta de educação em saúde, contribuindo para o melhor entendimento do problema e maior participação no processo de cuidado dos familiares/cuidadores com a criança em acompanhamento.

5. ATORES SOCIAIS

Ator social é, por definição, um indivíduo, grupo ou uma instituição que representa algo para a sociedade (para o grupo, classe ou país). (SOUZA, 1991) São agentes sociais e econômicos que influenciam processos de políticas públicas: governamentais e não governamentais, sendo capazes de transformá-los.

5.1. Matriz de Identificação e relevância dos atores sociais

Quadro 5: Atores sociais

Ator Social	Valor	Interesse	Pontuação (0 a 10)
Direção da ME	Alto	++	8
Direção Adjunta de Ensino, Pesquisa e Extensão	Alto	++	8
Direção Adjunta de Atenção à Saúde ME UFRJ	Alto	++	8
Chefia do Serviço de Fisioterapia ME UFRJ	Alto	+++	10
Núcleo de Educação Permanente em Saúde Perinatal ME UFRJ	Alto	+++	10
GENEP	Alto	+++	10
Pesquisadora	Alto	+++	10
Professora Orientadora	Alto	+++	10
Funcionários da UTI Neonatal ME UFRJ	Alto	++	8
Funcionários do Pré-Natal ME UFRJ	Alto	++	9
Funcionários da Puericultura ME UFRJ	Alto	+++	10
Funcionários do Alojamento Conjunto ME UFRJ	Alto	++	9

5.1.1. Análise de Atores Sociais:

O presente estudo pretende contribuir com o processo de educação em saúde sobre o desenvolvimento motor, voltado à população assistida pela Maternidade Escola, UFRJ.

Para a elaboração do produto em si, pretende-se a troca de saberes e pactuação entre os seguintes atores: Direção Adjunta de Ensino, Pesquisa e Extensão, pesquisadores do GENEP, do Projeto PIPA (*“Estudo longitudinal dos efeitos da exposição a poluentes ambientais sobre a saúde infantil - “Coorte dos bebês”*) e de alunos de graduação da UFRJ.

Para a Sensibilização dos familiares/cuidadores e profissionais de saúde da ME a respeito da importância do problema será necessária a pactuação com os atores: a equipe de gestores da ME/UFRJ, os profissionais atuantes dos setores de assistência da ME.

Para a proposta de publicização do produto desenvolvido, estarão envolvidos: Direção da ME, Direção Adjunta de Atenção à Saúde ME/UFRJ, coordenação do Ambulatório de Pré-Natal, da Pediatria/Neonatologia, Equipe assistencial do pré-natal, alojamento conjunto, UTI-neonatal e puericultura da ME/UFRJ, além de gestantes em pre-natal e familiares/cuidadores dos RN assistidos pela referida instituição.

6. PLANO DE AÇÃO/PROPOSTA DE INTERVENÇÃO:

A partir da análise situacional estabelecida pela “Árvore de Problemas”, faz-se o delineamento de um projeto de mudanças: o plano de ações estratégicas. O qual disponibiliza uma visão geral do projeto, com listagem das ações e operações intimamente relacionadas aos objetivos específicos do projeto e, por isso, à resolução de problemas (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2015).

6.1. Ações estratégicas:

Ação Estratégica 1 Realizar pesquisa bibliográfica e videográfica de materiais que fundamentem o conteúdo educativo do produto									
Operações	Dificuldades	Facilidades	Recursos Financeiros	Recursos Organizacionais			Recursos de Poder	Cronograma	Responsáveis
				Estrutura Física	Recursos Humanos	Equipamento/ Materiais.			
1. Seleção das referências que servirão como base para a elaboração do conteúdo do vídeo	Direcionar pesquisa ao público-alvo	Disponibilidade e de dados com fácil acesso pela internet	Pesquisadora GENEPE	GENEPE Pesquisadora	Alunos da graduação UFRJ Pesquisadora Parceiros PIPA	Computador conectado à internet	GENEPE	1º e 2º Semestres 2020	Pesquisadora GENEPE Alunos Graduação UFRJ
2. Definição das referências que servirão como modelo do formato do vídeo	Seleção das referências	Trabalho realizado em equipe GENEPE	Pesquisadora GENEPE	GENEPE Pesquisadora	Alunos da graduação UFRJ Pesquisadora Parceiros PIPA	Material de Papelaria Computador conectado à internet	GENEPE	2º Semestre 2019 e 1º Semestre 2020	Pesquisadora GENEPE Alunos Graduação UFRJ

6.1. Ações estratégicas

Ação Estratégica 2 Sensibilizar os Usuários e as Equipes de Saúde quanto a importância do Problema									
Operações	Dificuldades	Facilidades	Recursos Financeiros	Recursos Organizacionais			Recursos de Poder	Cronograma	Responsáveis
				Estrutura Física	Recursos Humanos	Equipamento/ Materiais.			
1. Conversar com gestantes e profissionais de saúde da ME em dias de pré-natal	Desconhecimento sobre a janela de oportunidade para o desenvolvimento infantil	Facilidade de abordagem no ambiente assistencial e de trabalho	Pesquisadora ME	GENEPE Pesquisadora	Pesquisadora Parceiros PIPA	Material de Papelaria Computador com internet	Serviços da ME GENEPE	2º. Semestre 2019	Pesquisadora GENEPE

