



UnB

**Universidade de Brasília
Faculdade de Educação Física
Programa de Pós-Graduação em Educação Física**

Mariana Vieira da Fonseca

**INFLUÊNCIA DO PESO ADICIONAL NO ALCANCE MANUAL DE
LACTENTES PREMATUROS NASCIDOS COM BAIXO PESO**

**Brasília
2015**



Mariana Vieira da Fonseca

INFLUÊNCIA DO PESO ADICIONAL NO ALCANCE MANUAL DE LACTENTES PREMATUROS NASCIDOS COM BAIXO PESO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade de Brasília como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação Física. Linha de Pesquisa: Aspectos Biológicos Relacionados ao Desempenho e à Saúde. Tema: Análise do Movimento Infantil.

Orientadora: Profa. Dra. Aline Martins de Toledo.

Brasília
2015

A Deus, aos meus anjos protetores, à minha família (Papai, Mamãe e Aninha) e ao Paulo; por todo o incentivo, amparo, força e por sempre acreditarem nos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

A Deus e aos meus espíritos protetores, por guiarem e acompanharem toda a minha jornada profissional e ouvirem cada prece trazendo sempre inspiração e força (de onde eu nem sabia que tinha).

Ao Papai, por se orgulhar de cada pequena conquista e incentivar a minha busca pelo meu melhor.

À Mamãe, por ser meu exemplo de força e de mulher, por fazer meu café da manhã me poupando cada segundo precioso de descanso e por se orgulhar de mim, me dando cada vez mais força! E por fazer o que as mães fazem de melhor: amar.

À minha irmã, Aninha, por ser minha alma gêmea, por estar crescendo comigo desde sempre, me empurrar para frente e me ajudar a traçar meus destinos profissionais. Além de toda a ajuda operacional, correr para resolver os meus problemas e revisar meus trabalhos.

Ao Paulo, por ser a melhor parte de mim, ter o melhor abraço do mundo e ser a única pessoa a conseguir me acalmar nos momentos mais difíceis. Por acreditar mais em mim do que eu mesma e por confiar, junto comigo, que nós podemos fazer do mundo um lugar melhor (mesmo que cada um do seu jeitinho). Por aprender a resolver meus problemas do mestrado e merecer meu título junto comigo! Por toda a paciência em minhas ausências. Eu te amo.

À Aline, por ter me adotado de coração e mente tão abertos. Por me ensinar tudo, acreditar em mim, na minha capacidade e me estimular a querer ser, um dia, como ela! Por me acolher e me receber na sua casa, tornando-se muito mais do que uma orientadora: uma grande amiga. Dizem que nossos orientadores são como pais e eu tenho muito orgulho de dizer que sou sua filha (apesar de você ser nova demais para isso). Agradeço, ainda, ao Rodrigo, porque eu sou filha de vocês dois, por me adotar também e estar sempre disposto e disponível para minhas dúvidas intermináveis.

Aos meus amigos, todos eles, aqueles que chamo de “melhores amigos” e aqueles que mesmo mais distantes torcem por mim. Por desculparem as minhas ausências e se orgulharem de mim.

E, por último, a uma pessoa que o espaço vai ser pequeno demais para agradecer: à minha amiga, Ana Letícia, por toda a jornada que traçamos juntas. Por seguir de mãos dadas comigo por esse caminho. Pelo TCC, por São Carlos, por Ceilândia, pelos almoços, pelas marmitas, pelas conversas intermináveis, por conseguirmos falar ao mesmo tempo e nos entendermos mesmo assim, por cantar comigo nos caminhos intermináveis, por sonhar e delirar

comigo. Pelas risadas, por fazer tanta falta nos meus dias... Por assumir comigo 85 filhos! Por ser minha comadre e, assim como eu, desejar tanto o meu sucesso quanto eu desejo o seu. Eu não teria conseguido sem você...

