
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO
MOVIMENTO - INTERUNIDADES**

ALINE APARECIDA RIBEIRO

**ANÁLISE DA OSCILAÇÃO POSTURAL DE CRIANÇAS
PREMATURAS DIANTE DE MUDANÇAS NOS
PARÂMETROS DO ESTÍMULO VISUAL**

Bauru - SP
2023

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO
MOVIMENTO - INTERUNIDADES**

ALINE APARECIDA RIBEIRO

**ANÁLISE DA OSCILAÇÃO POSTURAL DE
CRIANÇAS PREMATURAS DIANTE DE MUDANÇAS
NOS PARÂMETROS DO ESTÍMULO VISUAL**

Dissertação apresentada à Unidade de Bauru, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento.

Orientadora: Paula Fávaro Polastri Zago

**Bauru
2023**

R484a Ribeiro, Aline Aparecida
Análise da oscilação postural de crianças prematuras
diante de mudanças nos parâmetros do estímulo visual /
Aline Aparecida Ribeiro. -- Bauru, 2023
82 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Faculdade de Ciências, Bauru
Orientadora: Paula Fávaro Polastri Zago

1. Crianças prematuras. 2. Equilíbrio postural. 3.
Capacidade motora nas crianças. I. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

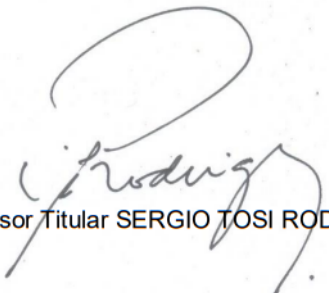
Câmpus de Bauru



ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado de ALINE APARECIDA RIBEIRO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 29 dias do mês de setembro do ano de 2023, às 13:30 horas, no(a) Sala 1 - prédio da Pós-graduação Unesp /FC, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE Mestrado de ALINE APARECIDA RIBEIRO, intitulada **ANÁLISE DA OSCILAÇÃO POSTURAL DE CRIANÇAS PREMATURAS DIANTE DE MUDANÇAS NOS PARÂMETROS DO ESTÍMULO VISUAL.**

A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Professor Titular SERGIO TOSI RODRIGUES (Participação Presencial) do(a) Programa de Pós-graduação em Design / FC/Unesp/Bauru, Profa. Dra. NELCI ADRIANA CICUTO FERREIRA ROCHA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Fisioterapia / Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, Profa. Dra. RAQUEL DE PAULA CARVALHO (Participação Virtual) do(a) Laboratório de Desenvolvimento e Motricidade Infantil / UNIFESP-Baixada Santista. Após a exposição pela mestranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final: A P R O V A D O. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.



Professor Titular SERGIO TOSI RODRIGUES

Impacto potencial desta pesquisa

Esta presente dissertação se enquadra nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) #3 – Saúde e Bem-Estar. O ODS #3 tem o foco principal na saúde da população. Estudar e entender como crianças prematura se comportam diante de mudanças no fluxo visual, e em tarefas desafiadoras que estão presentes no cotidiano está diretamente relacionado à promoção de saúde e bem-estar. Com isso, estudos que avancem neste contexto são importantes para auxiliar no tratamento da prematuridade, aprimorando os programas de reabilitação e exercício físico. Desta forma, buscando a promoção de bem-estar e mais qualidade de vida para esta população.

Potential impact of this research

This present dissertation fits into the Sustainable Development Goals (SDG) #3 – Health and Well-Being. SDG #3 has the main focus on population health. Studying and understanding how premature children behave in the face of changes in visual flow, and in challenging tasks that are present in everyday life is directly related to the promotion of health and well-being. Therefore, studies that advance in this context are important to assist in the treatment of prematurity, improving rehabilitation and physical exercise programs. In this way, seeking to promote well-being and better quality of life for this population.

DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação de mestrado à **Deus**, essa força maior, que me guia e ilumina meus pensamentos para que eu desenvolva minha luz. À **minha mãe**, essa mulher guerreira que me ensinou tudo que eu sei e instiga minhas maiores virtudes, ao **meu pai**, que sempre me apoiou para que eu chegasse até aqui. Ao **meu marido**, meu amor, que está sempre comigo me incentivando a ser alguém melhor. E finalmente à **minha querida orientadora**, que me instigou a ser a melhor versão de mim do início ao fim desse processo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela vida e oportunidades. Por ter colocado a Fisioterapia em meu caminho e permitir que eu me descobrisse nesta profissão que tenho tanto orgulho e admiração.

Aos meus pais, Luiz Carlos (Carlinhos) e Rosélia (Zélia), por todo amor, valores e ensinamentos. Obrigada por nunca desistirem de mim, por acreditar e apoiar meus sonhos e minhas decisões. A pessoa que me tornei hoje, é graças a vocês.

A minha família, minha base, pelo incentivo, por acreditarem que eu era capaz de alcançar meus objetivos de vida e por sempre estarem ao meu lado quando precisei. Sem vocês, nada disso seria possível.

Ao meu companheiro de vida, meu amor, Robson, pela paciência e cuidado, sua compreensão e apoio foram fundamentais para esta conquista.

À minha querida orientadora, Paula, obrigada pela confiança, paciência, suporte nos momentos difíceis e por todo conhecimento e experiência compartilhados. Foram anos de muita ansiedade e correria, mas também de muita expectativa, realização e alegrias, obrigada POR TUDO!

Aos amigos que permaneceram em minha vida, agradeço imensamente, em especial a Fernanda Ceschin. Vocês são exemplos para mim e não conseguiria sem a ajuda de vocês. Espero do fundo do coração que realizem todos os seus sonhos, vou estar sempre muito feliz em saber de suas conquistas.

A todos os integrantes do LIVIA, que permitiram aprendizados diferentes em momentos diferentes da minha vida. Agradeço cada um de vocês a me tornarem uma pessoa melhor. Em especial, agradeço à Ana Beatriz e Gabriel Gato que me auxiliaram durante a coleta de dados, ao Gustavo Andrade que sempre me socorreu em minhas dificuldades e sempre foi um ombro amigo!!! Ao querido Rafael Briet por toda escuta, suporte e ajuda que me deu principalmente na etapa final de tudo. Valeu a paciência e carinho!!

A todos os participantes e aos pais das crianças que se disponibilizaram a trazer seus filhos para que eu pudesse desenvolver este trabalho. Agradeço pela atenção e apoio durante a coleta de dados.

A todos os envolvidos, o meu MUITO OBRIGADA!!!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.: Foto ilustrativa da situação experimental com uma criança do grupo PT posicionada em pé sobre a plataforma de força, dentro da sala móvel, durante a tarefa de manutenção da posição em pé quieta.	36
Figura 2.: Fluxograma com a ordem da realização das tentativas e as respectivas frequências de movimentação da sala móvel.	37
Figura 3.: Figura ilustrativa do posicionamento dos equipamentos na situação experimental com um participante dentro da sala móvel, em pé quieto, sobre uma plataforma de força.	39
Figura 4.: Médias e desvios-padrão da amplitude média de deslocamento do COP, de ambos os grupos (crianças PT e AT), na direção anteroposterior (AP), nas condições de sala: estacionária, frequência de 0,2 Hz e frequência de 0,5 Hz.	45
Figura 5.: Médias e desvios-padrão da amplitude média de deslocamento do COP, de ambos os grupos (crianças PT e AT), na direção médio lateral (ML), nas condições de sala: estacionária, frequência de 0,2 Hz e frequência de 0,5 Hz.	46
Figura 6.: Exemplos de séries temporais com o deslocamento do Centro de Pressão (COP) de uma criança PT (painéis a esquerda) e uma criança AT (painéis a direita), e os deslocamentos da sala móvel, na direção anteroposterior (AP).	47
Figura 7.: Exemplos de séries temporais com o espectro da amplitude de deslocamento do centro de pressão (COP).	47
Figura 8.: Médias e desvios-padrão dos valores de Ganho entre o deslocamento do COP e o movimento da sala, nas duas frequências em que a sala foi movimentada (0,2 Hz e 0,5 Hz), para ambos os grupos.	48
Figura 9.: Médias e desvios-padrão dos valores de Fase entre o deslocamento do COP e o movimento da sala, nas duas frequências em que a sala foi movimentada (0,2 Hz e 0,5 Hz), para ambos os grupos.	49
Figura 10.: Médias e desvios-padrão dos valores de Variabilidade de posição entre o deslocamento do COP e o movimento da sala, nas duas frequências em que a sala foi movimentada (0,2 Hz e 0,5 Hz), para ambos os grupos.	50
Figura 11.: Médias e desvios-padrão da Variabilidade de velocidade entre o deslocamento do COP e o movimento da sala, nas duas frequências em que a sala foi movimentada (0,2 Hz e 0,5 Hz), para ambos os grupos.	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.: Médias e desvios-padrão das medidas antropométricas e dos resultados do teste de acuidade visual de ambos os grupos (PT e AT).	42
Tabela 2.: Caracterização e perfil dos grupos com resultados percentuais sobre o tipo de parto, idade gestacional (IG) em semanas e peso ao nascer em gramas, além de informações sobre intervenções no primeiro ano de vida.	42
Tabela 3.: Resultados individuais da anamnese aplicada aos responsáveis pelas crianças do grupo PT.	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 PREMATURIDADE	19
2.1.1 EFEITOS DA PREMATURIDADE NO DESENVOLVIMENTO DA CRIANÇA	20
2.2 CONTROLE POSTURAL	24
2.2.1 PREMATURIDADE E CONTROLE POSTURAL.....	27
3 OBJETIVOS.....	33
3.1 Geral:	33
3.2 Objetivos Específicos:	33
3.3 Hipóteses:.....	33
4 MATERIAL E MÉTODO	34
4.1 PARTICIPANTES.....	34
4.2 PROCEDIMENTOS	35
4.2.1 Condições Experimentais.....	36
4.3 Equipamentos.....	37
4.3.1 Sala Móvel.....	37
4.3.2 Sistema Magnético de análise do movimento	38
4.3.3 Plataforma de Força	38
4.3.4 Outros Equipamentos	39
5 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS	39
5.1 Acoplamento entre informação visual e oscilação corporal	40
6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	41
7 RESULTADOS	42
7.1 Medidas Antropométricas.....	42

7.2 Anamnese.....	43
7.2 Deslocamento do COP.....	44
7.2.1. Amplitude média de deslocamento do COP	44
7.3.1 Ganho	48
7.3.2. Fase.....	49
8 DISCUSSÃO	51
8. 1 Caracterização.....	52
8.2 Amplitude Média de Deslocamento do COP com e sem movimento da sala	55
8.3 Acoplamento entre informação visual e deslocamento do COP.....	61
8.3.1 Ganho e Fase	61
8.3.2 Variabilidade de posição e variabilidade de velocidade	65
9 CONCLUSÃO.....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXO I.....	78
ANEXO II	82

RESUMO

O presente estudo teve como investigar como o sistema de controle postural de crianças prematuras se comporta diante de alterações nos parâmetros de frequência do estímulo visual. Participaram deste estudo 34 crianças (17 prematuras e 17 controle), com idades entre 06 e 08 anos, nascidas prematuras (PT) e crianças com nascimento a termo (AT), pareadas por idade, sexo, peso e estatura. As crianças foram submetidas a uma anamnese e aplicação do Teste de Acuidade Visual (Teste de Snellen), além da mensuração da estatura e o peso corporal. Em seguida, os participantes foram posicionados em pé, em apoio bipodal, sobre uma plataforma de força, dentro de uma “sala móvel”, que movimentou em duas frequências: 0,2 Hz e 0,5 Hz, com diferentes amplitudes (2,0 cm e 0,8 cm, respectivamente), com velocidade de pico constante em 0,75cm/s. Foram realizadas sete tentativas sendo que na primeira tentativa, a sala permaneceu estacionária (sem movimento) e nas demais seis tentativas a sala foi movimentada, sendo realizadas três tentativas em cada condição de frequência: 0,2 Hz e 0,5 Hz. As tentativas foram randomizadas entre as condições de frequência do estímulo visual para ambos os grupos, a fim de evitar efeito de ordem. Foram realizadas análises de variância (ANOVA) *one-way* para identificar possíveis diferenças na idade e nas variáveis antropométricas (peso, estatura, IMC) entre os grupos de crianças. Posteriormente, a fim de verificar diferenças entre os grupos na magnitude de deslocamento do centro de pressão (COP) foram realizadas ANOVAs *two way* (2x3) com medidas repetidas, tendo como fatores os grupos de crianças (PT e AT) e as condições de estimulação da sala (sala estacionária, 0,2 Hz e 0,5 Hz). As variáveis dependentes destas análises foram: amplitude média de deslocamento do COP nas direções, AP e ML. Ainda, para verificar diferenças no acoplamento entre informação visual e deslocamento do COP, foram realizadas ANOVAs *two way* (2x2) com medidas repetidas, tendo como fatores os grupos e as frequências de movimento da sala. As variáveis dependentes destas análises foram: ganho, fase, variabilidade de posição e variabilidade de velocidade. Os resultados indicaram que as crianças PT apresentaram peso ($p < 0,0001$) e estatura ($p < 0,0001$) ao nascer menor do que crianças AT. Houve uma menor amplitude de deslocamento do COP durante a condição de sala estacionária em comparação às condições de movimento da sala, nas frequências de 0,2 Hz ($p < 0,0001$) e de 0,5 Hz ($p < 0,002$) e, também, menor deslocamento do COP, na frequência de 0,5 Hz quando comparada a frequência de 0,2 Hz ($p < 0,04$). Os deslocamentos do COP de todas as crianças foram influenciados pela manipulação do estímulo visual, proveniente do movimento da sala, em ambas as frequências de movimento (0,2 Hz e 0,5 Hz). Valores de ganho não indicaram diferenças entre os grupos e condições ($p > 0,05$). Entretanto, os deslocamentos do COP de todos os participantes apresentaram atrasos em relação ao movimento da sala e este comportamento foi dependente do grupo. Crianças PT apresentaram maior atraso na frequência de 0,5 Hz comparadas às crianças AT ($p < 0,02$). Além disto, somente crianças PT apresentaram maior variabilidade na frequência de 0,2 Hz comparada à frequência de 0,5 Hz ($p < 0,0001$). Portanto, a partir destes resultados, pode-se concluir que crianças PT apresentam acoplamento entre informação visual e deslocamento do COP similar às crianças AT. Entretanto, elas mostram atrasos temporais entre as informações visuais e os deslocamentos do COP (valores negativos de fase) quando comparadas às crianças AT e maior variabilidade de deslocamento do COP quando submetidas à manipulação das frequências do estímulo visual indicando

que alterações no acoplamento entre informação visual e oscilação corporal, que por sua vez, podem estar associadas a alterações nos mecanismos de *feedback* em função de características comuns do nascimento prematuro tais como déficits no processamento visual e neuromuscular. Estes resultados têm potencial para contribuir na elaboração de programas de reabilitação e acompanhamento à longo prazo de crianças nascidas prematuras.

Palavras-chave: Prematuridade. Nascimento prematuro. Controle postural. Desenvolvimento motor. Equilíbrio.

ABSTRACT

The present study aimed to investigate how the postural control system of premature children behaves when faced with changes in the frequency parameters of the visual stimulus. Thirty-four children (17 premature and 17 control) participated in this study, aged between 06 and 08 years, born prematurely (PT) and children born at term (AT), matched by age, sex, weight and height. The children were submitted to anamnesis and the Visual Acuity Test (Snellen Test) was applied, in addition to measuring their height and body weight. Next, the participants were positioned standing, in bipedal support, on a force platform, inside a “mobile room”, which moved at two frequencies: 0.2 Hz and 0.5 Hz, with different amplitudes (2.0 cm and 0.8 cm, respectively), with a constant peak velocity of 0.75 cm/s. Seven trials were carried out, in the first trial, the experimental room was stationary (without movement) and in the remaining six trials the room was moved, with three trials being carried out in each frequency condition: 0.2 Hz and 0.5 Hz. The trials were randomized between visual stimulus frequency conditions for both groups, in order to avoid order effects. One-way analyzes of variance (ANOVA) were performed to identify possible differences in age and anthropometric variables (weight, height, BMI) between groups of children. Subsequently, in order to verify differences between the groups in the magnitude of displacement of the center of pressure (COP), two-way ANOVAs (2x3) with repeated measures were carried out, taking as factors the groups of children (PT and AT) and the conditions of room stimulation (stationary room, 0.2 Hz and 0.5 Hz). The dependent variables of these analyzes were: mean amplitude of COP displacement in the AP and ML directions. Furthermore, to verify differences in the coupling between visual information and COP displacement, two-way ANOVAs (2x2) with repeated measures were carried out, with groups and room movement frequencies as factors. The dependent variables of these analyzes were: gain, phase, position variability and velocity variability. The results indicated that PT children had lower weight ($p < 0.0001$) and height ($p < 0.0001$) at birth than AT children. There was a smaller amplitude of COP displacement during the stationary room condition compared to the room movement conditions, at frequencies of 0.2 Hz ($p < 0.0001$) and 0.5 Hz ($p < 0.002$) and, also, smaller COP displacement, at a frequency of 0.5 Hz when compared to a frequency of 0.2 Hz ($p < 0.04$). The COP displacements of all children were influenced by the manipulation of the visual stimulus, provided by the movement of the room, at both frequencies (0.2 Hz and 0.5 Hz). Gain values did not indicate differences between groups and conditions ($p > 0.05$). However, the COP displacements of all participants showed delays in relation to the movement of the room and this behavior was group dependent. PT children showed a greater delay at the 0.5 Hz frequency compared to AT children ($p < 0.02$). Furthermore, only PT children showed greater variability at the 0.2 Hz frequency compared to the 0.5 Hz frequency ($p < 0.0001$). Therefore, from these results it can be concluded that PT children present coupling between visual information and COP displacement similar to AT children. However, they show temporal delays between

visual information and COP displacements (negative phase values) when compared to AT children and greater variability in COP displacement when subjected to manipulation of visual stimulus frequencies, indicating that changes in the coupling between visual information and body sway, which in turn, may be associated with changes in feedback mechanisms due to common characteristics of premature birth such as deficits in visual and neuromuscular processing. These results have the potential to contribute to the development of rehabilitation programs and long-term monitoring of children born prematurely.

Keywords: Prematurity. Premature birth. Postural control. Motor development. Balance.

1 INTRODUÇÃO

A assistência obstétrica e neonatal tem demonstrado significativos avanços científicos e tecnológicos, resultando em elevada redução na mortalidade dos recém-nascidos prematuros. Entretanto, na medida em que aumenta a sobrevivência de prematuros, aumenta também a preocupação com o prognóstico e a qualidade de vida desses sobreviventes (HACK; FANAROFF, 2000; SAIGAL, 2000; RUGOLO, 2005; MAIA, 2020).

Tipicamente, o primeiro ano de vida é marcado por muitas mudanças na aquisição das habilidades motoras, o que aumenta, progressivamente, o repertório motor da criança (MAIA et al., 2011). No entanto, crianças nascidas prematuras (PT) (IG < 37 semanas) podem apresentar desvios/atrasos no padrão típico de desenvolvimento motor quando comparadas às crianças nascidas à termo (AT) (IG entre 37 - 41 semanas e 6 dias). Com acompanhamento clínico e intervenções precoces nos dois primeiros anos de vida, os possíveis atrasos no desenvolvimento decorrentes da prematuridade são minimizados, mesmo para os bebês nascidos extremamente prematuros (IG < 28 semanas) (PUTHUSSERY et al., 2021). Contudo, uma inadequada atenção primária, ao longo dos anos, dificulta a detecção de alterações, muitas vezes, sutis no comportamento motor da criança que se revela, somente, por volta da idade pré-escolar (a partir dos 3 anos de idade) - período no qual exigências motoras se intensificam (RIBEIRO et al., 2017; HOWE et al., 2016).

Estudos recentes têm mostrado que crianças prematuras apresentam pior desempenho em escalas de desenvolvimento motor e cognitivo quando comparadas aos seus pares com nascimento a termo (PEREZ-ROCHE et al., 2016; DAVIS et al., 2007; BROGNA et al., 2014; BROWN et al., 2015; CAMARGOS et al., 2011; ESBJORN et al., 2006; MOREIRA et al., 2014; MAGGI et al., 2014). Conforme ocorre o aumento na demanda das habilidades motoras, parecem surgir alterações no desenvolvimento infantil associados à prematuridade que incluem: dificuldades na aprendizagem, no desempenho acadêmico, na linguagem, surgimento de problemas comportamentais e desenvolvimento neuropsicomotor questionável ou com atrasos evidentes (SULLIVAN; HAWES, 2007; HOWE et al., 2016). Em particular, os estudos mostram que muitas crianças prematuras que, aparentemente são consideradas livres de sequelas neurológicas nos primeiros meses de vida, apresentam maior risco de desenvolver distúrbios de coordenação e/ou equilíbrio durante os anos escolares (DE KIEVIET et

al., 2009; TUÑÓN-DOMÍNGUEZ et al., 2022), revelando déficits percepto-motores, dificuldade de processamento visuo-espacial e desempenho inferior em avaliações de controle da postura quando comparadas às crianças nascidas a termo (MAGALHÃES et al., 1999; BUCCI et al., 2015).

Sabe-se que um adequado funcionamento do sistema de controle postural é fundamental para manter a posição e orientação do corpo no espaço durante a execução de habilidades motoras fundamentais e específicas e que o comprometimento da estabilidade postural costuma estar associado à um baixo desempenho motor em crianças prematuras prejudicando a aquisição e aprendizagem de outras habilidades motoras e na utilização na vida diária (LOREFICE et al., 2014; TUÑÓN-DOMÍNGUEZ et al., 2022). Em geral, crianças PT, com idades entre 4 e 10 anos, apresentam maiores oscilações corporais na maioria das tarefas de equilíbrio estático e dinâmico em comparação com as crianças AT (TUÑÓN-DOMÍNGUEZ et al., 2022; BUCCI et al., 2017; BUCCI et al., 2015; LOREFICE et al., 2014).

Estes déficits no controle da postura têm sido associados, dentre outros fatores, à dificuldade de integração entre as informações sensoriais (visual, vestibular e somatossensorial). Mais especificamente, os estudos têm apontado que algumas funções visuais podem estar alteradas em crianças PT, tais como percepção visual de movimento e integração visuo-motora. Crianças prematuras apresentam menor sensibilidade ao fluxo óptico global quando comparadas aos seus pares AT (BUCCI et al., 2017; BUCCI et al., 2015; LOREFICE et al., 2014; PETERSEN et al., 2015). Este comportamento pode resultar em dificuldades em perceber mudanças no ambiente, o que comprometeria a execução de muitas tarefas motoras, gerando os atrasos observados em crianças prematuras, quando as mesmas alcançam a idade escolar.