6.1. Ações estratégicas

Ação Estratégica 3									
Elaborar Protótipo de Vídeo Educativo sobre o Desenvolvimento Motor									
Operações	Dificuldades	Facilidades	Recursos Financeiros	Recursos Organizacionais			Recursos de Poder	Cronograma	Responsáveis
				Estrutura Física	Recursos Humanos	Equipamento/Materiais.			
1. Pré Produção (Argumento, Sinopse, Roteiro, Storyboard)	Definição do Argumento (ideia principal) Sumarização Definição das imagens	Continuidade a proposta do GENEP	Pesquisadora GENEP	Estrutura Física	Recursos Humanos	Equipamento/Materiais.	GENEP	Janeiro a Julho/ 2021	Pesquisadora GENEP Alunos Graduação UFRJ
				GENEP Pesquisadora	Alunos da graduação UFRJ Pesquisadora Parceiros PIPA	Material de Papelaria Computador conectado à internet			
2. Início da Produção (elaboração de protótipo)	Pouca familiaridade com a atividade	Utilização de recursos eletrônicos portáteis e aplicativos gratuitos	Pesquisadora GENEP	UFRJ GENEP Pesquisadora	Alunos da graduação UFRJ Pesquisadora	Material de Papelaria Câmera/Ap. celular	GENEP	Janeiro a Julho/ 2021	Pesquisadora GENEP Alunos Graduação UFRJ

7. Resultados esperados das Ações Estratégicas Propostas:

- Concluir a elaboração do protótipo de vídeo sobre o Desenvolvimento Motor como ferramenta de educação em saúde.
- Sensibilizar gestantes e profissionais de saúde atuantes nos segmentos pré-natal, peri-natal e de follow-up infantil para a importância do problema.
- Estruturar a aplicabilidade do vídeo educativo e facilitar a sequência de finalização da produção e futura publicização.

O protótipo de vídeo educativo foi elaborado e, encontra-se em fase de detalhamento para a conclusão do vídeo propriamente dito e, em breve, estará disponível para publicização em mídias sociais de fácil acesso ao público geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. D. M. **Elaboração de Materiais Educativos**. Disciplina Ações Educativas na Prática de Enfermagem - Escola de Enfermagem, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4412041/mod_resource/content/1/ELABORA%C3%87%C3%83O%20MATERIAL%20EDUCATIVO.pdf>. Acesso em: 10/01/20.

ARRUDA, D. C. e MARCON, S. S. **Experiência da família ao conviver com sequelas decorrentes da prematuridade do filho**. Revista Brasileira de Enfermagem, vol. 63, núm. 4, julho-agosto, 2010, pp. 595-602, 2010. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=267019592015>>. Acesso em: 15/10/19.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Atenção humanizada ao recém-nascido: Método Canguru: manual técnico**. 3ª. Edição / **Guidelines for humanized attention to the newborn: Kangaroo Method: technical manual**. 3rd Edition. Biblioteca Virtual em Saúde. Brasil, 2017. Disponível em: <<http://pesquisa.bvsalud.org/bvsms/resource/pt/mis-39310>>. Acesso em 18/11/18.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Cadernos de atenção básica. Saúde da criança: crescimento e desenvolvimento**. 1ª. Ed. 2ª. Reimpressão. Brasília, 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Diretrizes de Atenção à Pessoa com Paralisia Cerebral**. Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas, Brasília, Brasil, 2014.

DARRAH, J.; PIPER, M.C. **Motor Assessment of the Developing Infant**. Saunders. Na Imprint of Elsevier. Canadá, 1994.

DARRAH, J. *et al.*,. **Intra-individual stability of rate of gross motor development in full-term infants**. Early Human Development 52 (1998) 169–179

FORMIGA, C. K. M. R., PEDRAZZANI, E. S. e TUDELLA, E. **Desenvolvimento Motor de Lactentes Pré-termo Participantes de um Programa de Intervenção Fisioterapêutica Precoce**. Rev. bras. fisioter., 2004. Vol. 8, No. 3, 239-245. ISSN 1413-3555.

GAVAZZA, C. Z., *et al.*,. **Utilização de serviços de reabilitação pelas crianças e adolescentes dependentes de tecnologia de um hospital materno-infantil no Rio de Janeiro, Brasil**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2008. Vol. 24(5):1103-1111.

GONDIM, K. M., PINHEIRO, P. N. C., CARVALHO, Z. M. F. **Participação das Mães no Tratamento dos Filhos com Paralisia Cerebral**. Rev. Rene. Fortaleza, v. 10, n. 4, p. 136-144, out./dez.2009

HECKMAN, J. J. **Giving kids a fair chance: A Strategy that works**. USA, 2013. Disponível em: <<http://b-ok.cc/book/3413397/7fa735>>. Acesso em: 20/11/18.