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma da perda amostral dos Lactentes do Grupo Baixo Peso ao Nascer	34
Figura 2 - Fluxograma da perda amostral dos Lactentes do Grupo Peso Adequado ao Nascer.	34
Figura 3 - Cadeira infantil reclinada a 50°	36
Figura 4 - Bracelete confeccionado para acrescentar o peso adicional ao braço do lactente; com os marcadores do Sistema Qualisys fixados.	36
Figura 5 - Brinquedos utilizados para a estimulação do alcance.....	37
Figura 6 - Eletromiógrafo Trigno™ Wireless EMG Delsys com eletrodos.	38
Figura 7 - Ilustração das medidas antropométricas dos membros superiores:1) comprimento do braço; 2) comprimento do antebraço; 3) circunferência do braço; 4) circunferência do antebraço terço proximal; 5) largura da mão.	40
Figura 8 - Arranjo experimental - set de coleta com câmeras do sistema Qualisys (QTM - Qualisys Track Manager), webcam e cadeira infantil.	40
Figura 9 - Ilustração do posicionamento dos marcadores reflexivos para análise cinemática.....	41
Figura 10 - Brinquedo sendo apresentado ao lactente na linha média.	42
Figura 11 - Ativação Muscular expressa em porcentagem de RMS após normalização, no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), do Grupo Peso Adequado ao Nascer (PAN), no Procedimento Linha de Base – P1, sendo ● Bíceps Braquial, ■ Tríceps Braquial, ◆ Deltóide e ▲ Peitoral Maior. 50	
Figura 12 - Coativação Muscular no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), do Grupo Peso Adequado ao Nascer ○ (PAN), no Procedimento Linha de Base – P1.	52
Figura 13 - Ativação Muscular expressa em porcentagem de RMS após normalização, no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), do Grupo Baixo Peso ao Nascer (BPN), no Procedimento Linha de Base – P1, sendo ● Bíceps Braquial, ■ Tríceps Braquial, ◆ Deltóide e ▲ Peitoral Maior.....	53
Figura 14 - Coativação Muscular no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), do Grupo Baixo Peso ao Nascer ● (BPN), no Procedimento Linha de Base – P1.....	55
Figura 15 - Ativação Muscular expressa em porcentagem de RMS após normalização, no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), do Grupo Peso Adequado ao Nascer (PAN), no Procedimento com Peso Adicional – P2, sendo ● Bíceps Braquial, ■ Tríceps Braquial, ◆ Deltóide e ▲ Peitoral Maior.....	56
Figura 16 - Coativação Muscular no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), dos Grupos Peso Adequado ao Nascer ○ (PAN), no Procedimento com Peso Adicional – P2.	57
Figura 17– Ativação Muscular expressa em porcentagem de RMS após normalização, no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), do Grupo Baixo Peso ao Nascer (BPN), no Procedimento com Peso Adicional – P2, sendo ● Bíceps Braquial, ■ Tríceps Braquial, ◆ Deltóide e ▲ Peitoral Maior.59	
Figura 18– Coativação Muscular no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), do Grupo Baixo Peso ao Nascer ● (BPN), no Procedimento Peso Adicional – P2.....	60
Figura 19 – Interação entre os terços do movimento (primeiro, segundo e terceiro terço) no músculo Bíceps entre os grupos (Peso Adequado ao Nascer e Baixo Peso ao Nascer).	66
Figura 20– Ativação Muscular expressa em porcentagem de RMS após normalização, no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), dos Grupos Peso Adequado ao Nascer (PAN) e Baixo Peso ao Nascer (BPN), no Procedimento Linha de Base – P1, sendo ● Bíceps Braquial, ■ Tríceps Braquial, ◆ Deltóide e ▲ Peitoral Maior.....	67
Figura 21– Interação entre os terços do movimento (primeiro, segundo e terceiro terço) no músculo Tríceps entre os grupos (Peso adequado ao nascer e Baixo peso ao nascer).	68
Figura 22 - Coativação Muscular no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), dos Grupos Peso Adequado ao Nascer ○ (PAN) e Baixo Peso ao Nascer ● (BPN), no Procedimento Linha de Base – P1.	69
Figura 23- Índice de Retidão, dos Grupos Peso Adequado ao Nascer ○ (PAN) e Baixo Peso ao Nascer ● (BPN), nos Procedimentos 1 e 2.	70
Figura 24– Velocidade Média expressa em mm/s, dos Grupos Peso Adequado ao Nascer ○ (PAN) e Baixo Peso ao Nascer ● (BPN), nos Procedimentos 1 e 2.....	71
Figura 25– Unidades de Movimento dos Grupos Peso Adequado as Nascer ○ (PAN) e Baixo Peso ao Nascer ● (BPN), nos Procedimentos 1 e 2.	72