Considerando a importância de um adequado funcionamento do sistema de controle postural para a aquisição e refinamento das habilidades motoras ao longo dos anos (ATKINSON et al., 2008; PINHEIRO et al., 2014; BOLK et al., 2018; PIETZ et al., 2004; HOWE et al., 2011) e diante das alterações que a prematuridade pode acarretar ao desenvolvimento infantil no que diz respeito à dificuldade no processamento e percepção visual, o presente estudo investigou como o sistema de controle postural de crianças prematuras responde às mudanças no ambiente, por meio da informação visual.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PREMATURIDADE

O nascimento prematuro não é um evento normal, embora esteja se tornando cada vez mais frequente. De acordo com a Organização Mundial de Saúde - OMS (2023), é considerado prematuro (PT), o bebê nascido antes de completar 37 semanas de gestacional (IG). Pode-se classificar o bebê prematuro de acordo com: 1) Idade Gestacional, a qual é subdividida em: a) extremamente prematuro (menos de 28 semanas); b) muito prematuro (28 a menos de 32 semanas); e c) prematuro moderado a tardio (32 a 36 semanas e 7 dias semanas) (PURISH; GYAMFI-BANNERMAN, 2017; DIAS et al., 2022); e 2) Peso ao nascimento - sendo este fator considerado quando os bebês têm baixo peso - peso inferior a 2.500g; muito baixo peso - inferior a 1.500g; e extremo baixo peso - inferior a 1.000g. Ambas as características (IG e peso ao nascimento), principalmente, quando extremas, podem predispor a ocorrência de deficiências na evolução pós-natal (PIEK; GASSON, 1998; LEONE; RAMOS; VAZ, 2002).

Atualmente, o parto prematuro representa mais de 11,1% dos nascimentos mundiais (OMS, 2023). Destes nascimentos, 15% são considerados extremamente prematuros, ou seja, aqueles com alto risco de atrasos para a aquisição de algumas habilidades motoras, mesmo aquelas crianças que estão livres de atrasos importantes no desenvolvimento neurológico (HUGHES, REDSELL; GLAZEBROOK, 2016).

O nascimento prematuro apresenta uma etiologia heterogênea (GRAY; INDURKHYA; McCORMICK, 2004) e quando associado ao baixo peso, é considerado risco biológico para atraso global do desenvolvimento (VELIKOS et al., 2015; ROSS et al., 2016). No entanto, a natureza de tais déficits ainda não está totalmente esclarecida, considerando que existem múltiplas variáveis envolvidas, tais como: intercorrências pré, peri e pós-natais, IG, peso ao nascimento, manejo nos cuidados intensivos, fatores socioeconômicos e ambientais e o complexo processo subsequente ao desenvolvimento maturacional do cérebro do bebê, o que interfere na trajetória típica do desenvolvimento (SAMRA; MCGRATH; WEHBE, 2011).

De maneira geral, crianças PT podem apresentar atrasos nos diferentes domínios do desenvolvimento já nos primeiros meses de vida, por exemplo, o motor e o

adaptativo (VELIKOS et al., 2015; ROSS et al., 2016) mesmo que os déficits nestas áreas sejam mais sutis (VELIKOS et al., 2015). O comportamento motor propicia oportunidades concretas de favorecimento do desenvolvimento das áreas perceptivas, cognitivas, linguísticas, adaptativas e sociais, através de experiências de ação e interação da criança. O comportamento adaptativo é considerado como a capacidade integrada de habilidades cognitivas e motoras, bem como a regulação emocional que reflete o desempenho (VELIKOS et al., 2015; ROSS et al., 2016; CHEN, JEKA, CLARK, 2016).

Por exemplo, Formiga e Linhares (2010) utilizaram dados normativos, por meio da *Alberta Infant Motor Scale* (AIMS), para avaliar o desempenho motor de 308 crianças prematuras de 1 a 12 meses de vida. Os resultados mostraram que as crianças PT apresentaram menores escores de desenvolvimento motor em todas as idades. Apesar da curva de desenvolvimento motor mostrar um aumento contínuo no número de habilidades motoras adquiridas pelas crianças prematuras, durante os primeiros 12 meses de idade, a média das aquisições motoras apresentou um padrão não linear (FORMIGA, LINHARES, 2010).

Pode-se notar, portanto, que atrasos motores podem estar presentes em crianças PT, fazendo da avaliação dessas crianças, uma ferramenta importante para a detecção e intervenção precoce para esta população aumentando, assim, as chances de prevenir ou minimizar algumas dessas alterações. A seguir será abordado o perfil desenvolvimental de crianças prematuras para melhor entendimento das alterações que acometem esta população, não somente ao nascimento, mas também durante toda a infância.

2.1.1 EFEITOS DA PREMATURIDADE NO DESENVOLVIMENTO DA CRIANÇA

Muitos estudos têm mostrado o potencial impacto da prematuridade no desenvolvimento neuropsicomotor da criança (PEREZ-ROCHE et al., 2016; DAVIS et al., 2007; BROGNA et al., 2014; BROWN et al., 2015; CAMARGOS et al., 2011; ESBJORN et al., 2006; MOREIRA et al., 2014; MAGGI et al., 2014; SAMRA; MCGRATH; WEHBE, 2011; VELIKOS et al., 2015). Em sua revisão sistemática, Zomignani et al. (2009) indicaram que o sistema nervoso central (SNC) infantil apresenta um dinamismo evolutivo muito intenso na qual cada fase do desenvolvimento e crescimento cerebral tem seu tempo. Contudo, o nascimento precoce interrompe a

evolução normal desses eventos, e crianças prematuras podem se tornar mais vulneráveis ao risco de apresentar atrasos no neuro-desenvolvimento e incapacidades funcionais, risco esse que se agrava de acordo com a IG, ou seja, quanto mais prematuro for o nascimento, maiores são os riscos para atrasos desenvolvimentais (VELIKOS et al., 2015).

Quando comparados aos seus pares nascidos AT, bebês PT tendem a apresentar atrasos na frequência e qualidade do alcance de objetos no ambiente (BARBOSA; GUIMARÃES et al., 2020). Mais ainda, estas alterações são persistentes e estão associadas à um comportamento postural mais rígido do bebê PT durante a execução do alcance e exploração de objetos (FALLANG; HADDERS-ALGRA, 2005).

Particularmente, muitos estudos mostram que déficits associados ao desenvolvimento do controle postural parecem ser comuns entre os bebês PT, como demonstrado por Pin e colaboradores (2009) que observaram que 62 bebês PT (IG $\leq$ 29 semanas), de quatro a oito meses, apresentavam comprometimentos na habilidade de se manter nas posições, supina, prona e sentada quando comparadas às crianças AT. Já Dusing e colaboradores (2014) notaram estratégias de controle postural em menor número e, muitas vezes, ineficientes em bebês PT (IG $\leq$ 29 semanas) de até 12 meses de idade e sugeriram que estas características poderiam impedir o bebê de aprender novos comportamentos da maneira típica e de se adaptar às mudanças nas demandas das tarefas. Ainda, Righetto Greco e colaboradores (2020) observaram menor controle do tronco e pior desempenho nas posturas prona, supina e sentada em bebês PT (IG média de 33.86 ± 3.29 semanas) quanto comparados a bebês AT, além de atrasos na aquisição de habilidades motoras e posturas anti-gravitacionais de segmentos mais altos do tronco, por volta dos sete meses de idade.

Com base nestes estudos, pode-se dizer que muitos bebês PT necessitam de atenção na identificação de potenciais atrasos em diversos domínios (motor, cognitivo, social, intelectual etc.). No entanto, estudos mais recentes têm indicado que a falta de acompanhamento, avaliação e intervenções para estas crianças, por períodos mais longos, tem se mostrado prejudicial para seu desenvolvimento. Isto porque, alguns atrasos desenvolvimentais se manifestam, apenas com o avanço da idade e se tornam mais evidentes, geralmente, na idade pré-escolar, podendo persistir até a adolescência e idade adulta (GUIMARÃES et al., 2017; PETERSEN et al., 2015; MOREIRA;

MAGALHÃES; ALVES, 2014). Apesar disto, ainda não é totalmente conhecido como a prematuridade afeta o indivíduo durante o período da infância e adolescência.

De maneira geral, crianças PT em idade pré-escolar (três a cinco anos de idade) apresentam pior desempenho em avaliações cognitivas (VAN HUS et al., 2014; MAGGI et al., 2014; MOREIRA et al., 2014; VAN HUS et al., 2016; ROSS et al., 2016), maiores problemas comportamentais (VAN HUS et al., 2014; 2016) e uma maior probabilidade de comprometimento das habilidades motoras finas e grossas (SULLIVAN; HAWES, 2007; VAN HUS et al., 2014; MAGGI et al., 2014; MOREIRA et al., 2014; VAN HUS et al., 2016; BROWN et al., 2019; TUÑÓN-DOMÍNGUEZ et al., 2022). É importante ressaltar que, conforme ocorre o aumento das demandas das habilidades motoras, podem surgir morbidades ‘sutis’ da prematuridade, incluindo dificuldades na integração visuo-motora, na aprendizagem, no desempenho acadêmico, na linguagem, problemas comportamentais e anormalidades do neuro-desenvolvimento (SULLIVAN; HAWES, 2007). Segundo De Kieviet e colaboradores (2009), muitas crianças PT que, aparentemente são consideradas livres de sequelas neurológicas nos primeiros meses de vida, apresentam maior risco de desenvolver distúrbios de coordenação e/ou equilíbrio durante os anos escolares, impactando em inúmeras atividades que são importantes para o desenvolvimento da autonomia, participação em esportes, habilidades sociais e, até mesmo, desempenho acadêmico.

Em revisão realizada por Moreira, Magalhães e Alves (2013), foi constatado que crianças PT apresentam vulnerabilidade a longo prazo em todos os indicadores de desenvolvimento que foram pesquisados (componente motor, comportamento e desempenho escolar), quando comparadas a seus pares AT. No domínio motor, em especial, foram observadas alterações motoras leves, muitas vezes imperceptíveis para familiares e amigos. Entre os estudos analisados nesta revisão, houve concordância de que a prematuridade tem grandes repercussões no desempenho motor da criança (MOREIRA; MAGALHÃES; ALVES, 2013).

Em adição, Maggi e colaboradores (2014), em um estudo transversal com 124 crianças (62 PT - IG $\leq$ 34 semanas - e 62 AT) de quatro anos de idade, observou que uma proporção significativa de crianças PT, aparentemente sem sequelas, teve pior desempenho motor, cognitivo e funcional que seus pares AT, na idade pré-escolar. Na área motora, as crianças do grupo PT obtiveram escores, significativamente, inferiores no teste motor *Movement Assessment Battery for Children Second Edition (MABC-2)*,

quando comparadas com seus pares AT. Além disto, há indicativos de que crianças PT podem vir a desenvolver Transtorno do Desenvolvimento da Coordenação (TDC), sendo neste estudo observado uma prevalência de sinais deste transtorno em 29,1% das crianças do grupo PT. Este percentual foi, significativamente, maior do que no grupo AT (6,5%). Neste e em outros estudos, o ponto de corte para identificação do TDC é no 5º percentil. Esta magnitude de comprometimento motor, indicativa de TDC, é mais prevalente em crianças PT em idade escolar (EDWARDS et al., 2011).

Em outro estudo, Brown e colaboradores (2015), também utilizando a Bateria *MABC-2*, observaram que 30% das crianças PT (IG $\leq$ 28 semanas) pontuaram abaixo do 15º percentil, apresentando déficits na estabilidade corporal quando comparadas às crianças AT sendo, portanto, classificadas com desenvolvimento suspeito. Quando a análise foi realizada de maneira individual para cada subseção da bateria *MABC-2*, foram observados piores percentuais para destreza manual (31%), equilíbrio (30%) e para a habilidade de mirar e agarrar (44%). De acordo com os autores, essas dificuldades motoras finas e de equilíbrio podem ser indicadores precoces de TDC, impactando consideravelmente o desempenho destas crianças.

Em suma, a partir destes estudos, fica claro o impacto da prematuridade no desenvolvimento motor da criança, não somente nos dois primeiros anos de vida, mas também ao longo da infância, cujas alterações se tornam mais evidentes, quando a mesma chega à idade escolar. Uma das razões para a identificação tardia destas dificuldades e déficits, muitas vezes imperceptíveis, é que neste período há um aumento progressivo nas demandas para execução de tarefas motoras, que se tornam cada vez mais complexas, exigindo um adequado funcionamento e integração entre os sistemas sensoriais e o sistema motor.

Uma das formas de se compreender a relação entre estes sistemas é investigando como o indivíduo alcança e mantém a posição e orientação corporal desejada para atender as demandas da tarefa e do ambiente (HORAK; MCPHERSON, 2015), ou seja, o funcionamento do sistema de controle postural (CUPPS, 1997). Sendo assim, para entender as causas do baixo desempenho motor de crianças PT e, considerando os déficits de equilíbrio observados nesta população, alguns estudos têm examinado como estas crianças obtêm e utilizam as informações sensoriais disponíveis no ambiente para orientar seu corpo no espaço (PETERSEN et al., 2015; BUCCI et al., 2015; BUCCI et al., 2017; TAYLOR; et al., 2009; GUZZETTA et al., 2009; ESHAGHI; JAFARI;

JALAIE, 2015; LOREFICE et al., 2014). Os resultados destes estudos bem como os aspectos que envolvem o controle da postura e seu desenvolvimento ao longo dos anos são descritos a seguir.

2.2 CONTROLE POSTURAL

Entender a natureza das mudanças do controle postural para a aquisição e refinamento das habilidades motoras é fundamental para um melhor entendimento do desenvolvimento motor (GODOI; BARELA, 2016). Isto porque durante a realização das mais diversas ações motoras, o sistema de controle postural desempenha um papel muito importante, sendo este responsável pela estabilização do corpo no espaço (HORAK; MCPHERSON, 2015). De maneira geral, para manter a estabilidade, é necessário que o sistema de controle postural mantenha o centro de gravidade do corpo sobre os limites da base de suporte, tanto em atividades estáticas quanto dinâmicas (WINTER, 2005).

Especificamente, com o objetivo de manter o equilíbrio e a orientação postural frente às perturbações advindas do próprio corpo, da tarefa a ser realizada ou, ainda, de mudanças no ambiente, o SNC integra as informações provenientes dos sistemas sensoriais para, então, enviar impulsos nervosos aos músculos para gerar respostas neuromusculares apropriadas ao contexto (DUARTE; FREITAS, 2010). As informações são provenientes, principalmente, de três sistemas sensoriais: visual, vestibular e somatossensorial. Cada um destes sistemas tem receptores específicos e fornecem informações, muitas vezes, redundantes sobre a posição do corpo em relação a cada um dos segmentos corporais e do corpo em relação ao ambiente (HORAK; MACPHERSON; 2015).

O sistema somatossensorial possui receptores distribuídos por todo o corpo tais como: os mecanorreceptores, receptores articulares, receptores de pressão, receptores musculares, dentre outros, que respondem aos estímulos de toque, temperatura, posição do corpo e dor. As informações obtidas por meio destes receptores informam sobre a orientação dos segmentos corporais, a relação entre eles e a posição dos mesmos no espaço (HORAK; MACPHERSON, 2015).

O sistema vestibular possui receptores do canal vestibular (canais semicirculares e os otólitos) que são sensíveis a acelerações angulares e lineares da cabeça, sendo seus

sinais elétricos, uma combinação de todas as acelerações (incluindo a gravidade). Estes receptores são estimulados por meio do movimento da cabeça em relação ao ambiente e fornecem ao sistema de controle postural um quadro de referência sobre as forças gravitacionais e inerciais que influenciam o deslocamento do corpo com alterações na posição da cabeça (HORAK; MACPHERSON, 2015).

Por último, o sistema visual é considerado o mais complexo (KLEINER; SCHLITTLER; SANCHEZ-ARIAS, 2011; KANDEL, 1991), em virtude de seu funcionamento envolver várias estruturas e mecanismos para a obtenção da informação contida no ambiente (KANDEL, 1991). Por meio da refração da luz proveniente da superfície de objetos, a mesma entra através da córnea, é projetada para a retina e transformada em sinais elétricos pelos fotorreceptores (cones e bastonetes), que enviam os sinais para centros superiores do sistema nervoso através do nervo óptico (KLEINER; SCHLITTLER; SANCHEZ-ARIAS, 2011). Basicamente, a projeção das imagens na retina fornece um quadro de referência sobre a direção e velocidade dos movimentos da cabeça e do corpo no ambiente, sendo que a postura é controlada com base na minimização dos deslocamentos dessas imagens na retina (KANDEL, 1991).

Embora as informações de todos os sistemas sensoriais sejam essenciais para a estabilização postural e o uso destas fontes (DUARTE; FREITAS, 2010), no presente estudo, destacaremos a importância da informação visual na manutenção da posição em pé. Estudos mostram que a magnitude de oscilação corporal aumenta mais que o dobro quando a informação visual não está disponível ou quando está alterada (KLEINER; SCHLITTLER; SANCHEZ-ARIAS, 2011; WOLFF et al., 1998; WOOLLACOTT, 1988; RIACH; STARKES, 1994; WOOLLACOTT; DEBÚ; MOWATT, 1987; RIVAL; CEYTE; OLIVIER, 2005). Mais ainda, informações contidas no fluxo óptico são conhecidas por induzir fortemente as oscilações corporais (BARELA; POLASTRI; GODOI, 2000; BARELA et al., 2003; BERTENTHAL; BAI, 1989; BERTENTHAL; BAKER, 2000; LEE; ARONSON, 1974) mesmo quando há o conhecimento sobre a manipulação visual (BARELA et al., 2009).

Vários estudos utilizaram um paradigma denominado de “paradigma da sala móvel” para examinar a influência da informação visual sobre a oscilação corporal de adultos jovens (PAULUS; STRAUBE; BRANDT, 1984; LEE; LISHMAN, 1975; POLASTRI et al., 2012), idosos (POLASTRI; BARELA; BARELA, 2001; FREITAS JUNIOR; BARELA, 2006), crianças com desenvolvimento típico (POLASTRI;

BARELA, 2013; RINALDI; POLASTRI; BARELA, 2009) e crianças com atrasos desenvolvimentais, tais como dislexia e TDC (BARELA et al., 2001; BARELA et al., 2011; CHUNG; STROFFREGEN, 2011; RAZUK; BARELA, 2014), dentre outros. Nesta situação experimental, indivíduos permanecem na posição em pé dentro de uma sala, cujas paredes se movimentam para frente e para trás, independente do chão, induzindo à percepção de movimentos do próprio corpo na direção oposta aos movimentos das paredes da sala. Isto porque quando as paredes se movem na direção do indivíduo (para trás), ocorre a expansão das imagens projetadas na retina do mesmo, provocando a sensação ilusória de deslocamento do corpo para frente. Da mesma forma, quando as paredes da sala são movimentadas para frente, as imagens projetadas na retina são minimizadas, induzindo a percepção de movimento do próprio corpo para trás. Então, para compensar esses deslocamentos das imagens na retina, o indivíduo oscila na mesma direção do estímulo visual, produzindo oscilações corporais na mesma direção dos movimentos da sala. É importante ressaltar que a partir dos movimentos contínuos desta sala, ciclos percepção-ação entre informação visual e oscilação corporal são estabelecidos o que possibilita compreender a dinâmica de funcionamento do sistema de controle postural, por meio da mensuração da força e estabilidade deste relacionamento (SCHONER, 1991; CHEN, JEKA, CLARK, 2016).

Em particular, alguns estudos têm demonstrado que ocorrem mudanças relacionadas à idade no uso da informação visual para o controle da postura indicando que bebês e crianças mais novos seriam mais vulneráveis à manipulação do fluxo óptico (BERTENHAL; BAI, 1989; LEE, ARONSON, 1974; RINALDI, POLASTRI, BARELA, 2009; POLASTRI; BARELA, 2013; BARELA et al., 2003). Godoi e Barela (2008), por exemplo, demonstraram que o acoplamento entre informação visual e oscilação corporal torna-se mais forte com o aumento da idade. Estes autores observaram que crianças mais novas (quatro a seis anos de idade) tiveram maior dificuldade em extrair informações visuais relevantes do ambiente quando expostas à diferentes distâncias do alvo (0,25 e 1,5 m) e frequência de oscilação da sala móvel de 0.2 Hz, quando comparadas às crianças mais velhas (12 anos de idade) e adultos jovens.

Em adição, Rinaldi, Polastri e Barela (2009) verificaram que crianças entre 4 e 10 anos de idade não foram capazes de se adaptar às mudanças abruptas na amplitude do estímulo visual tão rápido quanto crianças mais velhas (12 anos de idade) e adultos jovens, se mostrando mais vulneráveis à influência do estímulo visual. Corroborando

estes resultados, Petersen, Christou e Rosengren (2005) observaram diferenças no uso das informações visuais e vestibulares entre as idades de 6 e 12 anos. Neste estudo, somente o grupo de 11 e 12 anos de idade apresentou uso da informação visual similar aos adultos jovens.

A partir dos resultados destes estudos, tem sido sugerido que as mudanças no controle postural, no decorrer da primeira década de vida, parecem estar associadas à aquisição de um relacionamento coerente e estável entre as informações sensoriais e a ação motora. Mais ainda, parte-se do princípio de que mudanças desenvolvimentais observadas na realização de ações motoras podem ser decorrentes não apenas no amadurecimento dos sistemas sensoriais e sistema motor, mas também de alterações na forma como as informações sensoriais são/estão relacionadas às ações motoras (BARELA; JEKA; CLARK, 2003; THELEN, 1995).

Neste sentido, pode-se dizer que embora os déficits de equilíbrio observados em crianças prematuras sejam constantemente associados ao seu baixo desempenho motor quando comparadas às crianças nascidas AT (LOREFICE et al., 2014), pouco é conhecido sobre os efeitos da prematuridade no funcionamento do sistema de controle postural destas crianças. A seguir, são descritos os poucos estudos que abordam esta temática.

2.2.1 PREMATURIDADE E CONTROLE POSTURAL

De maneira geral, é de extrema importância que toda criança tenha estabilidade postural suficiente para atingir o desempenho motor ótimo em seu ambiente, seja em atividades de vida diária ou brincadeiras (BRAUNER; VALENTINI, 2009). Apesar dos sistemas sensoriais ainda estarem se desenvolvendo durante a infância, tem sido sugerido que as diferenças na oscilação postural entre crianças nascidas AT e PT, sob uma variedade de condições sensoriais, podem estar associadas a atrasos na integração entre as informações visuais, somatossensoriais e vestibulares (LOREFICE et al., 2014).