HECKMAN, J. J. **Schools, Skills and Synapses**. Econ Inq. USA, 2008. June; 46(3): 289.

HECKMAN, J. J. **Investing in Disadvantaged Young Children is an Economically Efficient Policy**. University of Chicago. Early Childhood Research Collaborative Minneapolis, Minnesota. USA, 2006. Disponível em: <http://jenni.uchicago.edu/papers/minn-ecrc_all_2006-10-12a_mms.pdf>. Acesso em: 02/11/18.

KLOCK, P. e ERDMANN, A. L. **Cuidando do recém-nascido em UTIN:convivendo com a fragilidade do viver/sobreviver à luz da complexidade**. Rev Esc Enferm USP, 2012; 46(1):45-51. Disponível em: <www.ee.usp.br/reeusp/>. Acesso em: 15/10/19.

MÉIO, M. D. B. B *et al.*,. **Análise situacional do atendimento ambulatorial prestado a recém-nascidos egressos das unidades de terapia intensiva neonatais no Estado do Rio de Janeiro**. Ciências & Saúde Coletiva, 2005. Vol. 10 (2): 299 – 307.

MELO, M. A. G., QUINTO, R. C., SOUZA, R. B. **Avaliação do Perfil Epidemiológico de Pacientes com Paralisia Cerebral Atendidos na APAE Do Município de Sobral – Ce e Análise**

Cienociométrica sobre o Assunto na Literatura. Essentia, Sobral, v. 16, n. 2, p. 100-114, jan/jun. 2015.

MUNIZ, A. M., CUNHA, D. I. B. , GOMES, S. M. F. **A influência da tecnologia na sobrevivência do recém-nascido prematuro extremo de muito baixo peso: revisão integrativa.** Reme – Rev. Min. Enferm.;14(3): 435-442, jul./set., 2010. ISSN (on-line): 2316-9389; ISSN (Versão Impressa): 1415-2762. QUALIS/CAPES: B1 . Disponível em: < <http://reme.org.br/artigo/detalhes/136>>. Acesso em: 15/10/19.

OLIVEIRA, C. M. C. S. e OLIVEIRA, M. A. **Projeto de Intervenção associado à Árvore de Problemas: Metodologia para elaboração do Projeto de Intervenção (PI).** Especialização em Saúde da Família. Pab6. UNASUS, UNIFESP. Brasil, 2015. Disponível em: <https://www.unasus.unifesp.br/biblioteca_virtual/pab/6/unidades_metodologias_TCC/unidade04/unidade04.pdf>. Acesso em: 10/01/20

PIAGET, J. Piaget and His School. **A Reader in Developmental Psychology.** Switzerland, 1976. Disponível em: <<http://b-ok.cc/book/2261695/74c904>>. Acesso em: 20/11/18.

SANTOS, V. P. *et al.*,. **Poluentes atmosféricos associados ao peso insuficiente ao nascimento.** Rev Bras Epidemiol. Brasil, Jan-Mar 2016; 19(1): 89-99.

SANTOS, R. S.; ARAÚJO, A. P. Q. C.; PORTO, M. A. S. **Early diagnosis of abnormal development of preterm newborns: assessment instruments. Diagnóstico precoce de anormalidades no desenvolvimento em prematuros: instrumentos de avaliação.** J. Pediat., Porto Alegre. Brasil, 2008. Vol.84 no.4, p. 289-99.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA (SOPERJ). **Seguimento Ambulatorial do Prematuro de Risco.** São Paulo, SP, 2012.

TOBIAS, C. C. **Perfil do desenvolvimento de crianças de seis a dezoito meses em creches públicas e privadas do Estado do Rio de Janeiro.** Dissertação (Mestrado em Saúde Perinatal) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Maternidade Escola, Atenção Integral à Saúde Materno Infantil, 2017. Disponível em: < <http://www.me.ufrj.br/index.php/dissertacoes/77-christine-castinheiras-tobias.html>>. Acesso em: 10/01/20.

TORRES, A. K. V. *et al.*,. **Acessibilidade organizacional de crianças com paralisia cerebral à reabilitação motora na cidade do Recife.** Rev. Bras. Saúde Matern. Infant., Recife, 2011. Vol.4: 427-436.

TUDELLA, E. *et al.*,. **Comparação da eficácia da intervenção fisioterapêutica essencial e tardia em lactentes com paralisia cerebral.** Fisioterapia do movimento, 2004. Vol. 17, n. 3, p. 45-52.

VINCER, M. J. *et al.*,. **Trends in the prevalence of cerebral palsy among very preterm infants (<31 weeks' gestational age),** 2014. Paediatr Child Health Vol 19 No 4.

ZANINI, G., CEMIN, N. F., PERALLES, S. N. **Paralisia Cerebral: causas e prevalências.** Fisioter Mov., 2009. Jul/set, Vol 22(3):375-381.