Figura 26- Ativação Muscular expressa em porcentagem de RMS após normalização, no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), dos Grupos Peso Adequado ao Nascer (PAN) e Baixo Peso ao Nascer (BPN), no Procedimento com Peso Adicional – P2, sendo ● Bíceps Braquial, ■ Tríceps Braquial, ◆ Deltóide e ▲ Peitoral Maior.	74
Figura 27– Interação entre os grupos (Peso adequado ao nascer e Baixo peso ao Nascer) na variável Coativação, no Procedimento 2 (Peso Adicional).	75
Figura 28– Coativação Muscular no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), dos Grupos Peso Adequado ao Nascer ○ (PAN) e Baixo Peso ao Nascer ● (BPN), no Procedimento com Peso Adicional – P2.	76
Figura 29– Interação do Índice de Retidão entre os grupos (Peso adequado ao nascer e Baixo peso ao nascer) nos procedimento (Linha de Base – P1 e Peso Adicional – P2).	77
Figura 30- Interação da Velocidade Média entre os grupos (Peso adequado ao nascer e Baixo peso ao nascer) nos procedimento (Linha de Base – P1 e Peso Adicional – P2).	78
Figura 31- Interação das Unidades de Movimento entre os grupos (Peso adequado ao nascer e Baixo peso ao nascer) nos procedimento (Linha de Base – P1 e Peso Adicional – P2).	79
Figura 32- Ativação Muscular expressa em porcentagem de RMS após normalização, no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), do Grupo Peso Adequado ao Nascer (PAN), no Procedimento Linha de Base – P1 e Procedimento com Peso Adicional – P2, sendo ● Bíceps Braquial, ■ Tríceps Braquial, ◆ Deltóide e ▲ Peitoral Maior.	86
Figura 33– Coativação, nos terços do movimento (T1, T2 e T3), no Grupo Peso Adequado ao Nascer (PAN), nos Procedimentos 1 e 2.	87
Figura 34- Índice de Retidão, do Grupo Peso Adequado ao Nascer ○ (PAN), nos Procedimentos 1 e 2.	88
Figura 35– Velocidade Média expressa em mm/s, do Grupo Peso Adequado ao Nascer ○ (PAN), nos Procedimentos 1 e 2.	89
Figura 36– Unidades de Movimento do Grupo Peso Adequado as Nascer ○ (PAN), nos Procedimentos 1 e 2.	90
Figura 37- Ativação Muscular expressa em porcentagem de RMS após normalização, no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), do Grupo Baixo Peso ao Nascer (BPN), no Procedimento Linha de Base – P1 e Procedimento com Peso Adicional – P2, sendo ● Bíceps Braquial, ■ Tríceps Braquial, ◆ Deltóide e ▲ Peitoral Maior.	92
Figura 38– Coativação, nos terços do movimento (T1, T2 e T3), no Grupo Baixo Peso ao Nascer (PAN), nos Procedimentos 1 e 2.	93
Figura 39- Índice de Retidão, do Grupo Baixo Peso ao Nascer ● (BPN), nos Procedimentos 1 e 2.	94
Figura 40– Velocidade Média expressa em mm/s, do Grupo Baixo Peso ao Nascer ● (BPN), nos Procedimentos 1 e 2.	95
Figura 41– Unidades de Movimento do Grupo Baixo Peso ao Nascer ● (BPN), nos Procedimentos 1 e 2.	96

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	112
APÊNDICE 2. Protocolo para Coletas de Dados das Mães e Lactentes.....	115
APÊNDICE 3. TABELA – Caracterização da Amostra.....	117

ANEXOS

ANEXO 1.	Registro de aprovação no Comitê de Ética e Pesquisa da UnB.....	119
-----------------	---	-----

SUMÁRIO

RESUMO	13
ABSTRACT	15
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 Abordagens Teóricas no Comportamento Motor	20
2.1.1 Teoria Neuromaturacional	20
2.1.2 Perspectiva de Bernstein	20
2.1.3 Teoria de Percepção-Ação	21
2.1.4 Abordagem dos Sistemas Dinâmicos	22
2.1.4.1 Princípio das restrições	22
2.1.4.2 Princípio da exploração-seleção	23
2.1.4.3 Princípio da Auto-Organização	23
2.2 Restrições Intrínsecas no comportamento motor geral do lactente	24
2.3 Restrições Extrínsecas no comportamento motor geral do lactente	25
2.4 Alcance Manual	25
2.4.1 Desenvolvimento Do Alcance Manual	26
2.4.2 Restrições Intrínsecas No Alcance Manual	27
2.4.3 Restrições extrínsecas no alcance manual	28
3 OBJETIVOS	31
3.1 Objetivo Geral	31
3.2 Objetivos específicos	31
4 MÉTODOS	33
4.1 Desenho Experimental	33
4.2 Participantes	33
4.3 Critérios de Inclusão	35
4.4 Critérios de Exclusão	35
4.5 Coleta de dados	35
4.6 Materiais e Equipamentos	35
4.6.1 Equipamentos e materiais para aquisição, registro e análise dos dados	35
4.6.2 Equipamentos e materiais para aquisição dos dados cinemáticos	37
4.6.3 Equipamentos e materiais para aquisição dos dados eletromiográficos	38
4.7 Procedimentos	38
4.7.1 Procedimentos Gerais	38
4.7.2 Análise Cinemática	40
4.7.3 Análise Eletromiográfica	41
4.8 Procedimentos de teste	42
4.9 Análise de Dados	43