Alterações na estabilidade postural associadas a função ineficiente das habilidades motoras, são observadas desde muito cedo em bebês prematuros e podem persistir com o avançar da idade. Por exemplo, Fallang e colaboradores (2005), em um estudo longitudinal, mostraram que bebês prematuros, sem paralisia cerebral, apresentaram alterações no alcance e manutenção da postura estática aos quatro e seis

meses de idade, o que não favoreceu o seu desenvolvimento neuro-motor aos 6 anos de idade. Os autores concluíram, então, que estes déficits precoces no desenvolvimento do controle postural, nos primeiros meses de vida, podem estar relacionados aos problemas de coordenação, déficits de equilíbrio e baixo desempenho em testes motores (e.g. *MABC-2*) quando as crianças alcançam a idade escolar.

Em recente revisão realizado por Tuñón-Domínguez e colaboradores (2022), foi identificado que crianças PT (IG < 37 semanas) apresentam controle postural inferior quando comparadas a seus pares AT. Dentre os estudos revisados, as idades variavam de 1 a 17 anos de idade sendo apenas 3 artigos encontrados na literatura que abordaram a faixa etária de 13 a 17 anos – adolescentes. Observa-se, portanto, que poucos estudos investigaram como crianças PT percebem e utilizam as informações sensoriais para o controle da postura, combinando manipulações de disponibilidade das informações sensoriais e diferentes bases de apoio para desafiar e entender o funcionamento do sistema de controle postural (BUCCI et al., 2017; BUCCI et al., 2015; LOREFICE et al., 2014). Vale lembrar que a escassez de estudos nesta área pode estar associada ao fato que nestas crianças, os déficits motores são muito sutis até a idade pré-escolar e escolar (ESHAGHI; JAFARI; JALAIE, 2015; FERRARI et al., 2012; FALLANG et al., 2005), o que dificulta a identificação e realização de intervenção precoce e de acompanhamento, para minimizar potenciais atrasos no desenvolvimento das habilidades motoras, e reforça, ainda mais, a importância deste conhecimento.

Dentre os estudos que investigaram o controle postural de crianças prematuras, está o de Lorefice e colaboradores (2014) que avaliaram a associação de déficits no equilíbrio corporal com o desempenho em tarefas de saltar em 90 crianças PT com idade de 4 anos, e média de IG de 27,3 semanas, e 36 crianças AT. Foram realizadas sete tarefas de equilíbrio e três tarefas funcionais com a criança em pé sobre a plataforma *Wii Balance Board*. Os itens de testes foram derivados do Teste Clínico Pediátrico de Integração Sensorial do Equilíbrio, e foram selecionados para avaliar o controle postural e o desempenho funcional em várias condições sensoriais: dupla tarefa, base de suporte variável e em condições de equilíbrio estático e dinâmico. Esses testes consistiram em: (1) ficar em pé com os olhos abertos; (2) em pé com os olhos fechados; (3) em pé com os olhos abertos sobre uma superfície coberta com espuma; (4) em pé com os olhos fechados sobre uma superfície coberta de espuma; (5) ficar com os olhos abertos e realizar uma dupla tarefa cognitiva; (6) ficar em um pé só com a perna

direita; (7) ficar em um pé só com a perna esquerda; (8) salto vertical; (9) salto vertical em um pé só com perna direita; e (10) salto vertical em um pé só com a perna esquerda.

Os resultados deste estudo demonstraram que as crianças PT apresentaram maiores oscilações corporais na maioria das tarefas de equilíbrio estático e dinâmico em comparação com as crianças AT, sendo: menor tempo de vôo (pés sem apoio) durante o salto em todos os testes dinâmicos, com aumento da instabilidade corporal durante as tarefas de salto vertical e salto vertical unipodal esquerdo. Os autores apontaram, ainda, que houve maiores oscilações corporais na tarefa de olhos abertos e superfície com espuma e que isto pode indicar que crianças prematuras têm dificuldade em processar as informações sensoriais em situações conflitantes, já que nesta condição elas deveriam ter reduzido o uso das informações proprioceptivas.

Já Eshaghi, Jafari e Jalaie (2015) avaliaram a correlação entre a função vestibular e a estabilidade postural de crianças de oito anos de idade com histórico de prematuridade e demonstraram que crianças PT com IG entre 32 a < 37 semanas (premature moderado a tardio) e de 28 a < 32 semanas (muito prematuro), apresentavam um aumento na latência das respostas vestibulares e maior instabilidade durante tarefas posturais mais desafiadoras (posição unipodal, sobre espuma e com olhos abertos e fechados) quando comparadas a crianças AT. Houve uma correlação negativa entre os escores dos testes posturais e as medidas de função vestibular somente para as crianças PT e durante a tarefa mais desafiadora (posição unipodal, sobre espuma e com olhos fechados) indicando que quanto maior a latência vestibular, menor a pontuação no teste postural, que neste caso significa maior instabilidade postural.

Em adição aos estudos anteriores, Bucci e colaboradores (2015) avaliaram a estabilidade postural e a percepção visual subjetiva de verticalidade de 22 crianças nascidas PT com idades entre 3-4 anos, e IG média de 26,4 meses, e as compararam a seus pares AT. Neste estudo, as crianças permaneceram sobre uma plataforma de força e foram instruídas a ajustar verticalmente uma figura infantil de um palhaço quando percebessem a inclinação da mesma, girando um controle remoto para a direita ou para a esquerda. Esta figura foi experimentalmente inclinada durante as tentativas. Para avaliar a estabilidade sem a manipulação da verticalidade, as oscilações corporais das crianças foram medidas em duas condições controle: olhos fechados e fixação do olhar na figura do palhaço em ambiente escuro. Medidas de centro de pressão (COP) e medidas de erro entre o ângulo de inclinação do palhaço e o alinhamento vertical (zero

grau) foram calculadas. Os resultados deste estudo mostraram que as crianças nascidas PT apresentaram maiores oscilações corporais quando comparadas ao grupo controle e pior desempenho (maior amplitude e velocidade do COP) quando realizaram a dupla tarefa de estabilizar a postura e ajustar a inclinação da figura do palhaço (avaliação subjetiva de verticalidade). Além disto, a percepção visual subjetiva de verticalidade foi mais variável e menos precisa em crianças nascidas PT quando comparadas a crianças nascidas AT. Os autores, então, sugeriram que a deficiência no desempenho do controle postural e na percepção de verticalidade, observada em crianças PT, pode ser devido a uma imaturidade dos processos corticais, envolvidos no controle destes sistemas, sendo esta agravada por reduzidos recursos atencionais para desempenhar ambas as tarefas.

Em outro estudo do mesmo grupo, Bucci e colaboradores (2017) compararam o desenvolvimento das capacidades posturais de crianças PT e crianças AT, de quatro a seis anos, pareadas por idade, usando análises de domínio espacial e temporal (Transformação Walvetlet). Neste estudo, a criança foi posicionada em uma plataforma de força em uma sala escura, e realizou três condições de visão: olhos abertos fixando um alvo, olhos fechados e olhos abertos com visão perturbada enquanto a plataforma estava estável e instável. Os autores hipotetizaram que crianças PT apresentariam superfície e velocidade média do COP maior do que crianças AT, particularmente quando a visão fosse perturbada em condições instáveis da plataforma, o que foi confirmado pelos resultados. Foi sugerido que crianças prematuras apresentam falhas no processamento cerebelar e pouca capacidade de adaptação no uso das informações sensoriais para o controle da postura a fim de compensar informações não-confiáveis sobre a posição do corpo no espaço. Segundo os autores, estes resultados, provavelmente, estão associados ao funcionamento prejudicado de áreas do córtex pré-frontal, parietal e occipital envolvidas no controle visuo-motor.

Corroborando os resultados de Bucci e colaboradores (2015; 2017) que mostraram déficits no controle visuo-motor, estudos têm apontado que crianças PT apresentam alterações na percepção visual de movimento (GELDOF *et. al.*, 2012), com diminuição da sensibilidade para perceber determinadas alterações no fluxo óptico (TAYLOR *et al.*, 2009; GUZZETTA *et al.*, 2009). Guzzetta e colaboradores (2009) avaliaram a capacidade de crianças prematuras, com ou sem paralisia cerebral, de 10 anos de idade e IG média de 34 semanas, de perceber alterações no fluxo óptico quando comparadas a crianças AT (grupo controle). Os participantes foram solicitados a indicar

a direção dos padrões de movimento percebidos, sendo estes: (i) padrão translacional – movimento aleatório, para a direita ou esquerda, de pontos projetados em uma tela; (ii) padrão circular - movimento aleatório dos pontos, em sentido horário e anti-horário; (iii) padrão segregado – movimentos opostos dos pontos, com alguma forma definida, de acordo com três faixas projetadas na tela; e (iv) movimento orientado pela forma – linhas orientadas em diferentes direções no centro e periferia da imagem. Os resultados mostraram que crianças nascidas PT com paralisia cerebral apresentaram menor sensibilidade para percepção de padrões de movimento em todas as condições quando comparadas ao grupo controle e na condição de movimento orientado pela forma quando comparado ao grupo de crianças PT, sem paralisia cerebral. Crianças PT, sem paralisia cerebral, foram diferentes do grupo controle somente durante as condições de fluxo global (translacional e circular). Esses resultados sugerem que a percepção visual de movimento está prejudicada em crianças PT e este quadro se agrava quando estas crianças apresentam lesão cerebral.

Recentes estudos apontam que as áreas cerebrais responsáveis pelo processamento visuo-motor (por exemplo, áreas parieto-occipitais nos lados, direito e esquerdo, do córtex visual) podem estar prejudicadas em crianças PT (BIRTLES et al., 2007; VAN BRAECKEL et al., 2008). Segundo Leinan (2018), dos quatro aos cinco meses até os seis anos de idade, estas crianças parecem apresentar atrasos no desenvolvimento da percepção visual de movimento. Entretanto, o funcionamento destas áreas é menos conhecido nestas crianças do que nas crianças AT.

Ainda, em estudo conduzido por Petersen e colaboradores (2015), foi verificado que os déficits relacionados ao controle postural da criança PT, não se limita a infância, eles podem persistem até a adolescência, ou seja, persistem após o término dos estágios de desenvolvimento do controle postural. Nesse estudo o objetivo foi determinar se adolescentes PT apresentavam diminuição do controle postural e da adaptação à estabilidade. Foram avaliados vinte e nove adolescentes PT, através de posturografia com os olhos abertos e fechados sob a posição de pé quieta e perturbada (vibrações repetidas na panturrilha). Segundo os autores, adolescentes PT utilizam estratégia de controle postural e padrão de movimento que consome mais energia, tanto com os olhos abertos quanto fechados, nas direções antero-posterior e lateral. Utilizam também informações visuais para melhorar a estabilidade, no entanto, embora a visão melhore a estabilidade, eles ainda tiveram um pior desempenho em comparação com controles AT

com os olhos abertos do que com os olhos fechados. Uma possível explicação pode ser de que a qualidade da informação visual é comprometida pelos déficits comuns entre crianças e adolescentes prematuros com funções visuais mais precárias, incluindo acuidade visual mais pobre, sensibilidade ao contraste e mais estrabismo do que os controles.

Com base nestes estudos, são apresentados os seguintes questionamentos: será que as alterações decorrentes da prematuridade poderiam prejudicar a dinâmica intrínseca de funcionamento do sistema de controle postural? Atrasos no desenvolvimento do controle postural de crianças PT estariam correlacionados aos atrasos motores observados nesta população? Especificamente, o presente estudo de mestrado buscou entender se o sistema de controle postural de crianças prematuras responde às variações nos parâmetros do estímulo visual (por exemplo frequência) da mesma maneira que fazem as crianças AT.

É interessante notar que a maioria dos estudos revisados, senão todos, que investigaram o desenvolvimento do controle postural em crianças, geralmente, não apontam o perfil de nascimento dos participantes indicando a IG, se houve intervenção no primeiro ano de vida e se esta criança está inserida em alguma prática esportiva na atualidade. Isto pode mascarar ou gerar erros de interpretação dos resultados, deixando uma lacuna no entendimento da prematuridade no desenvolvimento motor, em especial, do controle postural, ao longo dos anos. O entendimento destas questões poderiam auxiliar na identificação de alterações provocadas pelo nascimento prematuro, possibilitando a prescrição de programas mais eficientes de intervenção precoce e redução nos atrasos desenvolvimentais nesta população.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral:

Investigar como o sistema de controle postural de crianças PT se comporta diante de alterações nos parâmetros de frequência do estímulo visual.

3.2 Objetivos Específicos:

- 1) Examinar os deslocamentos do COP de crianças PT com e sem a manipulação dos estímulos visuais, e comparar aos seus pares AT;
- 2) Examinar o acoplamento entre informação visual e deslocamento do COP de crianças PT, frente à variação dos parâmetros de frequência do estímulo visual em comparação aos seus pares AT;

3.3 Hipóteses:

- 1) Crianças PT irão apresentar deslocamento do COP maior em todas as condições de manipulação do estímulo visual e um acoplamento sensório-motor mais fraco e mais variável do que crianças AT, visto que o sistema de controle postural requer funcionamento adequado e integração das vias sensoriais para gerar ação motora eficiente, que responda às demandas do ambiente;
- 2) Espera-se que diante da mudança dos parâmetros de frequência do estímulo visual, haverá um fraco acoplamento entre informação visual e oscilação corporal para as crianças PT em comparação às crianças AT, independente da frequência do estímulo visual.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Participantes

Foi realizado cálculo amostral para definir o número de participantes, etapa esta, fundamental para chegarmos aos parâmetros utilizados no experimento. O tamanho da amostra foi determinado utilizando o *software G*Power*, com as seguintes descrições: 1) *protocol of power analysis*; 2) *Test family: F test*; 3) *Statistical test: Anova: Repeated measures, between-within interaction*; 4) *Type of: A priori*; 5) *Effect size f: 0,25* (tamanho de efeito médio); 6) *alfa: 0,05*; 7) *poder: 0,80*; 8) *número de grupos: 2 (PT x AT)*; 9) *número de medidas: 2*; 10) *correlação entre medidas repetidas: 0,5*; 11) *esfericidade: 1*. Calculando com os parâmetros acima: $n \text{ total} = 34$ (17 PT e 17 AT). Sendo assim, participaram deste estudo, 34 crianças com idades entre seis e oito anos, PT e crianças AT, pareadas por idade, sexo, peso e estatura.

Os critérios de inclusão para participação da pesquisa foram: 1) Crianças com idade gestacional igual ou inferior à 36 semanas; 2) Crianças AT, com idade gestacional de 37 a 42 semanas (OMS, 2012); 3) Acuidade visual normal (pontuação de 20/20 ou 20/25), segundo a Escala Optométrica de Snellen, e quando necessário, visão corrigida para normal com o uso de óculos ou lentes corretivas. Os critérios de exclusão foram: 1) Crianças com diagnóstico de doenças neurológicas, musculoesquelética, retinopatias visuais ou transtornos que a impedissem de participar dos procedimentos experimentais do estudo; 2) qualquer condição clínica aguda ou crônica que limitasse o participante de realizar o experimento.

O convite para a participação do presente estudo foi a partir de contato com a comunidade de Bauru e região. Para participação no presente estudo, os responsáveis pelas crianças leram e assinaram os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – ANEXO I), como também, as crianças foram solicitadas a ler e assinar o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE – ANEXO II), ambos aprovados devidamente pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (CAAE: 43006621.7.0000.5398). Todos os participantes compareceram ao Laboratório de Informação Visão e Ação (LIVIA), Departamento de

Educação Física, UNESP – Campus de Bauru, acompanhados pelos pais ou responsáveis.

4.2 Procedimentos

Após o aceite para participar do presente estudo, foi agendado o dia para a coleta de dados em uma única etapa, que foi realizada no LIVIA, do Departamento de Educação Física da UNESP/Campus de Bauru. Os participantes foram convidados a se deslocarem até o LIVIA, onde todos os procedimentos do estudo foram explicados aos participantes e aos seus responsáveis, que logo após informados, leram e assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TALE).

Em seguida, foi realizada a anamnese com os responsáveis para coleta do histórico pregresso do participante com questões referente ao tipo de parto, peso ao nascimento, se houve necessidade de ventilação mecânica (VM), tempo de permanência em VM, presença de doenças pulmonares ao nascimento e na atualidade, se houve intervenção especializada no primeiro ano de vida e se a criança apresenta problemas relacionados à aprendizagem na escola. Além disto, foi verificado se a criança estava engajada em alguma atividade física ou inserida em alguma prática esportiva. Esta questão foi baseada nas recomendações a Sociedade Brasileira de Pediatria (2017) que indica que crianças acima de seis anos acumulem, pelo menos, 60 minutos diários de atividade física de intensidade moderada à vigorosa, tais como pedalar, nadar, brincar em um playground, correr, saltar e outras atividades que tenham, no mínimo, a intensidade de uma caminhada. Por fim, foi questionado aos pais/responsáveis se a criança apresentava alguma dificuldade ou queixa escolar referente à aprendizagem.

Após a entrevista, foi realizado a mensuração da estatura e o peso corporal da criança e a aplicação do Teste de Acuidade Visual (Teste de Snellen) para verificar se o participante apresentava padrões de normalidade visual (20/20 ou 20/25), que foi corrigida por lentes/óculos, no momento da coleta de dados, quando necessário. Logo após, foi feito a realização dos procedimentos experimentais do estudo relacionados à avaliação do controle postural.

Feito os procedimentos iniciais, as crianças foram posicionadas no local de coleta de dados para se familiarizar com o ambiente. Os participantes foram, então,

solicitados a ficar em pé, em apoio bipodal, sobre uma plataforma de força, dentro de uma “sala móvel”. Foi solicitado ao participante permanecer o mais parado possível e direcionar o olhar para um alvo (figura infantil) à frente, afixado na parede frontal da sala, na altura dos olhos do participante (FIGURA 1).

Figura 1.: Foto ilustrativa da situação experimental com uma criança do grupo, PT posicionada em pé sobre a plataforma de força, dentro da sala móvel, durante a tarefa de manutenção da posição em pé quieta.

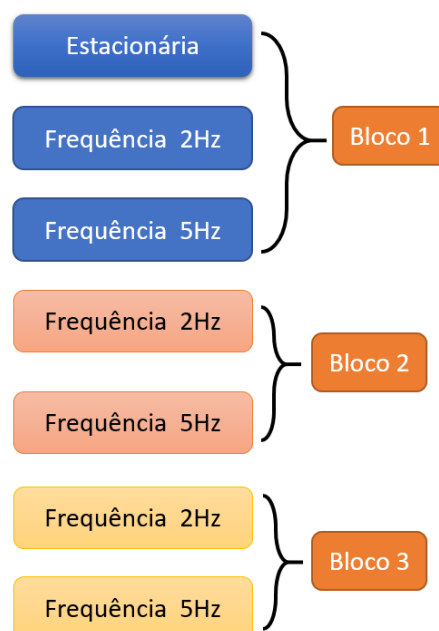


4.2.1 Condições Experimentais

A sala foi movimentada em movimento sinusoidal durante 60 segundos, que correspondeu à duração de cada tentativa. Este movimento foi realizado em duas frequências: 0,2 Hz e 0,5 Hz, com diferentes amplitudes, sendo estas: de 2,0 cm e 0,8

cm, respectivamente, com velocidade de pico mantida constante em 0,75cm/s. Foram realizadas 7 tentativas sendo que na primeira tentativa, a sala permaneceu estacionária (sem movimento). Em seguida, a sala foi movimentada e foram realizadas mais 6 tentativas, sendo três tentativas em cada condição de frequência: 0,2 Hz e 0,5 Hz. A fim de evitar efeito de ordem, as tentativas, nas quais a sala foi movimentada, foram randomizadas entre as condições de frequência de manipulação do estímulo visual para todos os participantes. Foram fornecidos um intervalo de cerca de 30 segundos entre as tentativas e um minuto entre os blocos, a fim de evitar efeito de fadiga ou falta de atenção das crianças na realização da tarefa.

Figura 2.: Fluxograma com a ordem da realização das tentativas e as respectivas frequências de movimentação da sala móvel.



Nota: com exceção da primeira tentativa com a sala estacionária, as demais tentativas foram randomizadas.

4.3 Equipamentos

4.3.1 Sala Móvel

A sala móvel é constituída por três paredes brancas, cobertas com listras verticais pretas (20 cm de largura) e um teto pintado de branco, posicionadas sobre uma armação de alumínio (2.0 x 2,0 x 2.0 metros – largura, altura e comprimento). Esta estrutura está alocada sobre trilhos o que possibilita seu movimento para frente e para trás, independente do chão (FIGURA 3). Uma imagem (figura) foi fixada na altura dos olhos do participante para que o mesmo fixasse o olhar nela. O movimento da sala foi controlado por um sistema constituído por um controlador (Parker Compumotor - Mod. 6k8) e um motor de passo (Mod. PL06) que está conectado à armação de alumínio da sala. Além disso, programas específicos de computador (Compumotor - Motion Architect), escritos por linguagem computacional, controlavam este sistema, possibilitando assim, com que o movimento da sala fosse realizado em amplitude, frequência e velocidade previamente estabelecidas.

4.3.2 Sistema Magnético de análise do movimento

Para mensurar os movimentos desta sala, foi utilizado um sistema magnético de análise de movimento (Flock of Birds), que consiste em um receptor, um transmissor e uma unidade de controle. O receptor foi afixado na parede lateral da sala que forneceu informações referentes à sua posição e orientação em relação ao transmissor, o que correspondeu aos movimentos da sala na direção anteroposterior (AP).

4.3.3 Plataforma de Força

A oscilação corporal das crianças foi mensurada através de uma plataforma de força (AMTI – AccuGait), constituída por uma placa com quatro sensores elétricos que mensuram os componentes das forças horizontal e vertical (F_x , F_y e F_z) e os momentos destas forças (M_x , M_y e M_z). Esses componentes medem a força de reação do solo que, juntamente com seus momentos, são utilizadas para calcular o centro de pressão (COP), sendo este a resultante das forças horizontais e vertical agindo sobre a superfície de suporte. A Figura 3 demonstra um esquema da situação experimental do estudo com a distribuição dos equipamentos na área de coleta.

Figura 3.: Figura ilustrativa do posicionamento dos equipamentos na situação experimental com um participante dentro da sala móvel, em pé quieto, sobre uma plataforma de força.