4.9.1	Análise de dados cinemáticos	43
4.9.2	Análise de dados eletromiográficos	44
4.10	Variáveis	44
4.10.1	Cinemáticas	44
4.10.2	Eletromiográficas	45
4.11	Análise Estatística.....	45
5	RESULTADOS, DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	47
5.1	ESTUDO I.....	49
5.1.1	Resultados do Estudo I.....	49
5.1.1.1	Ativação Muscular (RMS) e Coativação no Procedimento 1 – Linha de Base no Grupo Peso adequado ao Nascer	49
5.1.1.2	Ativação Muscular (RMS) e Coativação no Procedimento 1 – Linha de Base no Grupo Baixo Peso ao Nascer	52
5.1.1.3	Ativação Muscular (RMS) e Coativação no Procedimento 2 – Procedimento com Peso Adicional no Grupo Peso Adequado ao Nascer	55
5.1.1.4	Ativação Muscular (RMS) e coativação no Procedimento 2 – Procedimento com Peso Adicional no Grupo Baixo Peso ao Nascer.....	57
5.1.2	Discussão do Estudo I	61
5.1.3	Conclusões do Estudo I.....	62
5.2	ESTUDO II.....	65
5.2.1	Resultados do estudo II	65
5.2.1	Análise entregrupos da Ativação Muscular (RMS), coativação e variáveis cinemáticas no Procedimento 1 – Linha de Base.....	65
5.2.2	Análise entregrupos da Ativação Muscular (RMS), coativação e variáveis cinemáticas no Procedimento 2 – Peso Adicional	72
5.2.3	Análise da Interação das Variáveis Cinemáticas Entre grupos e Procedimentos.....	77
5.2.4	Discussão do Estudo II	79
5.2.4	Conclusão do Estudo II.....	83
5.3	ESTUDO III.....	85
5.3.1	Resultados do Estudo III.....	85
5.3.1.1	Influência do peso adicional na Ativação Muscular (RMS) e coativação no Grupo Peso Adequado ao Nascer	85
5.3.1.2	Influência do peso adicional nas variáveis cinemáticas no Grupo Peso Adequado ao Nascer.....	87
5.3.1.3	Influência do peso adicional na Ativação Muscular (RMS) e coativação no Grupo Baixo Peso ao Nascer.....	90
5.3.1.2	Influência do peso adicional nas variáveis cinemáticas no Grupo Baixo Peso ao Nascer	93
5.3.2	Discussão do Estudo III	96
5.3.3	Conclusão do Estudo III.....	99
5.4	LIMITAÇÕES.....	101
6	IMPLICAÇÕES CLÍNICAS	103

7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
	APÊNDICE 1	113
	APÊNDICE 2	115
	APÊNDICE 3	117
	ANEXO 1	Erro! Indicador não definido.

RESUMO

FONSECA, M.V. Influência do peso adicional no alcance manual de lactentes prematuros nascidos com baixo peso. 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF

Estudos que investigam a influência de restrições extrínsecas nas habilidades dos lactentes são de grande importância. No alcance manual a restrição do peso adicional tem melhorado determinadas variáveis cinemáticas em lactentes a termo e pré-termo; no entanto, interfere no sucesso da apreensão de objetos. Quanto ao estudo em populações de risco para o desenvolvimento motor, não existem trabalhos que abordem essa habilidade em lactentes nascidos prematuros com baixo peso. Dessa forma, o presente estudo visa investigar como ocorre o alcance em lactentes prematuros com baixo peso ao nascer e qual o efeito do peso adicional no alcance dessa população. Para alcançar tal objetivo, foram avaliados, aos 6 meses de idade corrigida (Grupo Baixo Peso ao Nascer), lactentes nascidos com peso inferior a 2500g, pré-termos nascidos entre 32 e 36 semanas e 6 dias e lactentes com peso superior a 2500g e idade gestacional entre 38 e 42 semanas (Grupo Peso Adequado ao Nascer). Foram analisadas as variáveis dependentes cinemáticas (Índice de Retidão, Velocidade Média e Unidades de Movimento) e eletromiográficas (Ativação Muscular e Coativação). Os lactentes foram posicionados em uma cadeira com angulação de 50° em dois procedimentos: P1 (linha de base) - o objeto foi exibido pelo examinador durante 2 minutos na linha média, na altura do ombro, na distância do comprimento dos braços do lactente, movimentando-o momentaneamente, para o lactente o perceber e realizar o alcance – após o alcance, o objeto foi retirado e reapresentado, a fim de eliciar um novo alcance; e P2 (Peso Adicional) - condições experimentais similares ao Procedimento 1. Contudo, foi adicionado, em ambos os punhos, um bracelete com peso correspondente a 20% da massa total do membro do lactente. Portanto, a variável independente foi a condição com ou sem peso adicional. Para a análise, ao longo dos momentos, foi aplicada a análise de variância 2 × 3 (ANOVA 2X3) e para a análise entre os procedimentos foi aplicada a análise de variância 2X2. Para a análise dos dados, foi adotada significância de 5% ($p < 0,05$). Os lactentes do Grupo Baixo Peso ao Nascer apresentam ativação muscular menor que os lactentes do Grupo Peso Adequado ao Nascer na linha de base. No Procedimento com o Peso Adicional, os lactentes prematuros nascidos com baixo peso aumentaram a sua ativação muscular de uma forma geral, fato que foi observado somente em alguns terços do alcance no músculo Bíceps e Tríceps. O peso adicional também facilitou o alcance em relação às variáveis cinemáticas em ambos os grupos. O peso adicional foi capaz de promover alterações no alcance manual dos lactentes, seus efeitos parecem estar relacionados ao aumento da propriocepção e regulação da contração muscular promovida por ele, principalmente em lactentes com baixo peso ao nascer. É possível sugerir a utilização do peso adicional como ferramenta de intervenção visando efeitos

agudos e objetivos bem definidos relacionados à Velocidade Média, Unidade de Movimento e Ativação Muscular.

Descritores: Alcance manual. Peso adicional. Recém-nascido de baixo peso. Eletromiografia. Fenômenos Biomecânicos.

ABSTRACT

FONSECA, M.V. The Influence of addition weight in manual reaching of low birth weight preterm infants. 2015. Dissertation (MSc) – University of Brasília, Brasília, DF

Studies investigating the influence of extrinsic restrictions in infant's abilities are of great importance. Manual reaching, addition weight restriction has improved some kinematic variables in full-term and preterm infants; however, it interferes in object grasping success. As for studies on risk populations for motor development, there are no studies that approach this ability in low birth weight preterm infants. In this study, we investigate how reaching in low birth weight preterm infants occurs what is the effect of additional weight in this population. To reach this objective, we evaluated, at 6 months of corrected age (Low Birth Weight Group), infants born weighting less than 2500g, preterm born from 32 to 36 weeks and 6 days; and infants weighting more than 2500g and gestational ages of 38 and 42 weeks (Appropriate Birth Weight Group). Kynematic depende variables were analysed (Straightness Index, Mean Velocity and Movement Units) and electromyographic (Muscle Activation and Coactivation). Infants were positioned in a chair at 50° of inclination in two procedures: P1 (baseline) – the object was showed by the examiner during 2 minutes in the middle line, at shoulder height, and arm length, moved momentarily, so that the infant could notice and try reaching – after reaching, the object was removed and showed again, to elicit a new reaching movement; and P2 (Additional Weight) – experimental conditions similar to Procedure 1, but were added, to both wrists, a bracelet weighting 20% of total mass of the infant's upper limb. Therefore, the independent variable was the condition with or without additional weight. To the analysis, during the moments, were used analysis of variance 2×3 (ANOVA 2X3) and to the analysis between procedures were used analysis of variance 2×2 . The significance level was set at 5% ($p < 0.05$). Infants of Low Birth Weight Group showed lower muscle activation than Appropriate Birth Weight Group at baseline. In the procedure with Additional Weight, low birth weight premature infants increased muscle activation in general, what was observed only in some thirds of reaching movement in biceps and triceps muscles. The additional weight also favored reaching concerning kinematic variables in both groups. The additional weight modified infant's manual reaching, and it's effects seem to be related to higher proprioception and muscle contraction regulation promoted by it, mainly in low birth weight infants. We suggest that additional weigth can be used as an intervention tool aiming acute effects and well defined objectives related to Mean velocity, Movement unit, and Muscle activation.

Key words: Manual reaching, Additional weight, Low birth weight infant, Electromyography, Biomechanical phenomena.