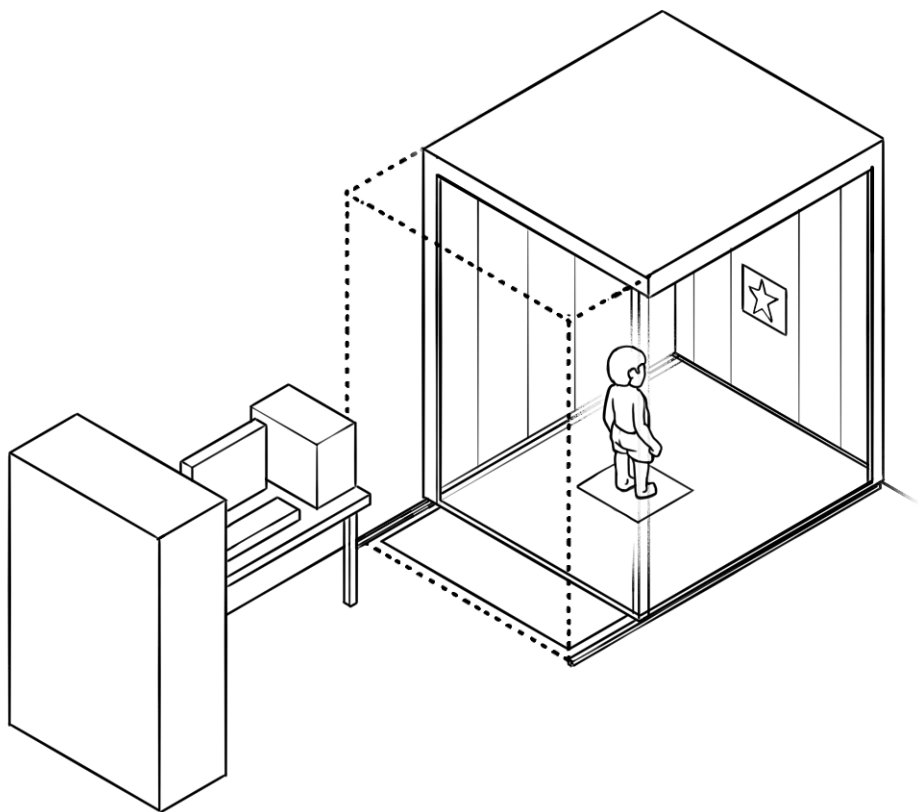


Ilustração: Autor, 2023.

4.3.4 Outros Equipamentos

Além destes equipamentos, uma caixa de som, foi posicionada lateralmente à sala móvel, e emitiu um ruído branco (*white noise*) – ruído utilizado para mascarar sons senoidais, como aqueles produzidos pelo movimento da sala móvel, em todas as frequências igualmente e de forma linear – a fim de minimizar qualquer barulho ou som emitido dentro da área de coleta e pelo próprio movimento da sala, fornecendo assim, um ambiente acústico similar a todos os participantes.

5 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Os dados referentes a identificação do participante e anamnese inicial foram tabulados em médias, desvio padrão e porcentagem no programa Microsoft Excel. Após a coleta, os dados oriundos da plataforma de força e do sensor magnético afixado na parede da sala foram armazenados em HDs externos e computadores para a realização das análises offline.

5.1 Acoplamento entre informação visual e oscilação corporal

Os dados obtidos pela plataforma de força e sensor posicionado na sala móvel foram tratados e analisados com o software Matlab (2018b). A fim de analisar o acoplamento entre informação visual e oscilação corporal, nas tentativas nas quais a sala foi movimentada, uma análise de Frequency-Response Function (FRF) foi realizada. Esta função constitui em dividir as transformações de Fourier da trajetória do Centro de Pressão (COP) pelas transformações de Fourier da trajetória da sala móvel na mesma frequência deste estímulo (0,2 e 0,5 Hz), gerando uma função de valores complexos para cada tentativa, sendo que, esta análise foi computada ciclo a ciclo dos estímulos.

Foram, então, calculadas as seguintes variáveis:

- **Ganho:** Valor absoluto da função de valores complexas indicando o acoplamento entre o estímulo visual e a trajetória do COP. Valores de ganho próximos a 1 indicam que a amplitude do deslocamento do COP foi igual à amplitude do movimento da sala.
- **Fase:** Argumento da função de valores complexos. Esta variável indica o relacionamento temporal entre o estímulo visual (sala) e o deslocamento do COP. Valores positivos de fase significam que a oscilação esteve à frente do movimento da sala. Em contrapartida, valores negativos significam que a oscilação corporal apresenta um atraso em relação ao movimento da sala.
- **Variabilidade de posição e da velocidade de deslocamento do COP:** Para o cálculo destas variáveis, a posição média dos valores de deslocamento do COP foi subtraída de cada sinal da respectiva tentativa, desta forma, a variabilidade de posição e velocidade foram calculadas obtendo-se o desvio padrão da trajetória do COP, após a remoção da oscilação correspondente à frequência da sala móvel, constituindo assim a trajetória

residual. Estas variáveis indicam a amplitude e a velocidade de deslocamento do COP (variabilidade de oscilação) em frequências diferentes da sala móvel – 0,2 Hz e 0,5 Hz.

Em adição, foi calculada, a amplitude média de deslocamento do COP, nas direções AP e ML, a partir do desvio padrão da posição inicial da tentativa após a remoção de qualquer tendência linear na trajetória do COP (por meio da função *detrend*), para as condições nas quais a sala permaneceu estacionária (sem movimento) ou foi movimentada (sala móvel). Esta variável indica o desempenho do sistema de controle postural em uma situação controle (sem movimento da sala) e nas condições experimentais do estudo.

6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente, foram realizadas análises de variância (ANOVA) *one-way* para identificar possíveis diferenças, na idade e nas variáveis antropométricas (peso, estatura, IMC) entre os grupos de crianças. Posteriormente, a fim de verificar diferenças entre os grupos no desempenho do controle postural na tentativa na qual a sala permaneceu estacionária e nas quais a sala foi movimentada, foram realizadas, ANOVAs-two way (2x3) tendo como fatores os grupos de crianças (PT e AT) e as condições de estimulação da sala (sala estacionária, 0,2 Hz e 0,5 Hz) sendo este último fator considerado como medida repetida. As variáveis dependentes destas análises foram: amplitude média de deslocamento do COP nas direções, AP e ML. Ainda, para verificar diferenças no acoplamento entre informação visual e deslocamento do COP, ANOVAs (2x2) tendo como fatores os grupos e as frequências de movimento da sala, sendo este último fator considerado como medida repetida, foram realizadas. As variáveis dependentes destas análises foram: ganho, fase, variabilidade de posição e variabilidade de velocidade.

Análises de *post hoc* com ajustes de Bonferroni foram realizadas quando necessário. O nível de significância para todas as análises foi mantido em 0,05 e o software utilizado foi o Statistical Package for the Social Science (SPSS, 21.0).

7 RESULTADOS

7.1 Medidas antropométricas

A Tabela 1 apresenta os resultados referentes à idade e às medidas antropométricas das crianças (peso, estatura e IMC). Os resultados mostraram que os grupos (PT e AT) não diferiram no peso, estatura e IMC, no período de realização da coleta de dados. No entanto, as crianças PT apresentaram peso e estatura ao nascer menor do que crianças AT. Análises de variância apontaram que houve diferença significativa no peso ($F_{1,33} = 80,195$, $p < 0,0001$) e estatura ($F_{1,33} = 50,622$, $p < 0,0001$) ao nascer entre os grupos, mas que não houve diferença significativa no peso ($F_{1,33} = 0,192$, $p > 0,05$), altura ($F_{1,33} = 4,07$, $p > 0,05$) e IMC ($F_{1,33} = 0,027$, $p > 0,05$) no período de realização do teste. A Tabela 2 apresenta o perfil e caracterização do nascimento (IG, peso ao nascer, tipo de parto), necessidade de intervenção no primeiro ano de vida, e resultados do Teste de Acuidade Visual, para ambos os grupos.

Tabela 1.: Médias e desvios-padrão das medidas antropométricas e dos resultados do teste de acuidade visual de ambos os grupos (PT e AT).

	PT	AT
Idade (anos)	7.06 (± 0.75)	7.06 (± 0.75)
Peso corporal (Kg)	27.87 (± 10.58)	29.26 (± 7.27)
Estatura (metros)	1.25 (± 0.07)	1.31 (± 0.10)
IMC (kg/metros²)	17.31 (± 5.22)	17.06 (± 2.89)
Acuidade Visual	20/25 (20/20 20/40)	20/25 (20/20 20/30)

Nota: Apenas duas crianças PT e uma criança AT apresentaram acuidade visual de 20/30 e 20/40 em um dos olhos testados. No entanto, atingiram 20/25 quando os dois olhos foram testados simultaneamente. Desta forma, os dados de todas as crianças foram incluídos no estudo.

Tabela 2.: Caracterização e perfil dos grupos com resultados percentuais sobre o tipo de parto, idade gestacional (IG) em semanas e peso ao nascer em gramas, além de informações sobre intervenções no primeiro ano de vida.

	PT	AT
Tipo de parto:		
Normal	17.65%	6%
Cesária	82.35%	94%
Idade Gestacional:		
<28 semanas	17.65%	0%

	28 a 31 semanas	47.05%	0%
	32 a 36 semanas	35.30%	0%
	> 37 semanas	0%	100%
Peso ao nascer:	≤1000 gramas	29.41%	0%
	≤1500 gramas	17.65%	0%
	<2500 gramas	47.05%	0%
	>2500 gramas	5.88%	100%
Intervenção primeiro ano de vida:			
	Sim	35.30%	0%
	Não	64.70%	100%

7.2 Anamnese

A Tabela 3 apresenta os resultados da anamnese para as questões de histórico médico pregresso, específicas do nascimento prematuro e necessidade de intervenções precoces no primeiro ano de vida, para uma descrição completa da caracterização das crianças PT.

Tabela 3.: Resultados individuais da anamnese aplicada aos responsáveis pelas crianças do grupo PT.

ID	IG (semanas)	PN (gramas)	VM	TVM (dias)	DP	RIE	TIPO	TI (meses)	PEF	RDA
LPM	23	620	S	87	S	S	TO	3	S	S
MMA	25	1450	S	60	S	N	N	0	S	S
VTR	26	665	S	60	S	S	F-TO	24	S	S
LMO	28	1120	N	0	N	N	F-TO	6	S	N
EAC	28	903	S	42	N	N	N	0	S	N
DBS	29	1610	S	10	N	S	F	8	S	S
ASS	29	1575	S	15	N	S	F	2	S	N
BCR	30	1480	S	25	N	N	N	0	S	S
BRP	30	1280	S	5	N	S	F	1	S	N
HEF	31	1850	S	4	S	N	N	0	S	N
ACN	31	1280	N	0	N	S	F	12	S	S
LMO	32	2665	S	7	N	N	N	0	S	S
EPB	34	2300	N	0	N	N	N	0	N	S
CRM	34	1,995	S	1	N	N	N	0	S	S
SRM	34	1700	S	2	N	N	N	0	S	N
GBB	35	2180	N	0	S	N	N	0	S	S
LGA	35	2040	S	2	N	N	N	0	N	S

Legenda: ID= Identificação da criança; IG = Idade Gestacional; PN= Peso ao Nascer; VM= Ventilação Mecânica; TVM= Tempo em Ventilação Mecânica; DP = Doença Pulmonar; RIE= Realizou Intervenção Especializada; TI= Tempo de Intervenção; PEF= Prática de Exercício Físico; RDE= Relato de Dificuldades na Escola; S= Sim; N= Não; F= Fisioterapia; TO= Terapia Ocupacional

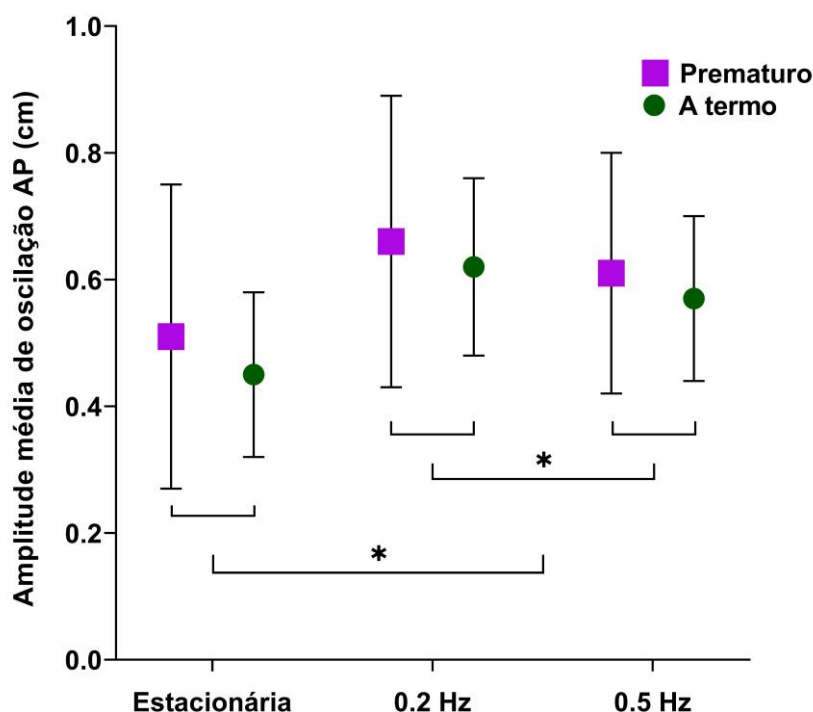
A partir das informações coletadas na anamnese, foi possível observar uma alta incidência de parto cesariano entre as crianças PT (82,35%). Com relação à classificação da prematuridade associada à IG, os resultados mostraram que 17,65% das crianças são prematuras extremas, 47,05% muito prematuras e 33,30% consideradas prematuras tardias. Quanto ao peso ao nascer, 47,05% das crianças PT apresentaram baixo peso ao nascer, 17,65% muito baixo peso ao nascer e 24,41% extremo baixo peso ao nascer. Ainda os resultados da anamnese mostraram que 76,47% das crianças PT tiveram a necessidade de ventilação mecânica (VM), sendo que 58,82% delas ficaram menos de 10 dias em VM, 17,65% ficaram de 10 a 30 dias e 23,53% ficaram em VM mais de 30 dias. Com relação a doenças pulmonares e intervenção especializada, 29,41% dos pais/responsáveis reportaram a presença de doença pulmonar ao nascimento e 35,30% passaram por intervenção especializada no primeiro ano de vida. Por fim, com relação ao aprendizado escolar, pais/responsáveis reportaram que 64,70 % das crianças PT tiveram alguma dificuldade de aprendizagem na escola.

7.2 Deslocamento do COP

7.2.1. Amplitude média de deslocamento do COP

A Figura 4 mostra os resultados da amplitude média de deslocamento do COP, na direção anteroposterior (AP), para ambos os grupos (crianças PT e AT) e nas condições da sala (estacionária, frequência de 0,2 Hz e frequência de 0,5 Hz). Análises univariadas (ANOVAs) indicaram diferenças entre as condições da sala para a amplitude média de deslocamento COP, na direção AP ($F_{2,64} = 18,447$, $p < 0,0001$, $\eta^2 = 0,366$). Teste *post hoc* revelou que, nesta direção, houve uma menor amplitude de deslocamento do COP durante a condição de sala estacionária em comparação às condições de movimento da sala, nas frequências de 0,2 Hz ($p < 0,0001$) e de 0,5 Hz ($p < 0,002$) e, também, menor deslocamento do COP, na frequência de 0,5 Hz quando comparada a frequência de 0,2 Hz ($p < 0,04$). As análises não mostraram diferenças entre os grupos ($F_{1,32} = 0,751$, $p > 0,05$), e nem interações entre grupos e condições da sala ($F_{2,64} = 0,171$, $p > 0,05$).

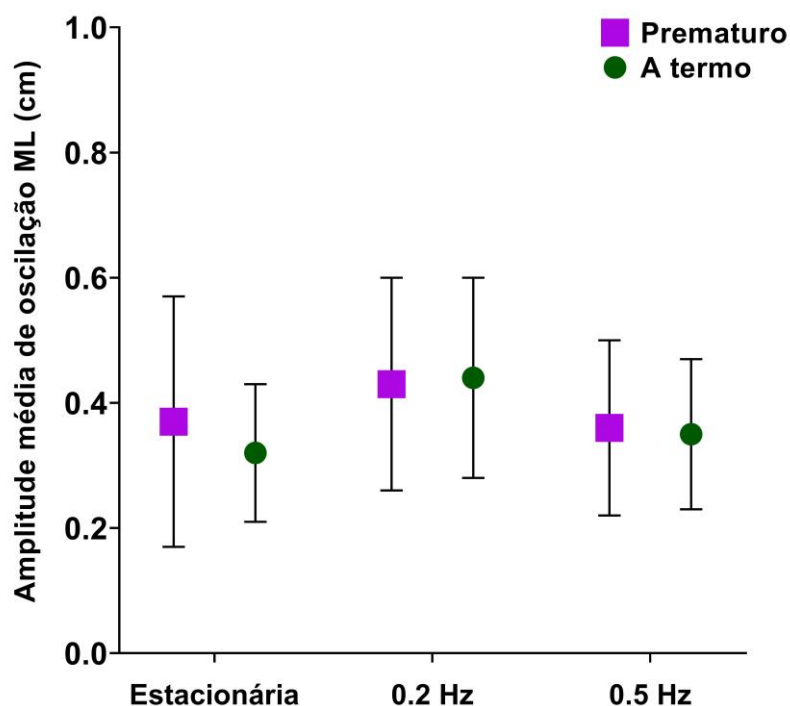
Figura 4.: Médias e desvios-padrão da amplitude média de deslocamento do COP, de ambos os grupos (crianças PT e AT), na direção anteroposterior (AP), nas condições de sala: estacionária, frequência de 0,2 Hz e frequência de 0,5 Hz.



Nota: * indica diferença significativa entre as condições da sala.

A Figura 5 mostra os resultados da amplitude média de deslocamento do COP, na direção médio lateral (ML), para ambos os grupos (crianças PT e AT) e nas condições da sala (estacionária, frequência de 0,2 Hz e frequência de 0,5 Hz). Análises univariadas (ANOVAs) indicaram diferenças entre as condições da sala para a amplitude média de deslocamento COP, na direção ML ($F_{2,64} = 3,645$, $p < 0,04$, $\eta^2 = 0,102$). Entretanto, teste *post hoc* não indicou a diferença observada no efeito principal. Ainda, os resultados não mostraram efeito para grupo ($F_{1,32} = 2,208$, $p > 0,05$) e nem interação entre os grupos e as condições da sala ($F_{2,64} = 0,659$, $p > 0,05$).

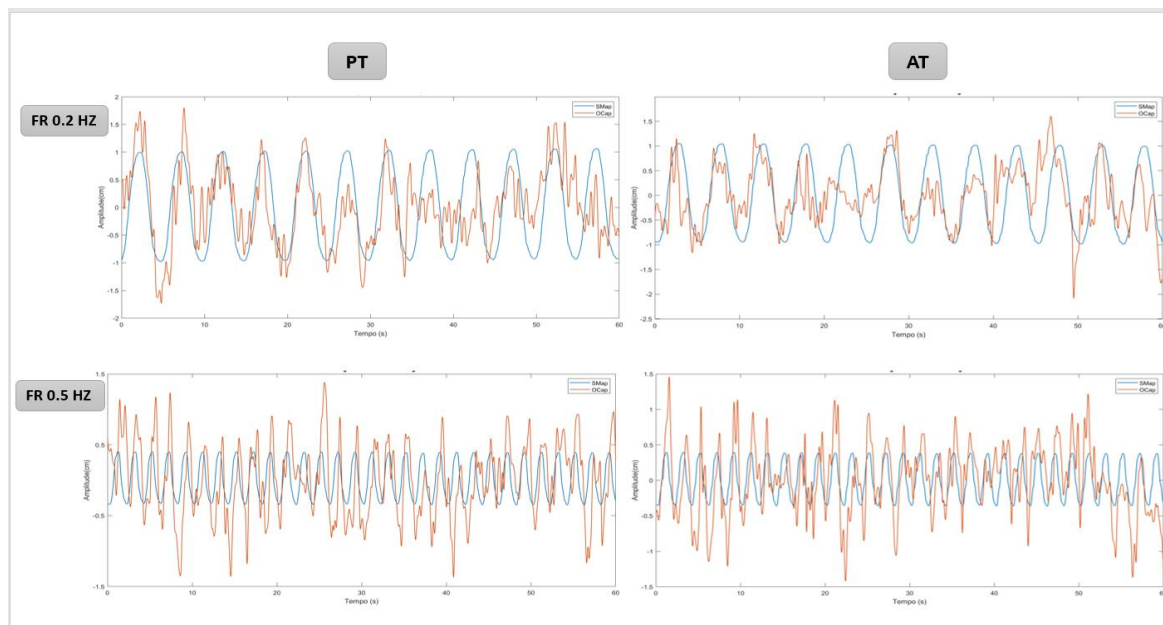
Figura 5.: Médias e desvios-padrão da amplitude média de deslocamento do COP, de ambos os grupos (crianças PT e AT), na direção médio lateral (ML), nas condições de sala: estacionária, frequência de 0,2 Hz e frequência de 0,5 Hz.