1 INTRODUÇÃO

Um marco importante no desenvolvimento motor e cognitivo humano é a aquisição da capacidade de alcançar objetos, ou seja, a habilidade de movimentar o membro superior em direção a um objeto até que ocorra o toque com a mão no mesmo (THELEN et al., 1996; GRECO et al., 2013; CUNHA et al., 2013). O seu desenvolvimento em lactentes a termo com o peso adequado ao nascer está bem descrito na literatura, com início por volta dos 3-4 meses de idade e amadurecimento por volta dos 6 meses de idade (VON HOFSTEN, 1991; THELEN et al., 1996; KONCZAK e DICHGANS 1997; THELEN & SPENCER ,1998; ZAAL, et al., 1999; BAKKER et. al, 2010).

A literatura descreve que o alcance manual está sujeito a influências de restrições intrínsecas, aquelas inerentes ao indivíduo, ou seja, relacionadas ao próprio organismo, e extrínsecas, aquelas relacionadas a fatores ambientais (THELEN et al., 1995). O estudo de como estas restrições influenciam o alcance manual tem sido utilizado para analisar como os lactentes ajustam seus movimentos.

Com relação às restrições extrínsecas o peso adicional é uma importante estratégia na manipulação do contexto, pois auxilia a compreensão da capacidade de adaptação do organismo do lactente a alterações do ambiente, além de possuir grande relevância clínica e aplicabilidade terapêutica (TOLEDO et al., 2012). Estudos apontam que o peso adicional melhora alguns parâmetros do alcance manual como unidades de movimento e velocidade média (OUT, et al., 1997; TOLEDO et al., 2012).

Com relação aos fatores intrínsecos, alguns estudos têm abordado o desenvolvimento do alcance em grupos de lactentes de risco, como a prematuridade (TOLEDO e TUDELLA, 2008; TOLEDO et al., 2011; FALLANG, et al., 2003). De uma forma geral, o alcance desse grupo de lactentes apresenta-se com características diferentes e menos eficientes do que aquelas observadas em lactentes a termo (TOLEDO e TUDELLA, 2008;VAN DER HEIDE, et al., 2004; FALLANG, et al., 2003).

As alterações encontradas no desenvolvimento motor de lactentes prematuros podem se intensificar quando os mesmos nascem com um peso abaixo do esperado, ou seja, inferior a 2500 gramas (Wolf et al., 2002). Apesar de não terem sido encontrados estudos na literatura demonstrando sua influência no alcance manual, especificamente, estudos mostram que estes lactentes apresentam alterações como aquisições motoras mais lentas (CAÇOLA E BOBBIO, 2010). Dessa forma, torna-se evidente a necessidade de analisar como esta restrição pode influenciar o alcance manual.

Apesar do número crescente de estudos com essas populações de risco e com o alcance manual, ainda existem lacunas a serem preenchidas. A primeira refere-se à influência do peso adicional em lactentes prematuros com baixo peso ao nascer. Até a presente data, apenas o estudo de Toledo et al. (2012), verificou efeitos do peso nas variáveis cinemáticas do alcance de

lactentes prematuros, mas não foram encontrados estudos que verificaram sua influência em lactentes com baixo peso ao nascer. A segunda lacuna refere-se à utilização de eletromiografia como instrumento de avaliação dos lactentes prematuros com baixo peso ao nascer, apesar de alguns estudos utilizarem essa técnica no alcance manual essas pesquisas geralmente são realizadas com lactentes típicos ou com lesões neurológicas. (THELEN & SPENCER ,1998; BAKKER et. al, 2010). Além disso, não foram encontrados estudos que verificassem as respostas adaptativas do sistema neuromotor, frente ao uso do peso adicional, com o uso da eletromiografia durante o movimento de alcance. Por fim, nenhum estudo também foi encontrado com o objetivo de analisar o padrão eletromiográfico no movimento de alcance conjuntamente à análise cinemática do movimento, com a restrição extrínseca do peso adicional nos punhos.

É importante ressaltar a complexidade da realização de estudos com a população de lactentes de risco bem como com a utilização de instrumentos tão precisos como os usados para analisar variáveis cinemáticas e eletromiográficas, além do recrutamento dos sujeitos, uma vez que a colaboração durante a coleta dos dados não acontece da mesma forma de estudos com a população adulta.

A análise do alcance manual por meio de variáveis cinemáticas e eletromiográficas, além de inovadora em lactentes com restrições intrínsecas, oferecerá uma avaliação sensível e quantitativa dos componentes do desempenho motor, além de uma avaliação mais detalhada de sua função muscular. Ainda, ao analisar o efeito do peso neste contexto, tornará possível a interpretação do efeito prático deste recurso no alcance manual de populações de risco e servirá como base para futuros estudos que abordem o treino específico do alcance com a utilização do peso.

Para tanto o presente estudo tem como objetivos principais analisar a ativação muscular, coativação e variáveis cinemáticas em cada terço do alcance manual em lactentes pré-termo nascidos com baixo peso e a termo com peso adequado aos 6 meses de idade e verificar a influência do peso adicional neste contexto.

Para atingir tais objetivos foram desenvolvidos três estudos com objetivos, resultados e discussão distintos, os quais serão apresentados separadamente nesta dissertação. A revisão da literatura e métodos não foram divididos por estudo, uma vez que envolvem aspectos que contemplam os três estudos e desta forma, serão apresentados em uma versão mais ampla e completa.

O Estudo I teve como objetivo principal analisar como as variáveis eletromiográficas e cinemáticas se comportam ao longo do movimento de alcance manual em um procedimento linha de base e após a adição do peso adicional em lactentes a termo com peso adequado ao nascer e lactentes prematuros com baixo peso ao nascer.

O Estudo II teve como objetivo principal analisar as diferenças das variáveis eletromiográficas e cinemáticas entre os grupos de lactentes (a termo com peso adequado ao

nascer e prematuros com baixo peso ao nascer) nos procedimentos linha de base e com peso adicional.

O Estudo III teve como objetivo principal analisar a influência do peso adicional nas variáveis eletromiográficas e cinemáticas no alcance manual em lactentes a termo com peso adequado ao nascer e prematuros com baixo peso ao nascer.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Abordagens Teóricas no Comportamento Motor

O desenvolvimento motor de lactentes é foco de estudos há décadas. Ao longo dos anos, e a partir desses estudos a respeito das aquisições motoras foram formuladas teorias que buscavam explicar o processo de mudança comportamental e desenvolvimento das crianças no decorrer de sua vida. A seguir serão abordadas as principais teorias que embasam a aquisição e desenvolvimento das habilidades motoras infantis.

2.1.1 Teoria Neuromaturacional

A Teoria Neuromaturacional foi a pioneira na tentativa de esclarecer como ocorria o desenvolvimento infantil. Ela surgiu em conclusão aos primeiros estudos acerca do desenvolvimento motor, realizados em meados da década de 20, em que os estudiosos observaram que as crianças adquiriam o controle sobre seus movimentos por consequência da maturação do sistema nervoso central, sem qualquer interferência de fatores ambientais ou sociais (LOCKMAN E THELEN, 1993; HADDERS-ALGRA, 2000).

Dessa forma, o desenvolvimento e maturação do sistema nervoso central seriam a chave do desenvolvimento motor e o controle motor ocorreria de maneira hierárquica vertical, ou seja, o centro superior planeja, controla e delega o programa motor para os centros inferiores, que exclusivamente o executa. O comando dos níveis inferiores são estereotipados e incapazes de se modificarem (NEWTON, 1994). Com base nessa teoria o comportamento motor dos lactentes é inicialmente composto por reflexos, determinados pela imaturidade do córtex cerebral, que conforme evoluem, em conjunto com o sistema nervoso central, se tornam movimentos voluntários e intencionais (MACGRAW, 1945).

Com a realização de outros estudos posteriores foi demonstrado que os comportamentos dos lactentes não estariam relacionados somente a maturação do sistema nervoso central, já que foi observado que lactentes mais novos são capazes de discriminar e modificar ações de acordo com estímulos ambientais. A partir de então, a Teoria Neuromaturacional serviu de base para outras pesquisas e formulação de novas teorias (ROCHAY E SENDERS, 1991).

2.1.2 Perspectiva de Bernstein

Para Bernstein as premissas trazidas pela Teoria Neuromaturacional não eram suficientes e a principal questão levantada por ele era: Como um organismo que possui milhares de músculos,

bilhões de nervos e diversas combinações possíveis de segmentos corporais que sofrem influências da posição corporal e das forças externas poderia desenvolver e coordenar seus movimentos exclusivamente pela maturação do sistema nervoso central (THELEN, 1995).

A perspectiva proposta por ele observou que para compreender o controle do movimento deveria se considerar as características de um sistema em movimento completo, incluindo suas forças externas e internas, dessa forma passou a considerar fatores do indivíduo como a ação dos músculos e sistema esquelético, e também fatores ambientais como a força da gravidade e inércia (BERNSTEIN, 1967).