7.3 Acoplamento entre informação visual e deslocamento do COP

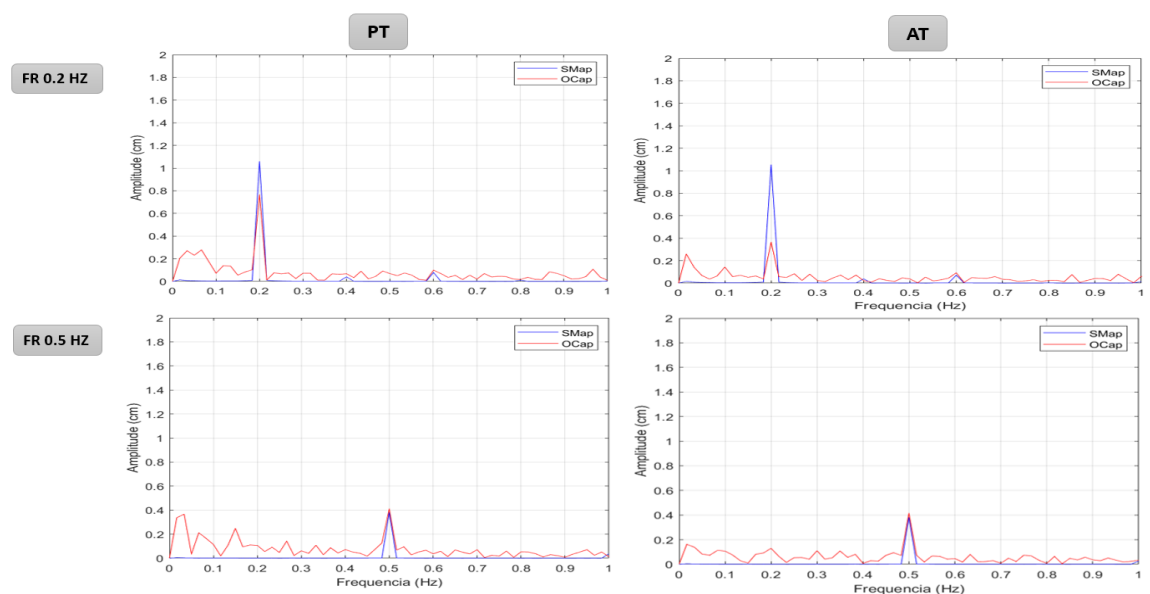
Os deslocamentos do COP de todas as crianças foram influenciados pela manipulação do estímulo visual, proveniente do movimento da sala, em ambas as frequências de movimento (0,2 Hz e 0,5 Hz). A Figura 6 apresenta exemplos de séries temporais referentes ao deslocamento do COP de uma criança PT (coluna da esquerda) e uma criança AT (coluna da direita), durante a movimentação da sala na condição de frequência de 0,2 Hz (painéis superiores) e na frequência de 0,5 Hz (painéis inferiores). Pode-se observar que os deslocamentos do COP foram induzidos pela frequência de movimento da sala. Além disto, todas as crianças apresentaram pico de frequência predominante similar à frequência da sala (Figura 7).

Figura 6.: Exemplos de séries temporais com o deslocamento do Centro de Pressão (COP) de uma criança PT (painéis a esquerda) e uma criança AT (painéis a direita), e os deslocamentos da sala móvel, na direção anteroposterior (AP).



Nota: a linha azul corresponde ao movimento da sala (SMap) e a linha vermelha ao deslocamento do COP, na direção anteroposterior (AP) (OCap). A movimentação da sala foi em frequência de 0.2 Hz (painéis superiores) e na frequência de 0.5 Hz (painéis inferiores).

Figura 7.: Exemplos de séries temporais com o espectro da amplitude de deslocamento do centro de pressão (COP).



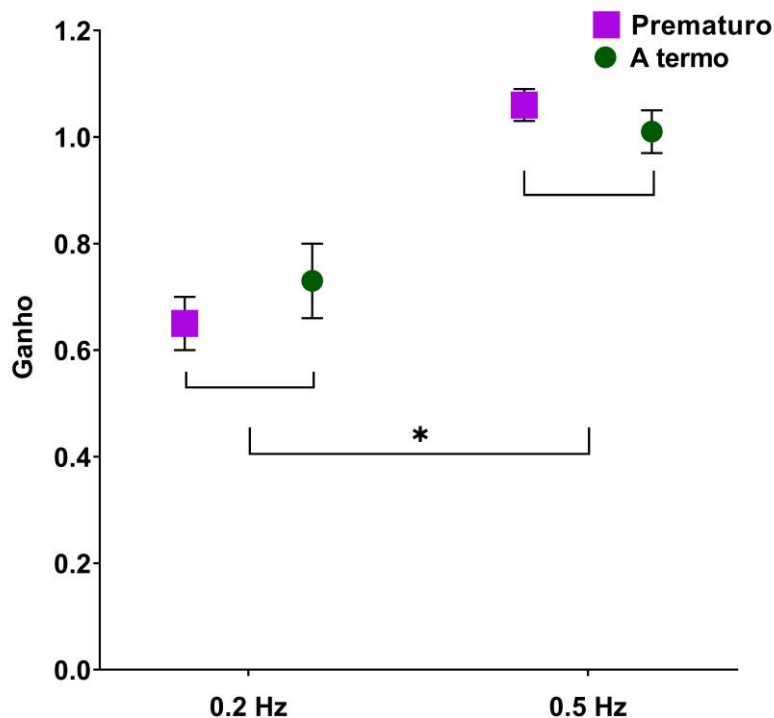
Nota: a linha azul corresponde ao movimento da sala (SMap) e a linha vermelha deslocamento do COP (OCap). Espectro da amplitude de movimento da sala foi na frequência de 0,2 Hz (painéis superiores) e

na frequência de 0,5 Hz (painéis inferiores) de uma criança PT (painéis a esquerda), e de uma criança AT (painéis a direita).

7.3.1 Ganho

Análises univariadas (ANOVAs) indicaram diferenças entre as condições da sala para o Ganho entre o movimento da sala e o deslocamento do COP de crianças PT e AT ($F_{1,32}=25,771$ $p<0,0001$, $\eta^2=0,446$) (Figura 8). Teste *post hoc* revelou na condição de frequência de 0,5 Hz, os valores de ganho foram maiores quando comparados à condição de frequência de 0,2 Hz ($p<0,0001$). Contudo, as análises não mostraram diferenças entre grupos ($F_{1,32}=0,051$, $p>0,05$), e nem interações entre grupos e condições de frequência da sala ($F_{1,32}=1,748$, $p>0,05$). A Figura 8 mostra os resultados referentes à variável ganho, para ambos os grupos e condições de frequência da sala.

Figura 8.: Médias e desvios-padrão dos valores de Ganho entre o deslocamento do COP e o movimento da sala, nas duas frequências em que a sala foi movimentada (0,2 Hz e 0,5 Hz), para ambos os grupos.

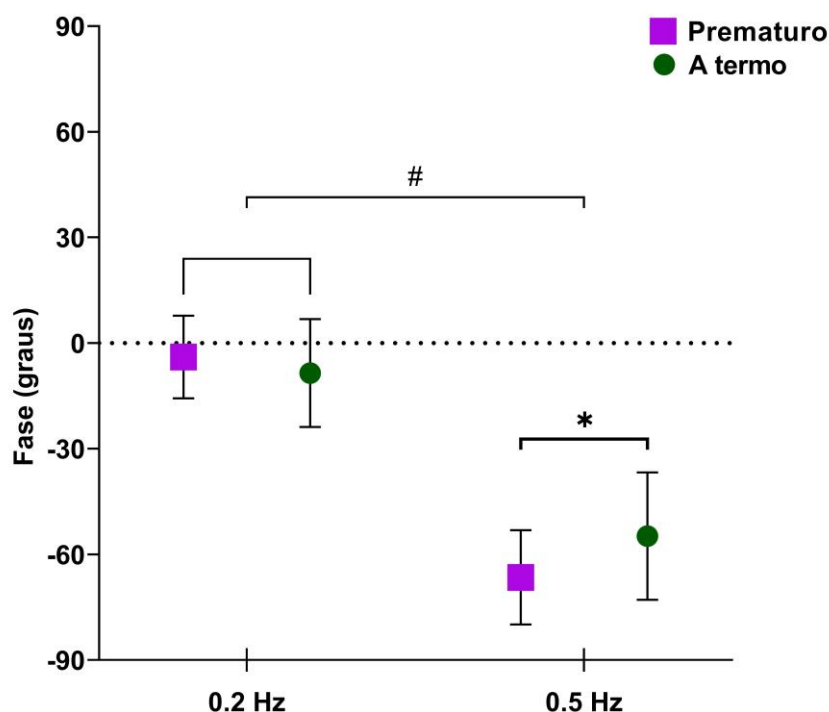


Nota: * indica diferença significativa entre as condições da sala.

7.3.2. Fase

Os deslocamentos do COP de todos os participantes apresentaram atrasos em relação ao movimento da sala (Figura 9), na condição de frequência de 0,5 Hz comparada à frequência de 0,2 Hz, que por sua vez, apresentou valores próximos à zero, indicando deslocamentos do COP muito próximos aos movimentos da sala. Contudo, este maior atraso foi dependente do grupo e da condição de frequência da sala. Análises univariadas indicaram efeito de condição de frequência da sala ($F_{1,32} = 272,651$ $p < 0,0001$, $\eta^2 = 0,895$) e interação entre grupo e condição de frequência da sala ($F_{1,32} = 6,167$ $p < 0,018$, $\eta^2 = 0,162$) para a variável Fase. Testes *pos hoc* para a interação entre grupo e frequência de movimento da sala revelaram que crianças PT apresentam valores de fase mais negativos do que as crianças AT ($p < 0,04$) somente durante a condição de frequência de 0,5 Hz.

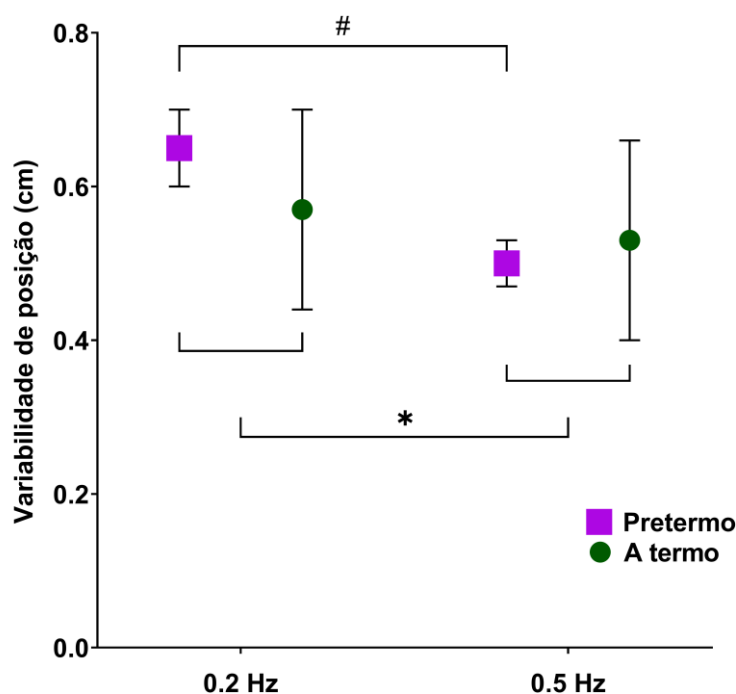
Figura 9.: Médias e desvios-padrão dos valores de Fase entre o deslocamento do COP e o movimento da sala, nas duas frequências em que a sala foi movimentada (0,2 Hz e 0,5 Hz), para ambos os grupos.



Nota: * indica diferença significativa entre as condições de frequência da sala. # indica interação entre grupo e condição de frequência da sala.

As Figuras 10 e 11 apresentam os resultados da Variabilidade de Posição e Variabilidade de Velocidade do deslocamento do COP, respectivamente, durante as condições de frequência da sala (0,2 Hz e 0,5 Hz), para ambos os grupos (PT e AT). Os resultados mostraram maior variabilidade de posição durante a condição de frequência da sala de 0,2 Hz comparada à frequência da sala de 0,5 Hz. Contudo, este comportamento foi dependente do grupo de crianças. ANOVAs indicaram efeito de frequência da sala (0,2 Hz e 0,5 Hz) para a Variabilidade de Posição ($F_{1,32} = 30,598$ $p < 0,0001$, $\eta^2 = 0,489$) e interação entre frequência da sala (0,2 Hz e 0,5 Hz) e grupo ($F_{1,32} = 9,611$ $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,231$). Testes *post hoc* revelaram que a variabilidade de posição foi maior na frequência de 0,2 Hz comparada à frequência de 0,5 Hz ($p < 0,0001$). Interessantemente, somente crianças prematuras apresentaram maior variabilidade na frequência de 0,2 Hz comparado a frequência de 0,5 Hz ($p < 0,0001$). Este comportamento não foi observado para as crianças a termo ($p > 0,05$). Entretanto não foi observado efeito de grupo para a Variabilidade de Posição ($F_{1,32} = 0,027$, $p > 0,05$).

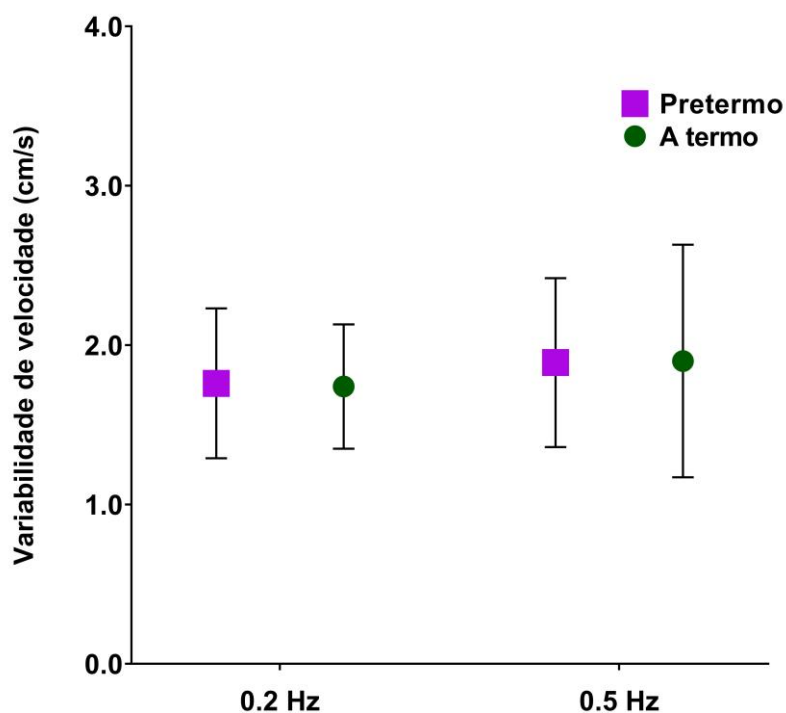
Figura 10.: Médias e desvios-padrão dos valores de Variabilidade de posição entre o deslocamento do COP e o movimento da sala, nas duas frequências em que a sala foi movimentada (0,2 Hz e 0,5 Hz), para ambos os grupos.



Nota: * indica diferença significativa entre as condições de frequência da sala. # indica interação entre grupo e condição de frequência da sala.

Para a variável Variabilidade de Velocidade, as anovas não apontaram qualquer efeito de grupo ($F_{1,32}=0,002$, $p>0,05$), condição de frequência da sala ($F_{1,32}=2880$, $p>0,05$), ou interação entre condição de frequência da sala e grupo ($F_{1,32}=0,020$, $p>0,05$).

Figura 11.: Médias e desvios-padrão da Variabilidade de velocidade entre o deslocamento do COP e o movimento da sala, nas duas frequências em que a sala foi movimentada (0,2 Hz e 0,5 Hz), para ambos os grupos.



8 DISCUSSÃO

O presente estudo buscou investigar como o sistema de controle postural de crianças PT com idades entre 06 e 08 anos, se comporta diante de alterações nos parâmetros de frequência do estímulo visual. De maneira geral, os resultados indicaram que as crianças PT apresentam atrasos no relacionamento temporal entre a informação visual e os deslocamentos do COP, além de se mostrarem menos variáveis, na frequência de 0,5 Hz em comparação à frequência de 0,2Hz. Crianças a termo não apresentaram este comportamento postural. Não há estudos na literatura, até o

momento, que tenham examinado as alterações no relacionamento visuomotor de crianças nascidas prematuras utilizando o paradigma da sala móvel para manipular precisamente os parâmetros do estímulo visual e as respostas posturais associadas. Baseados em nossos achados, as implicações destes resultados serão discutidas a seguir, assim como, o perfil da amostra considerando a prematuridade.

8. 1 Caracterização

Baseado na caracterização da amostra, nossos resultados mostraram uma grande incidência de partos cesarianos entre os participantes (82,35% crianças PT), mesmo os não nascidos prematuros (94%). Curiosamente, estes resultados são maiores que a média mundial (21,1%) e, até mesmo, que a média brasileira (55,7%) (BETRAN et al., 2021). Em geral, a escolha do tipo de parto pode ser justificada por questões de proteção à mãe e à criança, visto que foi verificado que a mortalidade neonatal é reduzida em 37% com um parto cesariano na IG de 25 semanas até 36+6 semanas em relação com o parto vaginal (BERGENHENEGOUWEN et al., 2013). No caso de bebês com IG acima de 37 semanas, a naturalização dos partos cesariano e a motivação por sua preferência por médicos e planos de saúde, tem sido alvo de muitas discussões no Brasil (LEAL et al., 2012). Situação socioeconômica da família para arcar com os custos de clínicas privadas, falta de leitos e de recursos humanos no sistema público de saúde, falta de informação e políticas públicas de atenção ao parto vaginal e formação inadequada de profissionais são apontados como alguns dos fatores para esta porcentagem alarmante (OLIVEIRA et al., 2022).

Com relação ao peso e estatura ao nascer, nossos resultados mostraram valores menores para as crianças PT comparado as crianças AT, como já esperado para a população investigada (OMS, 2007). Em relação a classificação da prematuridade, que é dividida de acordo com a IG (OMS), foi observado que mais de 64% da amostra (13 crianças) apresentou IG < 32 semanas sendo classificado como muito prematuro, destes apenas uma criança (5,88%) teve IG < 24 semanas, sendo considerada extremamente prematura, i.e., com alto risco de atrasos para a aquisição de algumas habilidades motoras, mesmo aquelas crianças que estão livres de atrasos importantes no

desenvolvimento neurológico (HUGHES, REDSELL; GLAZEBOOK, 2016). Em nossa amostra, não houve uma divisão homogênea em relação a IG entre as crianças do grupo PT. Sabe-se que quanto menor a IG, maiores as complicações motoras (MOREIRA, MAGALHÃES, ALVES, 2014; BATALHÃO et al., 2023) e do controle postural (TUÑÓN-DOMÍNGUEZ et al., 2022; BUCCI et al., 2015), informações estas amplamente reportadas na literatura. Com base nisto, foi realizada a visualização dos dados da criança com IG de 23 semanas, e estes se mostraram dentro do padrão obtido pelas demais crianças do grupo, nas condições do estudo. Neste sentido, não é possível afirmar pelo presente estudo se crianças com extrema prematuridade teriam maiores comprometimentos que crianças com prematuridade tardia nos aspectos investigados. Para isto são necessários outros estudos que examinem várias crianças com características similares, para aprofundar-se nestes conhecimentos.

O baixo peso ao nascer (BPN) foi encontrado em mais de 94% da amostra. Desses, 29,41% (três crianças) apresentaram extremo baixo peso ao nascer (EBPN), que é considerado o nascimento com peso ≤ 1000 gramas (OMS). Segundo Murki e colaboradores (2020), prematuros pequenos para idade gestacional (PIG) apresentam maior risco de baixo peso, baixa estatura, atraso no desenvolvimento motor e cognitivo, quando comparados a prematuros com pesos adequados para a idade gestacional (AIG), com idade corrigida de 12 a 18 meses. Neste estudo, considerou-se PIG aquelas crianças cujo peso ao nascer, de acordo com o sexo e a idade gestacional, estava abaixo do percentil 10 da população de referência, enquanto que as crianças AIG estavam acima do percentil 90 por serem grandes para sua idade gestacional.

Ainda, uma revisão sistemática conduzida por Evensen e colaboradores (2020), que teve como objetivo verificar a prevalência de problemas motores em crianças muito prematuras (MPT) com muito baixo peso ou baixo peso ao nascer (BPN), indicou que crianças e adultos jovens MPT/BPN apresentam risco aumentado de mostrar atrasos nas habilidades motoras quando submetidos a testes motores. Em particular, indivíduos com MPT/BPN apresentaram pontuações menores nos testes de equilíbrio quando comparados a crianças e adultos AT.

Corroborando estes achados, Dziuba e colaboradores (2017) verificaram que crianças MPT associado ao BPN (muito prematuras e com baixo peso) tem pior controle do equilíbrio quando comparados a crianças AT. Em adição, em um estudo de coorte retrospectivo, conduzido por Zoia e colaboradores (2022), com 804 crianças de oito e

11 anos de idade na Itália, observou-se um alto risco de crianças MPT apresentarem Transtorno de Déficit de Coordenação (TDC). Os autores utilizaram a versão italiana *Development Coordination Disorder Questionnaire*, respondido pelos pais, para avaliar as crianças.

Apesar de serem mínimos, nossos resultados mostraram outros fatores de risco neonatais nas crianças PT, tais como: menor índice de APGAR após 5 minutos (58,82%), presença de doença pulmonar neonatal (29,41%), e necessidade e tempo de permanência em ventilação mecânica (VM) (76,47 %). Em um estudo conduzido por Choukroun e colaboradores (2013), foi constatado que morbidade respiratórias e comprometimento leve da função pulmonar são prevalentes em crianças PT (IG $\leq$ 32 semanas).

Entre as crianças PT do presente estudo, mais de 64% não receberam intervenção especializada no primeiro ano de vida. Ainda, segundo relato dos pais, não houve a necessidade ou indicação médica para esses cuidados. Apesar da ausência de indicação médica e da importância dada pela família para a intervenção no primeiro ano de vida, diversos estudos têm mostrado que a intervenção precoce especializada nos primeiros anos de vida para crianças PT mostra melhores resultados motores à curto e longo prazo (SPITTELE et al., 2015; KHURANA et al., 2020; BUTERA et al., 2022). É importante notar que Battajon colaboradores (2023), em um estudo de coorte prospectivo, com 207 crianças (IG médio 28,9 semanas e peso médio ao nascimento de 1.097,2 gramas), verificaram que mais da metade das crianças que eram livres de deficiência aos dois anos, apresentavam déficit envolvendo coordenação óculo-motora e velocidade de processamento de informação aos quatro anos de idade. Os autores sugeriram que o acompanhamento profissional precoce poderia melhorar os resultados educacionais esperados, já que, de alguma forma, essas alterações do perfil motor parecem limitar a expressão de habilidades cognitivas e o alcance do desempenho escolar esperado, resultando em distúrbios de comportamento, típicos de crianças PT.

Portanto, pode-se observar que o perfil da criança prematura quantos aos cuidados neonatais e características podem variar enormemente dentro desta população. De maneira geral, nossos resultados mostraram maiores cuidados iniciais e internações, e maiores chances de complicações em vários sistemas orgânicos em crianças com maior prematuridade. Independente do perfil da amostra, o presente estudo observou que o grupo de crianças prematuras apresentou alterações na manutenção da postura em

pé quieta, especialmente, quando foram influenciadas pela manipulação do estímulo visual (i.e., movimentos da sala móvel). Importaneamente, os resultados apontaram alterações no acoplamento entre informação visual e deslocamento do COP destas crianças. Dado o caráter sutil destas alterações, mas de elevado risco para atrasos desenvolvimentais na aquisição e desempenho de habilidades motoras, estes aspectos foram bastante relevantes para a área e serão discutidos a seguir.

8.2 Amplitude Média de Deslocamento do COP com e sem movimento da sala

O presente estudo teve como um dos objetivos específicos, examinar os deslocamentos do COP de crianças PT com e sem a influência da manipulação dos estímulos visuais, e comparar aos seus pares AT. Nossos resultados indicaram que houve uma menor amplitude de deslocamento do COP durante a condição de sala estacionária em comparação às condições nas quais houve o movimento da sala, e este comportamento foi similar entre os grupos. Estes resultados não confirmaram nossa hipótese de que crianças PT apresentariam maiores deslocamentos do COP em relação a crianças AT tanto durante a condição de sala parada quanto nas condições de sala móvel.

A literatura apresenta resultados controversos sobre a estabilidade postural em crianças PT (e.g. KLUENTER et al., 2008; RODRIGUES FERNÁNDEZ et al., 2015; BUCCI et al., 2015; 2017; DZIUBA et al., 2017) e isto pode estar relacionado às condições e contextos das tarefas realizadas, i.e., o grau de desafio imposto ao sistema nervoso pela tarefa pode tornar as alterações mais evidentes e, consequentemente, destacar as diferenças entre grupos. Por exemplo, consistente com nossos resultados, Klunter e colaboradores (2008) verificaram que o controle postural estático em crianças PT (IG média 28,6 semanas) não foi diferente de crianças AT aos sete anos de idade. Os autores sugerem que essas alterações que influenciam o controle postural em crianças PT, são comumente observadas no primeiro ano de vida, provavelmente, em decorrência de déficits no controle da atividade muscular, achados patológicos cerebrais, integração visual-motora e sensorio-motora inadequadas e problemas cognitivos. Com o passar dos anos, crianças PT parecem compensar esta instabilidade postural, especialmente por um aumento do nível de ativação muscular nos membros

inferiores. Sendo assim, parece que em tarefas de equilíbrio estático, as crianças PT não apresentam dificuldades em manter a orientação e equilíbrio postural.

Resultado semelhante foi demonstrado por Rodríguez Fernández e colaboradores (2015) que em avaliação do equilíbrio e coordenação motora de crianças com baixo peso (PTBP) e muito baixo peso (PTMBP), com idades entre sete e dez anos, não encontraram diferenças entre os grupos PT (PTBP $\geq$ 1500 gramas e PTMBP $\leq$ 1500 gramas) e AT nas condições de manipulação visual e de superfície da base de suporte do estudo. Por exemplo, foi avaliado o equilíbrio postural estático utilizando plataforma de força com a criança em pé, descalça e olhar fixo em um ponto estabelecido durante oito condições: pés juntos (PJ) e pés separados (PS), olhos abertos (OA) e olhos fechados (OC), com e sem espuma na superfície de suporte (E). Cada tentativa teve duração de 20 segundos e foi distribuída na seguinte ordem: OA+PS; OF+PS; OA+PS+E; OF+PS+E; OA+PJ; OF+PJ; OA+PJ+E; OF+PJ+E. Os autores observaram maior oscilação corporal, na condição de pés juntos, olhos fechados em superfície de apoio sem espuma (OF+PJ) para as crianças PT (PTBP - IG $34 \pm 1,9$ e PTMBP - IG $30,7 \pm 3$) quando comparadas ao grupo de crianças AT. No entanto, nas demais condições não houve diferenças entre os grupos o que é consistente com a tarefa do presente estudo e os resultados obtidos.

Por outro lado, outros estudos demonstraram que crianças PT apresentaram um pior desempenho no controle da postura quando comparados aos seus pares AT. Dentre eles (BUCCI et al., 2015; BUCCI et al., 2017; LOREFICE et al., 2014). Bucci e colaboradores (2015), por exemplo, avaliaram crianças PT com idades entre três e quatro anos e observaram uma maior superfície de deslocamento do COP quando comparadas a seus pares AT. Neste estudo, o controle postural foi avaliado em cinco diferentes condições (sala escura com olhos abertos, sala escura com olhos fechados, estimulação optocinética associada a tarefa cognitiva de mover um objeto para direita e esquerda e tarefa cognitiva sem a estimulação optocinética). As crianças permaneceram sobre uma plataforma de força e foram instruídas a ajustar verticalmente uma figura infantil de um palhaço quando percebessem a inclinação da mesma, girando um controle remoto para a direita ou para a esquerda. Esta figura foi, experimentalmente, inclinada durante as tentativas. Para avaliar a estabilidade sem a manipulação da verticalidade, as oscilações corporais das crianças foram medidas em duas condições controle: olhos fechados e fixação do olhar na figura do palhaço em ambiente escuro.

Medidas do COP e medidas de erro entre o ângulo de inclinação do palhaço e o alinhamento vertical (zero grau) foram calculadas. Os resultados deste estudo mostraram que as crianças nascidas PT apresentaram maiores oscilações corporais quando comparadas ao grupo controle e pior desempenho (maior amplitude e velocidade do COP) quando realizaram a dupla tarefa de estabilizar a postura e ajustar a inclinação da figura do palhaço (avaliação subjetiva de verticalidade).

Em estudo complementar, Bucci e colaboradores (2017) examinaram a estabilidade postural de crianças PT, com idades entre quatro e seis anos, em três diferentes condições visuais: olhos abertos fixando um alvo, olhos fechados e com visão perturbada por estimulação optocinética durante a manutenção da posição em pé sobre uma plataforma estável e instável. Os autores mostraram que houve um aumento significativo tanto na área de superfície quanto na velocidade média do COP de crianças PT em comparação com crianças AT (grupo controle), particularmente, na condição postural instável.

Diferente dos estudos anteriores, pode-se observar que houve maior desafio sensorial (distorção visual) e mecânico (plataforma instável) ao sistema de controle postural, o que parecer ter evidenciado maior dificuldade de crianças PT em se manter estável durante as tarefas propostas (tarefa dupla cognitiva e tarefa com perturbação visual). Sendo assim, pode-se sugerir que o fato do estudo de Bucci e colaboradores (2015; 2017) examinarem o controle da postura em situações posturais mais desafiadoras do que a realizada no presente estudo, pode justificar a discordância nos resultados e as diferenças encontradas entre os grupos PT e AT.

Corroborando esta sugestão e explicação, Lorefice e colaboradores (2014) avaliaram a estabilidade postural de crianças PT com quatro anos de idade, com a plataforma *Wii Balance Board*, em tarefas que incluíam ficar parado em pé sobre uma superfície rígida, ficar parado em pé sobre um tapete de espuma, ficar parado em pé durante uma dupla tarefa, ficar em um pé só, salto vertical, saltito vertical com o pé direito e saltito vertical com o pé esquerdo, sendo todas estas condições realizadas com os olhos abertos e olhos fechados. A dupla tarefa cognitiva consistia da criança nomear uma série de imagens que apareciam em uma tela, em intervalos de 2 segundos. Alterações no controle postural de crianças PT foram evidenciadas por um aumento na velocidade de deslocamento do COP, i.e., um deslocamento mais rápido do corpo, tanto nas posições estáticas quanto dinâmicas, em todas as condições, quando

comparadas ao grupo controle AT. Elas também foram piores no desempenho das tarefas de salto e saltitos. Entretanto, quando as variáveis foram normalizadas pelo peso corporal, diferenças entre os grupos foram apontadas somente durante a dupla tarefa cognitiva (mais desafiadora).

Com base nestes resultados, pode-se sugerir que nossa tarefa de ficar em pé na base bipodal, fixando um alvo à frente dos olhos pode ser considerada uma tarefa relativamente simples e que não exigiu grandes demandas para o sistema de controle postural como aquelas tarefas adotadas pelos outros estudos, que envolviam mudanças na base de suporte (ESHAGHI, JAFARI, JALAIE, 2015; LOREFICE et al., 2014;) e restrições sensoriais (PETERSEN et al., 2015; LOREFICE et al., 2014; GOULEME et al., 2014; BUCCI et al., 2017), com aumento de demanda cognitiva associada (LOREFICE et al., 2014). Considerando que o sistema de controle postural requer funcionamento adequado e integração das vias sensoriais para gerar ação motora eficiente, que responda às demandas do ambiente (HORAK; MACPHERSON, 2015), é possível que o sistema de controle postural de crianças PT não seja afetado durante condições pouco desafiadoras. De fato, Tuñón-Domínguez e colaboradores (2022) apontaram que, geralmente, as crianças PT apresentam alterações sutis no comportamento motor que, muitas vezes, só serão detectadas mais tarde na vida da criança quando respostas mais refinadas são exigidas pelo contexto da tarefa a ser realizada, principalmente, no início da vida escolar (ESHAGHI; JAFARI; JALAIE, 2015; FERRARI et al., 2012; FALLANG et al., 2005).

Neste sentido, a idade na qual as crianças prematuras foram avaliadas parece ser um fator relevante para a discordância entre os estudos. Pode-se observar que estudos que examinaram o funcionamento do sistema de controle postural de crianças menores de seis anos (BUCCI et al., 2015, 2017; LOREFICE et al., 2014), apresentaram aumento das oscilações posturais em crianças PT quando comparados a crianças AT, resultado não observado em estudos que examinaram crianças mais velhas, com idades entre sete e dez anos (KLUENTER et al., 2008; RODRIGUEZ FERNÁNDEZ et al., 2015; DZIUBA et al., 2017). Em geral, estudos indicam que, embora bebês e crianças até os oito anos de idade desenvolvam a capacidade de usar e integrar informações sensoriais (visual, vestibular e somatossensorial) para controlar a postura, eles o fazem de maneiras diferentes em relação a crianças mais velhas e adultos, pelo menos até os 10 anos de idade (GODOI, BARELA 2016; POLASTRI et al., 2013).

Com relação ao efeito da manipulação visual sobre a oscilação corporal das crianças, quando expostas ao movimento da sala móvel, ambos os grupos (PT e AT) apresentaram deslocamentos do COP correspondentes ao movimento da sala tanto na frequência de 0,2 Hz quanto na frequência de 0,5 Hz (FIGURA 8). Foi observado também, uma maior amplitude média de deslocamentos do COP quando a sala foi movimentada em comparação à condição na qual a sala estava estacionária e maior na frequência de 0,2Hz do que na frequência de 0,5 Hz. Corroborando nossos resultados, Gouleme e colaboradores (2014) verificaram que crianças aparentemente saudáveis apresentaram maiores deslocamentos do COP quando submetidas a condições de mudança de fluxo visual. Os autores mostraram que as crianças apresentaram maiores oscilações corporais na condição em que estavam de olhos abertos e fixando um alvo com estimulação optocinética do que nas demais condições sem esta estimulação (GOULEME et al., 2014). Ainda, estes resultados são consistentes com estudos anteriores que empregaram a mesma situação experimental e observaram oscilações em frequências próximas à frequência de movimentação da sala: em bebês (BARELA et al., 2000; 2001; BARELA; JEKA; CLARK, 2003; SPARTO et al., 2006; GODOI, BARELA, 2008; RINALDI, POLASTRI, BARELA, 2009; POLASTRI, BARELA, 2013), crianças da mesma faixa etária do presente estudo (e.g., BARELA et al., 2001; GODOI, BARELA 2016; POLASTRI et al., 2013), adultos e idosos (TOLEDO, BARELA, 2014; BARELA et al., 2014; BELIZÁRIO BRITO et al., 2021; SOUZA et al., 2021) e populações especiais (e.g., crianças com dislexia e DCD) (BARELA et al., 2011; BARELA, RAZUK, 2014; CHUNG, STOFFREGEN, 2011).

Com relação aos maiores deslocamentos do COP na frequência de 0,2 Hz do que na de 0,5Hz, é preciso lembrar que no presente estudo, o pico de velocidade foi mantido constante entre as condições de frequência da sala, e que já havia sido demonstrado que o sistema de controle postural é sensível a este parâmetro (Dijkstra et al., 1994). Sendo assim, diferenças entre as frequências só poderiam ocorrer se as crianças utilizassem outros parâmetros do estímulo visual para acoplar-se suas oscilações corporais à informação visual. Sendo assim, a partir deste resultado, pôde-se observar que crianças PT, assim como AT, são capazes de acoplar-se à informação visual utilizando diferentes parâmetros de posição do estímulo visual. Estudos recentes têm sugerido que o sistema de controle postural também é sensível aos parâmetros de amplitude do estímulo sensorial mostrando que a amplitude de oscilação corporal e do COP aumenta, com

aumento da amplitude do estímulo visual (e.g. POLASTRI et al., 2013; BARELA et al., 2014). Neste caso, as crianças do presente estudo aumentaram os deslocamentos do COP na frequência de 0,2 Hz, influenciadas pela amplitude do estímulo visual que foi maior nesta condição comparada à de 0,5 Hz (2,0 cm x 0,8 cm).

Entretanto, estes resultados não corroboram os resultados de Godoi (2004) e Godoi e Barela (2008), já que os autores não encontraram diferença entre as frequências de movimento da sala (0,1 Hz, 0,2 Hz, 0,5 Hz e 0,8 Hz) quando grupos de crianças com idades entre 4 e 14 anos foram comparados. Uma possível explicação para a divergência entre os estudos pode estar centrada nos parâmetros empregados no estudo de Godoi e Barela (2008) para movimentar a sala, que foram menores do que os utilizados em nosso estudo, sendo amplitude de 1,0 cm para a frequência de 0,2 Hz e amplitude de 0,4 cm para a frequência de 0,5 Hz, com pico de velocidade constante de 0,6 cm. Além disto, o design experimental deste estudo incluía quatro diferentes distâncias de posição do participante em relação ao alvo fixado na parede frontal o que pode ter trazido maior complexidade para as análises e comparações entre grupos e condições.

Por fim, nossos resultados apontaram que as diferenças encontradas entre as frequências e condições da sala ocorreram na direção AP, mas não na direção ML. Resultados diferentes para as direções de movimento corporal têm sido explicados pela influência da direção da perturbação (i.e., quando a manipulação do estímulo visual e movimento da sala) ocorre na direção AP, os deslocamentos corporais são influenciados, com maior intensidade, nesta direção de perturbação (BARELA, RAZUK, 2014; CHUNG, STOFFREGEN, 2011). Já quando a manipulação do estímulo sensorial (i.e., a perturbação) ocorre na direção ML, observam-se maiores oscilações corporais nesta direção de movimento (BARELA, JEKA, CLARCK, 2003; BAIR et al., 2014), o que é consistente com os nossos resultados.

Em suma, apesar das semelhanças no comportamento e padrão global dos deslocamentos do COP entre os grupos tanto quando a sala estava estacionária quanto movimentado em diferentes frequências, os resultados do acoplamento entre informação visual e oscilação corporal relevaram alterações sutis, mas consistentes, no funcionamento do sistema de controle postural de crianças PT que serão discutidas a seguir.

8.3 Acoplamento entre informação visual e deslocamento do COP

8.3.1 Ganho e Fase

O presente estudo ainda teve como objetivo examinar o acoplamento entre informação visual e deslocamento do COP de crianças PT, frente à variação dos parâmetros de frequência do estímulo visual, em comparação aos seus pares AT. A hipótese foi que diante da mudança dos parâmetros de frequência do estímulo visual, haveria um fraco acoplamento visuomotor em crianças PT em comparação às crianças AT, independente da frequência do estímulo visual. No entanto, nossa hipótese não foi confirmada. Crianças PT apresentaram um forte acoplamento entre a informação visual e deslocamentos do COP, em ambas as frequências do estímulo visual, proveniente do movimento da sala móvel (0,2 e 0,5 Hz), e este comportamento foi similar aos seus pares AT.

Até o momento, este é o primeiro estudo a examinar respostas posturais de crianças PT frente à manipulação da sala móvel o que permite investigar de maneira mais precisa, o funcionamento do sistema de controle postural desta população assim como realizado em estudos anteriores com populações de crianças atípicas (POLASTRI, BARELA, 2003; RAZUK, BARELA, 2014).

Em populações especiais, como por exemplo, crianças com dislexia ou transtorno de coordenação (TDC), foi observado um maior deslocamento do COP, frente a manipulação do fluxo visual, e um acoplamento entre informação visual e oscilação corporal mais fraco e mais variável do que crianças com desenvolvimento típico (e.g. RAZUK, BARELA, 2014). Sabe-se que estas crianças também podem vir a apresentar alterações no funcionamento do sistema de controle postural decorrente da dificuldade de integrar as informações visuais em situações de manipulação ambiental (CHUNG, STOFFREGEN, 2011; RAZUK et al., 2013; BARELA, RAZUK, 2014; RAZUK et al., 2019). Por exemplo, Razuk e Barela (2014) investigaram os efeitos da manipulação das características do estímulo visual no controle postural de crianças disléxicas e não-disléxicas, utilizando o paradigma da sala móvel. O movimento da sala foi realizado na frequência de 0,2 Hz. Neste estudo, as crianças deveriam permanecer em pé, em duas condições de distância da parede frontal da sala (25 e 150 cm), com e

sem restrição de informação visual (visão total ou central do ambiente). Os resultados mostraram que quando a sala foi movimentada, o acoplamento entre informação visual e oscilação corporal foi mais fraco em crianças disléxicas apesar delas mostrarem amplitude de oscilação corporal similar às crianças não-disléxicas. Mais ainda, na ausência de dicas visuais periféricas (condição de visão central), as crianças disléxicas apresentaram oscilações corporais temporalmente atrasadas com relação ao estímulo visual. Interessante notar que, apesar destes déficits, a criança com dislexia é capaz de desenvolver habilidades como ficar em pé, caminhar e saltar. Entretanto, as implicações de um funcionamento ineficiente do sistema de controle postural se refletem na execução das diversas tarefas realizadas que, neste caso, parecem apresentar menor precisão devido a necessidade de um tempo mais longo para processar as informações visuais relevantes (BAIR et al., 2012; RAZUK, BARELA, 2014). Este comportamento temporal foi similar ao observado nas crianças prematuras do presente estudo e será discutido posteriormente.

Primeiramente, contrário às nossas afirmações, os resultados do presente estudo não mostraram diferenças entre os grupos para a variável ganho. Foi observado apenas efeito de frequência com maiores valores de ganho na condição de frequência de 0,5Hz em comparação à 0,2 Hz, para ambos os grupos. Foi observado que tanto os bebês quanto as crianças acoplaram suas oscilações corporais aos movimentos da sala mais fortemente quando a sala foi movimentada na frequência de 0,5 Hz do que quando ela foi movimentada na frequência de 0,2 Hz (BARELA et al., 2000, 2001, 2003; SCHMUCKLER, 2017), fato que corrobora nossos achados. Assim, pode ser sugerido que a manipulação das informações visuais influencia de forma semelhante as crianças PT e crianças AT. Estes resultados não corroboram os dos estudos anteriores com populações especiais, que mostram fraco acoplamento diante de mudanças no estímulo visual (BARELA et al., 2011; BAIR et al., 2012; RAZUK, BARELA, 2014, CHUNG, STOFFREGEN, 2011).

É importante salientar que a distância do alvo observado pela criança, que foi fixado na parede frontal da sala, e alguns parâmetros de manipulação visual, diferiram entre os estudos. Enquanto os estudos de Razuk e colegas (2013, 2014, 2019) e Chung e Stoffregen (2011) posicionaram as crianças à 0,25 e 1,5 m, e à 0,6 m do alvo, respectivamente, no presente estudo a criança permaneceu à 1,0 m de distância do alvo (posição padrão). Sabe-se que alvos mais próximos tendem a facilitar a percepção de

mudanças nas informações visuais no ambiente o que melhora o acoplamento visuomotor, e que distâncias mais longas tendem a reduzir a qualidade da informação visual disponível reduzindo o efeito da manipulação visual sobre o controle postural (DIJKSTRA et al., 1992; PAULUS et al., 1989; GODOI, BARELA, 2014; MORAES et al., 2016).

Além disto, deve-se considerar que os estudos divergem nos parâmetros de manipulação visual nos quais o sistema de controle postural é sensível (i.e. amplitude, velocidade e frequência). Os estudos de Razuk e colaboradores (2013, 2014 e 2019), por exemplo, manipularam os movimentos da sala na frequência de 0,2 Hz e com amplitudes (0,3 cm, 0,6 cm, 0,9 cm e 2,9 cm) e velocidades (0,3 cm/s, 0,6 cm/s e 1,86 cm/s) que diferem dos utilizados no presente estudo. Já Chung e Stoffregen (2011) variaram tanto as amplitudes (0,2 cm e 0,1 cm) quanto as frequências (0,2 Hz e 0,5 Hz) de movimento da sala. Sabe-se que aumento na amplitude de movimento da sala leva à diminuição na influência do estímulo visual sobre as oscilações corporais e que induz reponderação entre as informações sensoriais (e.g., POLASTRI et al., 2012; BAIR et al., 2012; POLASTRI et al., 2013). Portanto, é necessária cautela na comparação destes estudos e o presente estudo haja vista que a combinação entre os parâmetros pode gerar maior ou menor dificuldade para o SNC controlar a estabilização da postura.

Por outro lado, foi possível observar um comportamento semelhante no que diz respeito ao relacionamento temporal entre informação visual e oscilação corporal das crianças PT do presente estudo e as crianças com dislexia do estudo de Razuk e Barela (2014), que transcende estas divergências metodológicas. As crianças PT apresentaram um maior atraso temporal entre o deslocamento do COP e o movimento da sala, em comparação às crianças AT, principalmente, durante a condição de frequência de 0,5 Hz, o que não foi observado por Godoi (2004) e Godoi e Barela (2008) para crianças de mesma faixa etária durante a mesma condição de frequência. Atraso temporal similar foi observado para crianças mais velhas com dislexia (11 anos de idade), na condição de frequência de 0,2 Hz (RAZUK, BARELA, 2014). Ainda, crianças com TDC mostraram atrasos temporais similares até, por volta, dos 11 anos de idade, quando diferentes modalidades sensoriais (visão e toque suave) foram manipuladas simultaneamente (BAIR et al., 2012).

Os autores sugeriram que estes atrasos podem estar relacionados a déficits em diversos sistemas (muscular, sensorial, neural), incluindo o processamento sensorial

(propriedades dos sensores), atrasos na condução neural, dinâmica músculo tendão, integração sensorial, controle de feedback e adaptação para movimentos imprevisíveis no ambiente (BAIR et. Al., 2012), o que neste caso levaria a criança a necessitar de um tempo maior para processar e repesar múltiplas fontes de informação sensorial disponível. Sendo assim, parece que crianças PT podem apresentar déficits nos mecanismos de controle postural assim como, crianças com dislexia e com TDC. No entanto, parece que a prematuridade acarreta déficits que produzem atrasos no tempo de resposta, mas não alterações na resposta em si, já que a magnitude de deslocamento do COP e as respostas posturais induzidas pelo estímulo visual, se mostraram similares às crianças nascidas AT.

Considerando que no presente estudo é impossível identificar a causa deste atraso na influência do estímulo visual sobre as respostas posturais da população PT, com base na literatura, pode-se observar que crianças PT parecem apresentar alterações na percepção do fluxo óptico. De maneira geral, a percepção da velocidade do movimento não está totalmente desenvolvida até a adolescência (RASULO et al., 2021). Quando olhamos para populações especiais, como crianças PT, há estudos que revelam que a competência para a percepção do fluxo visual pode estar alterada, devido a uma possível vulnerabilidade do fluxo de processamento visual dorsal (AGYEI et al., 2016), com redes neurais envolvendo o tronco dorsal cortical e suas conexões com as áreas hipocampal, parietal e frontal (ATKINSON, BRADDICK, 2007). Estudos recentes que examinaram as competências de percepção de movimento global (fluxo óptico) indicaram um pior desempenho no controle postural de crianças PT em comparação aos seus pares AT (GUZZETTA et al., 2009). Esses achados sugerem comprometimento do fluxo dorsal durante o processamento visual em crianças PT com e sem dano cerebral (GUZZETTA et al., 2009; TAYLOR et al., 2009).

Outra possível explicação para atrasos temporais nas respostas posturais de crianças PT podem ter origem neurológica. Em estudo realizado por Blystad e Van der Meer (2022), bebês foram submetidos à análise eletroencefalográfica para testar os efeitos do nascimento prematuro e da estimulação cerebral extra no desenvolvimento da percepção visual de movimento, durante a primeira infância. Foram comparados três grupos de bebês, sendo estes: bebês que receberam estimulação motora extra (natação para bebês), bebês que receberam uma educação ocidental tradicional (grupo controle) e bebês PT (IG média de 31 semanas), com idades entre 4 e 5 meses e 9 e 12 meses. Os

bebês foram testados em dois momentos, em um desenho longitudinal. Primeiro, os lactentes foram testados aos 4-5 meses, seguido de um segundo teste quando os lactentes tinham alguma experiência de engatinhar, e aos 9-12 meses de idade. Respostas ao fluxo óptico foram testadas em três condições experimentais, sendo: fluxo óptico direto, fluxo óptico reverso e movimento aleatório, bem como uma condição de controle estática sem fluxo.

Os resultados deste estudo mostraram que os bebês PT não apresentaram processamento de movimento visual como aquele observado em seus pares AT. Eles não conseguiram diferenciar as condições visuais e nem foram capazes de diminuir os potenciais corticais (N2) em resposta aos estímulos visuais com o aumento da idade e da experiência locomotora. Segundo os autores, este achado pode indicar uma falta de especialização e desenvolvimento do fluxo de processamento visual dorsal em bebês PT o que poderia dificultar o processamento rápido de informação de movimento visual (VAN DER MEER, BLYSTAD, 2022). Estes resultados parecem suportar, em parte, os atrasos posturais mostrados pelas crianças PT, em resposta ao movimento da sala. Contudo, outros estudos devem ser desenvolvidos já que ainda não é conhecido se esta alteração persiste ao longo de todo o desenvolvimento da criança PT sem sequelas aparentes considerando que este comportamento pode ter sérias implicações na forma como as crianças PT interage no ambiente. Estudos futuros deveriam examinar se de fato é o processamento visual ou outro componente do controle postural, ou ainda, a combinação entre ambos, que contribui para estes atrasos de fase entre as informações visuais e o deslocamento do COP, para o controle da postura.

8.3.2 Variabilidade de posição e variabilidade de velocidade

Embora os grupos não tenham apresentado alterações na magnitude de oscilação corporal (i.e., amplitude média), os resultados do presente estudo mostraram maior variabilidade de posição quando a sala foi movimentada na frequência de 0,2 Hz comparada à frequência de 0,5 Hz. Contudo, este comportamento não foi observado para as crianças do grupo AT. Em outras palavras, somente as crianças PT apresentaram diferenças entre as frequências de manipulação da sala móvel. De maneira geral, este

resultado indica que durante o movimento da sala na frequência de 0,2 Hz, as respostas posturais das crianças PT foram compostas por diversos outros espectros de frequência o que pode sugerir maior presença de ruído no sistema de controle postural desta população (BARELA, JEKA, CLARCK, 2003). Portanto, valores mais altos de variabilidade residual em crianças PT indicam uma gama mais ampla de frequências nos deslocamentos do COP quando comparadas aos seus pares AT. Uma das implicações deste resultado é que este comportamento pode levar à uma maior imprecisão na extração de informações para a execução de uma tarefa motora em um ambiente que está em constante mudança.

Em estudo conduzido por Barela, Jeka e Clarck (2003), com crianças de quatro, seis e oito anos de idade e adultos jovens, utilizando uma sala móvel somatossensorial (barra de toque), nas frequências de 0,2, 0,5 e 0,8 Hz, foi verificado que ao contrário dos adultos jovens, o acoplamento das crianças não foi tão correspondente à frequência especificada pelo estímulo somatossensorial. Neste estudo, os participantes posicionaram o dedo suavemente em uma barra de toque, podendo pressioná-la até 1N. A barra de toque foi movimentada e induziu oscilações corporal em todos os participantes. Entretanto, crianças não mostraram respostas posturais tão refinadas como os adultos jovens diante da manipulação do estímulo somatossensorial. Sendo assim, os autores sugeriram que crianças até os oito anos de idade são incapazes de desacoplar às informações sensoriais menos relevantes para a tarefa de ficar em pé quando comparados aos adultos jovens, o que resulta em uma resposta composta por uma gama mais ampla de frequências do que a frequência que induz o movimento corporal.

Comportamentos mais variáveis em uma situação similar de conflito sensorial como a da sala móvel também foram observados nos estudos com crianças com dislexia e TDC, que apresentaram uma maior variabilidade diante de alteração do fluxo visual (BARELA et al., 2011; BAIR et al., 2012; RAZUK, BARELA, 2014). Uma possível explicação para a maior variabilidade no deslocamento do COP em crianças PT é que elas têm um nível de ruído inerentemente mais alto em seu sistema de controle postural. Tem sido sugerido que alterações nos mecanismos de controle de *feedback* e *feedforward* podem contribuir para este comportamento (BARELA, JEKA, CLARK, 2003). Talvez, o processo de *feedback* sensorial possa ser o responsável pelo maior nível de ruído observado nas crianças PT. O presente estudo traz evidências que podem suportar atrasos nas respostas ao estímulo visual. No entanto, esta afirmação é

especulativa e novos estudos necessitam abordar estas questões, como mencionado anteriormente. Portanto, nossa hipótese foi parcialmente confirmada, pelo fato de que as crianças PT apresentaram um acoplamento visuomotor mais variável do que crianças AT.

Deve-se ressaltar que o fato de identificar um controle postural menos eficiente em crianças PT diante de uma condição mais desafiadora, é extremamente importante para a prática clínica. Lançamos olhares para essa população que apresenta diferenças no comportamento motor. No entanto, devido a sutileza dessas diferenças, por vezes é passada despercebida. Cabe ressaltar que o estudo sobre o controle postural, suas transformações sensório-motoras e do acoplamento entre informação sensorial e ação motora tem importantes implicações para a prática reabilitadora. Abordagens personalizadas, juntamente com diagnósticos de precisão e acompanhamento em fases tardias, abrirão caminhos para muitos tratamentos aprimorados para a população com nascimento prematuro.

9 CONCLUSÃO

A partir dos resultados do presente estudo pode-se concluir que:

- Crianças PT apresentaram magnitude de deslocamento do COP similar às crianças AT, sendo maior durante a condição em que a sala foi movimentada (0,2 e 0,5 Hz) do que quando a mesma foi mantida estacionária;
- Crianças PT apresentaram acoplamento entre informação visual e deslocamento do COP similar às crianças AT, apresentando forte influência do estímulo visual, proveniente da sala móvel, sobre os deslocamentos do COP, em ambas as frequências do estímulo visual;
- No entanto, crianças PT apresentaram atrasos temporais entre as informações visuais e os deslocamentos do COP (valores negativos de fase) maiores do que as crianças AT durante o movimento da sala na frequência de 0,5 Hz. Estes resultados comportamentais podem trazer evidências para possíveis alterações nas conexões entre as áreas corticais e déficits no processamento visual em crianças PT que ainda precisam ser confirmadas.

- Crianças PT apresentaram maior variabilidade de posição nos deslocamentos do COP, durante o movimento da sala na frequência de 0,2 Hz comparada à frequência de 0,5 Hz. Crianças AT não apresentaram este comportamento. Estes resultados sugerem que crianças PT apresentam um nível de ruído inerentemente mais alto em seu sistema de controle postural e que alterações nos mecanismos de *feedback* podem estar contribuindo para esta maior variabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYACHE, M.G.; MARIANI, N.C.M. Considerações sobre o desenvolvimento motor do prematuro. **Temas sobre o desenvolvimento**. v. 12, n.71, p. 5-9, 2003.
- ALMEIDA, A. H. V. et al. Teenage pregnancy and prematurity in Brazil, 2011-2012. **Cadernos de Saude Publica**, v. 36, n. 12, p. 2011–2012, 2021.
- ATKINSON, J. et al. Cortical vision, MRI and developmental outcome in preterm infants. **Archives of Disease in Childhood: Fetal and Neonatal Edition**, v. 93, n. 4, 2008.
- AUCOTT, S. et al. Neurodevelopmental care in the NICU. **Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews**, v. 8, n. 4, p. 298–308, 2002.
- BATAGLIA, F.C.; LUBCHENCO, L.O.. A practical classification of newborn infants by weight and gestational age. **The Journal of Pediatrics**, v. 71, p. 159-163, 1967
- BARBOSA, G. C.; GUIMARÃES, E. L. Efeito do treino específico e de curta duração na aquisição e retenção do alcance manual em lactentes prematuros e baixo peso ao nascimento. **Revista Família, Ciclos de Vida e Saúde no Contexto Social**, v. 8, p. 727, 2020.
- BARELA, J. A.; JEKA, J. J.; CLARK, J. E. Postural control in children: Coupling to dynamic somatosensory information. **Experimental Brain Research**, v. 150, n. 4, p. 434–442, 2003.
- BARELA, J. A. et al. Efeito da exposição visual no acoplamento entre informação visual e controle postural em bebês. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 17, n. 1, p. 16–31, 2003.
- BARELA, J. A.; POLASTRI, P. F.; GODOI, D. Controle postural em crianças: oscilação corporal e frequência de oscilação. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 17, n. 1, p. 29–34, 2000.
- BARELA, J. A.; GODOI, D.; FREITAS JÚNIOR, P. B.; POLASTRI, P. F. The coupling between visual information and trunk sway in infants and children. **Journal of Sport & Exercise Psychology**, v. 23, n. s48, 2001.
- BARELA, A. M. F. et al. Influence of imposed optic flow characteristics and intention on postural responses. **Motor Control**, v. 13, n. 2, p. 119–129, 2009.
- BARELA, J. A. et al. Perception-action and adaptation in postural control of children and adolescents with cerebral palsy. **Research in Developmental Disabilities**, v. 32, n. 6, p. 2075–2083, 2011.

BERTENTHAL, B.; BOKER, S. M.; XU, M. Analysis of the perception-action cycle for visually induced postural sway in 9-month-old sitting infants. **Infant Behavior and Development**, v. 23, p.299-315, 2000.

BERTENTHAL, B. I.; BAI, D. L. Infants' Sensitivity to Optical Flow for Controlling Posture. **Developmental Psychology**, v. 25, n. 6, p. 936–945, 1989.

BIRTLES, D. B. et al. Orientation and motion-specific visual cortex responses in infants born preterm. **NeuroReport**, v. 18, n. 18, p. 1975–1979, 2007.

BOLK, J. et al. Visual-motor integration and fine motor skills at 6 years of age and associations with neonatal brain volumes in children born extremely preterm in Sweden: A population-based cohort study. **BMJ Open**, v. 8, n. 2, p. 1–8, 2018.

BRAUNER, L.M.; VALENTINI, N.C. Análise do desempenho motor de crianças participantes de um programa de atividades físicas. **Revista da Educação Física / UEM**, v. 20, n. 2, p. 205-216, 2009.

BROGNA, C. et al. Longitudinal assessment of perceptual-motor abilities in pre-school preterm children. **Early Human Development**, v. 90, n. 10, p. 645–647, 2014.

BROWN, C. C. et al. Association of State Medicaid Expansion Status with Low Birth Weight and Preterm Birth. **JAMA - Journal of the American Medical Association**, v. 321, n. 16, p. 1598–1609, 2019.

BUCCI, M. P. et al. Spatial and temporal postural analysis in children born prematurely. **Gait and Posture**, v. 57, n. January, p. 230–235, 2017.

BUCCI, M. P. et al. Subjective visual vertical and postural capability in children born prematurely. **PLoS ONE**, v. 10, n. 3, p. 1–13, 2015.

CAMARGOS, A. C. R. et al. Desenvolvimento motor de crianças pré-termo moderadas aos sete e oito anos de idade. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 18, n. 2, p. 182–187, 2011.

CROSSE, V. M. Definição do recém-nascido de baixo peso e características dos neonatos prematuros e de termo com baixo peso. In: **O recém-nascido prematuro**. 8 ed. São Paulo: Editora Manole, p. 3-15, 1980.

CUPPS B. Postural Control: a current view. *Neuro Developmental Treatment*, 14. p. 3-8, jan/fev. 1997.

DAVIS, N. M. et al. Developmental coordination disorder at 8 years of age in a regional cohort of extremely-low-birthweight or very preterm infants. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 49, n. 5, p. 325–330, 2007.

DE KLEINE, M. J. K. et al. Development and evaluation of a follow up assessment of preterm infants at 5 years of age. **Archives of Disease in Childhood**, v. 88, n. 10, p. 870–875, 2003.

DE KIEVIET, J. F. et al. Motor development in very preterm and very low-birth-weight children from birth to adolescence: A meta-analysis. **JAMA - Journal of the American Medical Association**, v. 302, n. 20, p. 2235–2242, 2009.

DIAS, B. R.; PIOVESANA, A. M. S. G.; MONTENEGRO, M. A. & GUERREIRO, M. M. Desenvolvimento neuropsicomotor de lactentes filhos de mães que apresentaram hipertensão arterial na gestação. **Arquivo de Neuropsiquiatria**, v. 63, n. 3-A, p. 632–636, 2005.

DUARTE, M.; FREITAS, S. M. S. F. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 14, n. 3, p. 183–192, 2010.

DUSING, S. C. et al. Postural complexity influences development in infants born preterm with brain injury: Relating perception-action theory to 3 cases. **Physical Therapy**, v. 94, n. 10, p. 1508–1516, 2014.

EDWARDS, J. et al. Developmental coordination disorder in school-aged children born very preterm and/or at very low birth weight: A systematic review. **Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics**, v. 32, n. 9, p. 678–687, 2011.

ERICK KANDEL. Perception of motion, depth, and form. In: ER, K.; JH, S.; A., J. (Eds.). *Principles of neuroscience*. 3 ed. ed. New York: elsevier, 1991. p. 440–465.

ESHAGHI, Z.; JAFARI, Z.; JALAIE, S. Static balance function in children with a history of preterm birth. **Medical Journal of the Islamic Republic of Iran**, v. 29, n. 1, p. 1278–1286, 2015.

FALLANG, B.; SAUGSTAD, O.L.D.; HADDERS-ALGRA, M. Postural adjustments in preterm infants at 4 and 6 months post-term during voluntary reaching in supine position. *Pediatric Research*, v. 54, p. 826–833, 2003.

FALLANG, B., OIEN, I., HELLEM, E., SAUGSTAD, O.D.; HADDERS-ALGRA, M. Quality of reaching and postural control in young preterm infants is related to neuromotor outcome at 6 years. *Pediatric Research*. v. 58, n. 2, p. 347–353, 2005.

FALLANG, B.; HADDERS-ALGRA, M. Postural behavior in children born preterm. **Neural Plasticity**, v. 12, n. 2–3, p. 175–182, 2005.

FAWKE, J. Neurological outcomes following preterm birth. *Seminars in fetal and neonatal medicine*, 12, 374–382, 2007.

FERRARI, F. et al. Preterm birth and developmental problems in the preschool age. Part I: Minor motor problems. **Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine**, v. 25, n. 11, p. 2154–2159, 2012.

FETTERS, L; TODD, J. Quantitative assessment of infant reaching movements. *Journal of Motor Behavior*, v. 19, n. 2, 147–166, 1987.

FORMIGA, C. K. M. R.; LINHARES, M. B. M. Motor development curve from 0 to 12 months in infants born preterm. **Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics**, v. 100, n. 3, p. 379–384, 2010.

FOULDER-HUGHES, L. A.; COOKE, R. W. I. Motor, cognitive, and behavioural disorders in children born very preterm. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 45, n. 2, p. 97–103, 2003.

GELDOF, C. J. A. et al. Visual perception and visual-motor integration in very preterm and/or very low birth weight children: A meta-analysis. **Research in Developmental Disabilities**, v. 33, n. 2, p. 726–736, 2012.

GODOI, D.; BARELA, J. A. Optical flow structure effects in children's postural control. **PLoS ONE**, v. 11, n. 6, p. 1–14, 2016.

GODOI, D.; BARELA, J. A. Body sway and sensory motor coupling adaptation in children: Effects of distance manipulation. **Developmental Psychobiology**, v. 50, n. 1, p. 77–87, 2008.

GODOI, Daniela. Efeitos da manipulação do estímulo visual no controle postural nas faixas etárias de 4 a 14 anos de idade. 2004. 123 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2004. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/87458>>.

GUZZETTA, A. et al. Motion perception in preterm children: Role of prematurity and brain damage. **NeuroReport**, v. 20, n. 15, p. 1339–1343, 2009.

GUIMARÃES, E. A. DE A. et al. Prevalência e fatores associados à prematuridade em Divinópolis, Minas Gerais, 2008-2011: análise do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos. **Epidemiologia e serviços de saúde: revista do Sistema Unico de Saúde do Brasil**, v. 26, n. 1, p. 91–98, 2017.

GRAY, R. F.; INDURKHYA, A. & McCORMICK, M. C.. Prevalence, stability, and predictors of clinically significant behavior problems in low birth weight children at 3, 5, and 8 years of age. **Pediatrics**, v. 114, n. 3, p. 736-743, 2004.

HACK, M.; FANAROFF, A. A. Outcomes of children of extremely low birthweight and gestational age in the 1990s. **Seminars in Neonatology**, v. 5, n. 2, p. 89–106, 2000.

HEATHCOCK, J.C.; BHAT, A.N.; LOBO, M.A. & GALLOWAY, J. The performance of infants born preterm and full-term in the mobile paradigm: learning and memory. **Physical Therapy**, v. 24, 808-821, 2004.

HERRERO, D. et al. Escalas de desenvolvimento motor em lactentes: Test of Infant Motor Performance e a Alberta Infant Motor Scale. **Escalas de desenvolvimento motor em lactentes: test of infant motor performance e a alberta infant motor scale**, v. 21, n. 1, p. 122–132, 2011.

HORAK, FAY B.; MACPHERSON, J. M. Postural orientation and equilibrium. **Handbook of Physiology**, v. 25, n. 10, p. 255–292, 2015.

HORTA, B. L.; VICTORA, C. G.; MENEZES, A. M.; HALPERN, R. & BARROS, F. C.. Low birthweight, preterm births and intrauterine growth retardation in relation to maternal smoking. **Pediatric and Perinatal Epidemiology**, 11, p. 140-151, 1997.

HOWARD, J; PARMELEE, A.H; KOPP, C.B.; LITTMAN, B. A neurologic comparison of pre-term and full-term infants at term conceptional age. *The Journal of Pediatrics*, v. 88, p. 995-1002, 1976.

HOWE, T. H. et al. Neuromotor outcomes in children with very low birth weight at 5 yrs of age. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 90, n. 8, p. 667–680, 2011.

HUGHES, A. J.; REDSELL, S. A.; GLAZEBROOK, C. Motor development interventions for preterm infants: A systematic review and meta-analysis. **Pediatrics**, v. 138, n. 4, 2016.

JENG, S. F.; CHEN, L. C.; YAU, K.I.T. Kinematic analysis of kicking movements in preterm infants with low birth weight and full term infants. *Physical Therapy*, 82, 148-159, 2002.

KACZMARCZYK, K. et al. Long-term effects of premature birth on somatic development in women through adolescence and adulthood. **Journal of International Medical Research**, v. 46, n. 1, p. 44–53, 2018.

LARGO, R. H. Early motor development in preterm children. In: *The Development of Coordination in Infancy*, ed GJP Savelsbergh Amsterdam: **Elsevier Science**, p. 425-444, 1993.

LEE, D. N.; ARONSON, E. Visual proprioceptive control of standing in human infants. **Perception & Psychophysics**, v. 15, n.3, p. 529-532, 1974.

LEE, D. N.; LISHMAN, J. R. Visual proprioceptive control of stance. **Journal of Human Movement Studies**, n. 1, p. 87-95, 1975.

LEINAN, T. B. S. A Longitudinal EEG study of visual motion perception in full-term and preterm infants and children. n. May, 2018.

LEONE, C. R.; RAMOS, J. L. A. & VAZ, F. A. C. O recém-nascido pré-termo. In: MARCONDES, E.. **Pediatria Básica**. Ed. Sarvier, 8 ed, v. 1, p. 333-338, 1992.

LOREFICE, L. E. et al. Postural control at 4 years in very preterm children compared with term-born peers. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 57, n. 2, p. 175–180, 2015.

KLEINER, A. F. R.; SCHLITTLER, D. X. D. C.; SÁNCHEZ ARIAS, M. D. R. O papel dos sistemas visual, vestibular, somatosensorial e auditivo para o controle postural. **Revista Neurociências**, v. 19, n. 2, p. 349–357, 2001.

LOREFICE, L. E. et al. Postural control at 4 years in very preterm children compared with term-born peers. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 57, n. 2, p. 175–180, 2015.

MACHADO, L. C. et al. Neonatal outcomes of late preterm and early term birth. **European Journal of Obstetrics and Gynecology and Reproductive Biology**, v. 179, p. 204–208, 2014.

MAGALHÃES L.M, et al. Análise do desempenho de crianças pré-termo no teste de desenvolvimento de Denver nas idades de 12, 18 e 24 meses. **Rev Pediatr** 1999; 21: 330-39.

MAGGI, E. F. et al. Preterm children have unfavorable motor, cognitive, and functional performance when compared to term children of preschool age. **Jornal de pediatria**, v. 90, n. 4, p. 377–383, 2014.

MAIA, L. T. S.; DE SOUZA, W. V.; DA CRUZ GOUVEIA MENDES, A. Individual and contextual determinants of infant mortality in Brazilian state capitals: A multilevel approach. **Cadernos de Saude Publica**, v. 36, n. 2, p. 1–19, 2020.

MAIA, P. C. et al. Motor development of preterm and term infants - Using the alberta infant motor scale [Desenvolvimento motor de crianças prematuras e a termo - Uso da Alberta Infant Motor Scale]. **ACTA Paulista de Enfermagem**, v. 24, n. 5, p. 670–675, 2011.

MARLOW, N.. Neurocognitive outcome after very preterm birth. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, 89, F224-F228, 2004.

MOREIRA, R. S. et al. Factors influencing the motor development of prematurely born school-aged children in Brazil. **Research in Developmental Disabilities**, v. 35, n. 9, p. 1941–1951, 2014.

MOREIRA, R. S.; MAGALHÃES, L. C.; ALVES, C. R. L. Efeito do nascimento prematuro no desenvolvimento motor, comportamento e desempenho de criança em idade escolar: revisão sistemática. **Jornal de Pediatria**, v. 90, n. 2, p. 119–134, 2014.

PAULUS, M.; STRAUBE, A.; BRANDT, T. Visual stabilization of posture: physiological stimulus characteristics and clinical aspects. **Brain: a journal of neurology**, v. 107, p. 1143- 1163, 1984.

PETERSEN, M. L.; CHRISTOU, E.; ROSENGREN, K. S. Children achieve adult-like sensory integration during stance at 12-years-old. *Gait and Posture*, 2005.

PETERSEN, H. et al. Decreased postural control in adolescents born with extremely low birth weight. **Experimental Brain Research**, v. 233, n. 5, p. 1651–1662, 2015.

PETERSON ZOMIGNANI, A. et al. Desenvolvimento cerebral em recém-nascidos prematuros Cerebral development in preterm newborn infants Artigo de Revisão. **Rev Paul Pediatr**, v. 27, n. 2, p. 198–203, 2009.

PIEK, J. P & GASSON, N. Spontaneous kicking in full term and preterm infants: are there leg asymmetries? **Human Movement Science**, v. 18, p. 377–395, 1998.

PIETZ, J. et al. Physical growth and neurodevelopmental outcome of nonhandicapped low-risk children born preterm. **Early Human Development**, v. 79, n. 2, p. 131–143, 2004.

PIN, T. W. et al. Motor development from 4 to 8 months corrected age in infants born at or less than 29 weeks' gestation. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 51, n. 9, p. 739–745, 2009.

PIN, T. W.; ELDRIDGE, B.; GALEA, M. P. Motor trajectories from 4 to 18 months corrected age in infants born at less than 30 weeks of gestation. **Early Human Development**, v. 86, n. 9, p. 573–580, 2010.

PINHEIRO, R. C. et al. Visual motor integration and overall development of preterm and at term children at the beginning of schooling.. **Journal of Human Growth and Development**, v. 24, n. 2, p. 181–187, 2014.

POLASTRI, P. F.; BARELA, J. A. Adaptive visual re-weighting in children's postural control. **PLoS ONE**, v. 8, n. 12, p. 1–10, 2013.

POLASTRI, P. F.; BARELA, J. A. Perception-action coupling in infants with down syndrome: Effects of experience and practice. **Adapted Physical Activity Quarterly**, v. 22, n. 1, p. 39–56, 2005.

POLASTRI, P. F. et al. Dynamics of inter-modality re-weighting during human postural control. **Experimental Brain Research**, v. 223, n. 1, p. 99–108, 2012.

RAZUK, M.; BARELA, J. A. Dyslexic children suffer from less informative visual cues to control posture. **Research in Developmental Disabilities**, v. 35, n. 9, p. 1988–1994, 2014.

REAGAN, P. B. & SALSBERY, P. J.. Race and ethnic differences in determinants of preterm birth in the USA: broadening the social context. **Social Science and Medicine**, v. 60, p. 2217–2228, 2005.

RIES, L. G. K. et al. Adaptação cultural e análise da confiabilidade da versão brasileira da Escala de Equilíbrio Pediátrica (EEP). **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 16, n. 3, p. 205–215, 2012.

RIGHETTO GRECO, A. L. et al. Is Segmental Trunk Control Related to Gross Motor Performance in Healthy Preterm and Full-Term Infants? **Journal of Motor Behavior**, v. 52, n. 6, p. 666–675, 2020.

RINALDI, N. M.; POLASTRI, P. F.; BARELA, J. A. Age-related changes in postural control sensory reweighting. **Neuroscience Letters**, v. 467, n. 3, p. 225–229, 2009.

RUGOLO, L. M. S. DE S. Crescimento e desenvolvimento a longo prazo do prematuro extremo. **Jornal de Pediatria**, v. 81, n. 1, p. 101–110, 2005.

SAIGAL, S. Follow-up of very low birthweight babies to adolescence. **Seminars in Neonatology**, v. 5, n. 2, p. 107–118, 2000.

SAMSOM, J. F.; DE GROOT, L. The influence of postural control on motility and hand function in a group of “high risk” preterm infants at 1 year of age. **Early Human Development**, v. 60, n. 2, p. 101–113, 2000.

SCHÖNER, G. Dynamic theory of action-perception patterns: the “moving room” paradigm. *Biological Cybernetics*, v. 64, n. 6, p. 455–462, 1991.

SULLIVAN, M. C.; HAWES, K. A decade comparison of preterm motor performance at age 4. **Research in Nursing and Health**, v. 30, n. 6, p. 641–654, 2007.

TAYLOR, N. M. et al. Differential vulnerability of global motion, global form, and biological motion processing in full-term and preterm children. **Neuropsychologia**, v. 47, n. 13, p. 2766–2778, 2009.

TELLES, F. et al. Changes in the Preterm Heart from Birth to Young Adulthood: A Meta-analysis. **Pediatrics**, v. 146, n. 2, 2020.

THELEN, E. Motor development: A new synthesis. **American Psychologist**, v. 50, n. 2, p. 79–95, 1995.

TUÑÓN-DOMÍNGUEZ, I. et al. The influence between gestational age and postural control, a systematic review. **Frontiers in pediatrics**, v. 10, 2022.

VAN BALEN, L. C. et al. Development of postural adjustments during reaching in infants at risk for cerebral palsy from 4 to 18 months. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 57, n. 7, p. 668–676, 2015.

VAN DER FITS I.B.M; FLIKWEERT, E.R.; STREMMELAAR, E.R.; MARTIJN A.; HADDERS-ALGRA M. Development of postural adjustments during reaching in preterm infants. *Pediatric Research*, v.46, p.1-7,1999.

VAN DER HEIDE, J. C.; PAOLICELLI, P. B.; BOLDRINI, A.; CIONI, G. Kinematic and qualitative analysis of lower-extremity movements in preterm infants with brain lesions. *Physical Therapy*, v. 79, p. 546–557, 1999.

VAN HUS, J. W. P. et al. Early intervention leads to long-term developmental improvements in very preterm infants, especially infants with bronchopulmonary dysplasia. **Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics**, v. 105, n. 7, p. 773–781, 2016.

VAN HUS, J. W. et al. Motor impairment in very preterm-born children: Links with other developmental deficits at 5 years of age. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 56, n. 6, p. 587–594, 2014.

VAN BALEN, L. C.; DIJKSTRA, L. J.; HADDERS-ALGRA, M. Development of postural adjustments during reaching in typically developing infants from 4 to 18 months. **Experimental Brain Research**, v. 220, n. 2, p. 109–119, 2012.

VAN BRAECKEL, K. et al. Less Efficient Elementary Visuomotor Processes in 7- to 10-Year-Old Preterm-Born Children Without Cerebral Palsy: An Indication of Impaired Dorsal Stream Processes. **Neuropsychology**, v. 22, n. 6, p. 755–764, 2008.

VOGEL, J. P. et al. The global epidemiology of preterm birth. **Best Practice and Research: Clinical Obstetrics and Gynaecology**, v. 52, p. 3–12, 2018.

WINTER DA. Biomechanics and motor control of human movement. 3^a ed. **Hoboken: John Wiley & Sons**; 2005.

WHO. **Recommendations for care of the preterm or low-birth-weight infant**. Geneva: World Health Organization, 2022.

RIVAL, C.; CEYTE, H.; OLIVIER, I. Developmental changes of static standing balance in children. **Neuroscience Letters**, v. 376, p.133-136, 2005.

WOOLLACOTT, M.H. Posture and gait from newborn to elderly. In: Amblard, B.; Berthoz, A.; Clarac, F. (Eds.) **Posture and gait: development, adaptation and modulation** (pp. 3-12). Excerpta Medica, 1988.

WOOLLACOTT, M.H.; DEBÚ, B.; MOWATT, M. Neuromuscular control of posture in the infant and child: is vision dominant? **Journal of Motor Behavior**, v.19, n.2, p.167-186, 1987.

WOLFF, D. R.; ROSE, J.; JONES, V. K.; BLOCH, D. A.; OEHLERT, W.; GAMBLE, J. G. Postural balance measurements for children and adolescents. **Journal of Orthopedical Research**, v. 16, n. 2, p. 271-275, 1998.

ZHU, J. L.; MADSEN, K. M.; VESTERGAARD, M.; BASSO, O. & OLSEN, J.. **Paternal age and preterm birth. Epidemiology**, v. 16, n. 2, p.259-262,2005.

ANEXO I

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - (TCLE) (Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/2012)

Título: Análise do Controle Postural de Crianças Nascidas Prematuras Diante de Mudanças nos Parâmetros do Estímulo Visual.

Pesquisadora: Aline Aparecida Ribeiro

Orientadora: Profa. Dra. Paula Fávaro Polastri Zago

Eu, Aline Aparecida Ribeiro aluna do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Motricidade, sob orientação da Profa. Dra Paula Fávaro Polastri Zago, professora do Departamento de Educação Física / UNESP – Bauru, gostaria de convidar seu filho (a) ou dependente legal a participar do projeto de pesquisa “**Análise do Controle Postural de Crianças Nascidas Prematuras Diante de Mudanças nos Parâmetros do Estímulo Visual.**” Todas as informações/dúvidas sobre este projeto podem ser esclarecidas por este documento ou pessoalmente e a qualquer momento durante a realização do mesmo. Essa pesquisa cumpre a Resolução 466/2012, estabelecida pelo Conselho Nacional de Saúde.

Objetivo: O objetivo desta pesquisa é entender como crianças nascidas prematuras controlam a postura quando ocorrem alterações nos estímulos visuais e, ainda, entender se os testes clínicos mostram resultados parecidos com as medidas de oscilação corporal. Isto é, será que o controle da postura de crianças prematuras é mais dependente das informações visuais, causando maiores desequilíbrios no corpo? Será que os testes clínicos mostram resultados parecidos com aqueles de oscilação corporal?

Procedimentos: Seu filho (a) ou dependente legal será convidado(a) a comparecer ao Laboratório de Informação, Visão e Ação (LIVIA), Departamento de Educação Física da UNESP/BAURU para realização dos testes que serão divididos em duas sessões. Na primeira sessão, serão realizados os testes clínicos (testes de equilíbrio e de desenvolvimento motor), teste de visão, medição de peso e estatura e a aplicação de um questionário. Na segunda sessão, será realizada a avaliação do controle da postura.

Os procedimentos para cada teste e avaliação serão:

- a) Questionário para levantamento de informações sobre histórico do desenvolvimento, condições de saúde e atendimentos clínicos que a seu filho (a) realiza ou realizou;
- b) Aplicação do teste clínico Escala de Equilíbrio Pediátrica (EEP);
- c) Aplicação do teste Movement Assessment Battery for Children 2 (MABC-2);
- d) Avaliação das respostas posturais – o participante será solicitado(a) a permanecer em pé sob uma plataforma de força, dentro de uma cabine com listras pretas e brancas, e sua tarefa será ficar o mais parado possível fixando o olhar em uma figura posicionada à frente da criança.

Riscos possíveis: Os procedimentos deste projeto apresentam riscos relacionados a atividades estáticas (paradas) e aquelas realizadas pelos participantes no seu cotidiano. No entanto, a fim de evitar quaisquer problemas ou ocorrência de quedas durante a execução das tarefas propostas, o experimentador ficará posicionado próximo ao participante por todo o período da coleta. Ainda, para evitar que o participante sinta algum desconforto ou cansaço, serão realizados períodos de descanso regulares durante os procedimentos do projeto.

Esclarecimentos e Liberdade para interromper a participação: É importante que todas as suas dúvidas sejam esclarecidas antes da participação de seu filho (a) ou dependente legal no estudo. Esta participação não é obrigatória, mas sim voluntária. Desta forma, o(a) senhor(a) terá liberdade, a qualquer momento, de se recusar a continuar participando da pesquisa e retirar o seu consentimento, sem qualquer penalização ou prejuízo. A participação nesta pesquisa não trará gastos nem benefícios

financeiros e todos os resultados das avaliações serão disponibilizados e explicados ao final da pesquisa.

Benefícios: A participação nessa pesquisa lhe proporcionará conhecimento de como se dá o desenvolvimento do sistema de controle postural em crianças prematuras, bem como conhecimento sobre os resultados individuais de cada teste e avaliação realizada por seu filho(a).

Despesas e compensações: Havendo necessidade de custos com a locomoção dos participantes, o pesquisador se disponibilizará para realizar o transporte. Também não há compensação financeira relacionada a sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa. Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelos procedimentos propostos neste estudo, o participante será encaminhado para atendimento especializado, bem como terá direito às indenizações legalmente estabelecidas.

Confidencialidade: Todas as informações obtidas no estudo serão confidenciais e o seu nome e do seu filho(a) / dependente legal não será divulgado em momento algum. Apenas terão acesso a essas informações o(a) senhor(a) e o pesquisador responsável. Ainda, toda e qualquer informação será utilizada apenas para fins acadêmicos exclusivos deste projeto com a publicação dos resultados em revistas científicas e apresentação em congressos, sem que dados de identificação dos participantes sejam divulgadas.

Informações dos Responsáveis pela Pesquisa: **Profª Draª Paula Fávaro Polastri Zago** pelo e-mail paula.polastri@unesp.br, telefone (14) 98199-6579, Departamento de Educação Física / UNESP / Praça de Esportes - Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01, CEP: 17033-360 - Bauru, SP ou **Aline Aparecida Ribeiro**, pelo e-mail: aa.ribeiro@unesp.br, telefone (14) 99736-2203. E caso queira fazer alguma reclamação ou consulta sobre a veracidade e seriedade da pesquisa, poderá entrar em contato com o **Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências – UNESP, pelo telefone: (14) 3103-9400**, e-mail: cepesquisa@fc.unesp.br, localizado na Faculdade de Ciências, UNESP, no endereço: Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01, CEP: 17033-360 - Bauru, SP.

A sua assinatura neste formulário indica que você entendeu satisfatoriamente as informações relativas à participação do seu filho(a) ou dependente legal, todas as suas dúvidas foram esclarecidas e concorda com esta participação. Sendo assim, favor preencher os dados e assinar. Uma cópia deste formulário foi dada a você para os seus arquivos e futura referência.

Bauru, ____ de _____ de ____.

Nome do participante: _____

Data de Nascimento.: _____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____

Assinatura do participante

Prof^a. Dr^a Paula Fávaro Polastri Zago

Aline Aparecida Ribeiro
(Pesquisadora)

ANEXO II

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/2012)

Você está sendo convidado para participar de uma pesquisa chamada “Análise do Controle Postural de Crianças Nascidas Prematuras Diante de Mudanças nos Parâmetros do Estímulo Visual”.

Nesta pesquisa, queremos saber como crianças que nascem muito cedo, isto é, prematuras, se equilibram quando estão em pé paradas ou quando estão realizando as tarefas do dia a dia. Também queremos saber, se os testes que você realiza no médico mostram resultados parecidos com àqueles do equilíbrio do corpo.

As crianças que irão participar dessa pesquisa têm entre 06 e 12 anos de idade. A pesquisa será feita na UNESP, no Laboratório de Informação Visão e Ação (LIVIA), onde você irá realizar alguns movimentos corporais e deverá ficar em pé parado dentro de uma sala, por alguns minutos, para que possamos testar seu equilíbrio corporal. Veja a Figura abaixo com as atividades que você realizará nesta pesquisa.

Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. Os riscos de se machucar nesta pesquisa são os mesmos que você teria fazendo brincadeiras de equilíbrio parado ou atividades do dia a dia.

Caso venha a sentir qualquer desconforto ou tenha alguma dúvida sobre a pesquisa, você pode perguntar para a **Profa. Dra. Paula Fávaro Polastri Zago** (professora do Departamento de Educação Física, FC/UNESP-Bauru, no telefone p/contato: 3103-6082, ramal 7614, ou pelo e-mail: paula.polastri@unesp.br, e para mim, Aline Aparecida Ribeiro, pelo e-mail: aa.ribeiro@unesp.br, telefone (14) 99736-2203. E caso queira fazer alguma reclamação ou saber mais sobre a pesquisa, poderá entrar em contato com o **Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências – UNESP**,

pelo telefone: (14) 3103-9400, e-mail: cepesquisa@fc.unesp.br, localizado na Faculdade de Ciências, UNESP, no endereço: Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01, CEP: 17033-360 - Bauru, SP. Sua participação na pesquisa não será divulgada e nem repassaremos suas informações a qualquer outra pessoa.

Eu, _____

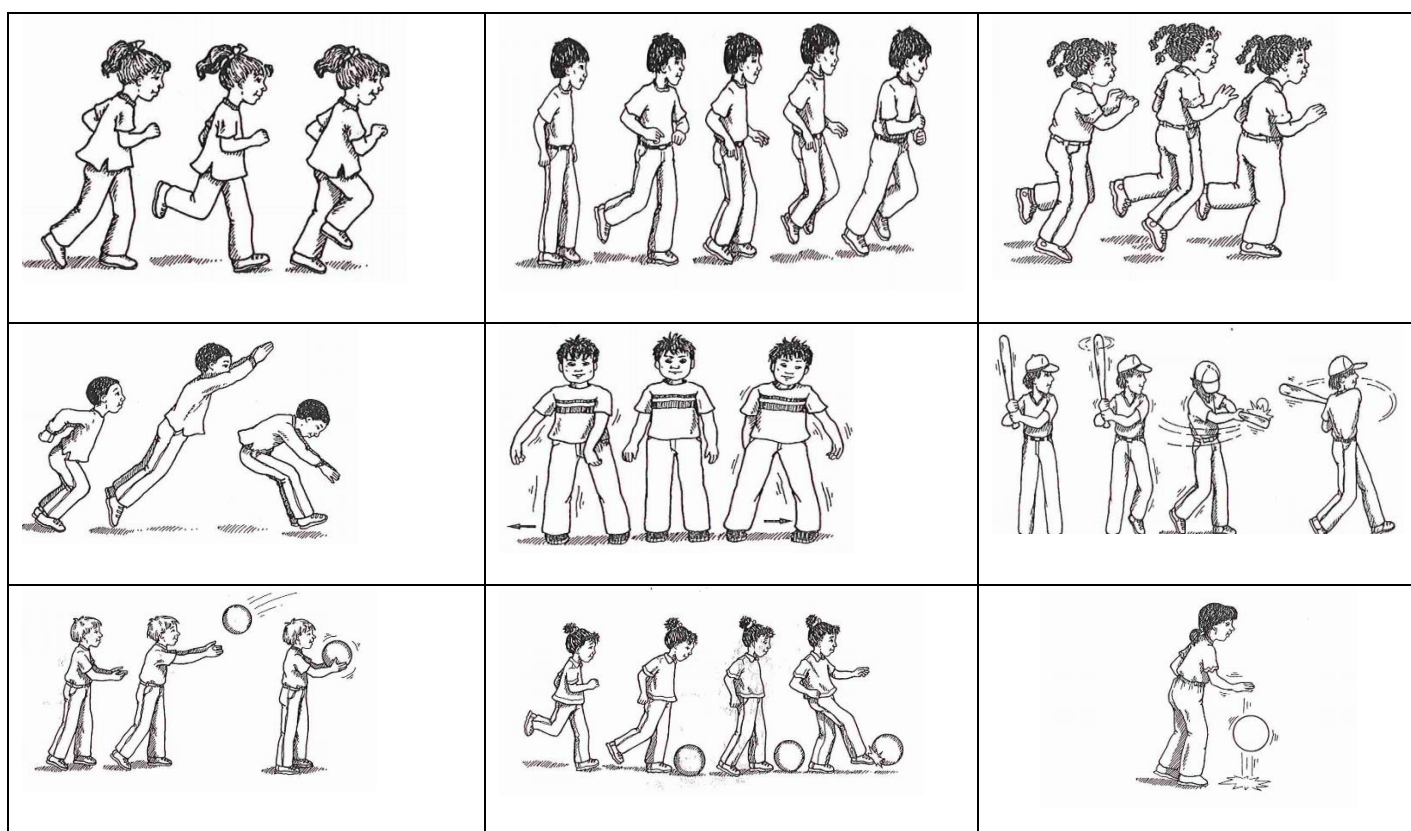
aceito participar da pesquisa **Análise do Controle Postural de Crianças Nascidas Prematuras Diante de Mudanças nos Parâmetros do Estímulo Visual**. Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir que ninguém vai ficar bravo. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis.

Bauru, ____ de _____ de _____.

Assinatura do menor

Assinatura do(a) pesquisador(a)

Figura 1 – Atividades que serão realizadas



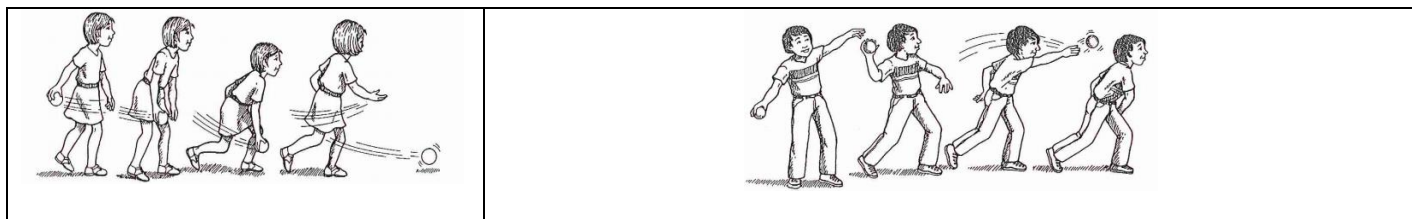


Figura 2 –Atividades que serão realizadas