Buscando esclarecer como ocorre o controle e a coordenação dos movimentos foram identificados dois principais problemas: os graus de liberdade e a variabilidade condicionada ao contexto. Os graus de liberdade foram definidos como o grande número de variáveis que devem ser controladas para a realização um movimento, tais como músculos, ossos e articulações (BERNSTEIN, 1967). Já a variabilidade condicionada ao contexto refere-se como sendo as circunstâncias em que o movimento ocorre, ou seja, a realização de um movimento em um ambiente que está em constante mudança e sua influência nesse controle, como a gravidade e a inércia (TURVEY et. al., 1982).

Entretanto, foi observado que um mesmo impulso pode produzir um leque de movimentos diferentes e tanto a Teoria Neuromaturacional quanto a Perspectiva de Bernstein não consideraram a necessidade de um *feedback* para que um sistema produzisse um movimento apropriado para o contexto do momento (REED, 1982). Mais tarde a Teoria dos Sistemas Dinâmicos viria para tentar preencher essa lacuna.

2.1.3 Teoria de Percepção-Ação

Posteriormente houve o surgimento da Teoria da Percepção-Ação, ela propõe que um organismo responde aos estímulos dos objetos e a ação que envolve a percepção do ambiente. Para formulação das premissas dessa teoria baseou-se na idéia de que no desde o princípio do desenvolvimento infantil os lactentes são continuamente instigados a coordenar seus movimentos de acordo com as novas informações de percepção e assim modificar seu controle motor para a execução das habilidades, propostas por EJ Gibson e JJ Gibson anteriormente.

Em definição, a Teoria da Percepção-Ação traz que os sistemas de ação focalizam o uso da informação perceptual do ambiente para harmonizar os movimentos (REED, 1982). E então, surgiu o conceito de *affordances* que são a relação recíproca entre a ação e o ambiente, ou seja, o lactente está percebendo e participando ativamente no movimento, utilizando diversos sistemas sensoriais como: o visual, o vestibular e o somatossensorial (GIBSON, 1982);

Em todos os momentos as informações sensoriais advindas do ambiente estão sendo percebidas pela criança, juntamente com a percepção das informações do próprio organismo como

aquelas provenientes de seus receptores musculares, articulares e da pele que detectam a posição do corpo, força e as mudanças no organismo. E então, o sistema nervoso é capaz de integrar todas essas informações e modificar as ações motoras de acordo com o seu objetivo (THELEN, 1995). Um exemplo desse processo é a gama de ajustes realizados pela mão do lactente (como orientação e abertura da mão) de acordo com as propriedades físicas de um objeto a ser alcançado (percebidas por meio dos sentidos como a visão).

Entretanto, esta teoria é limitada em relação à organização e função do sistema nervoso. Em decorrência desta limitação, surgiu uma nova abordagem que tenta identificar não somente as transformações motoras, mas também os processos que desencadeiam e embasam estas mudanças: a Abordagem dos Sistemas Dinâmicos (ROCHA E TUDELLA, 2003).

2.1.4 Abordagem dos Sistemas Dinâmicos

A Abordagem dos Sistemas Dinâmicos foi desenvolvida em meados da década de 60 e atualmente é a mais usada para embasar os estudos sobre a aquisição e o refinamento das habilidades motoras. Ela tem como base o fato de que o movimento envolve todos os elementos do corpo, e não só a ação dos músculos e motoneurônios, buscando, juntos, um melhor resultado motor (THELEN E FISCHER, 1982; KAMM et. al., 1990). Dessa forma, estão envolvidos no comportamento motor elementos como o sensorial, o perceptual, as integrações de componentes neuronais, a função cardíaca e respiratória, além de questões anatômicas (THELEN, 1995).

E então, para explicar como as mudanças do comportamento motor dos lactentes ocorrem alguns princípios foram abordados na teoria.

2.1.4.1 Princípio das restrições

O comportamento motor emerge a partir da interação de diferentes elementos: o organismo, o ambiente e a tarefa. As restrições são, portanto, os fatores que influenciam ou delineiam a realização de determinado comportamento motor (NEWELL, 1986).

Dessa forma, elas são classificadas em três categorias descritas abaixo.

As restrições intrínsecas ou do organismo, que são àquelas limitações impostas pelas características inerentes ao indivíduo, ou seja, características neurológicas e físicas do lactente, como síndromes, lesões neurológicas, idade gestacional e peso ao nascimento (NEWELL, 1986).

As restrições extrínsecas ou ambientais, que são as que estão presentes no ambiente em que os movimentos são realizados, com relação a aspectos físicos, sociais e culturais, como o posicionamento do corpo em relação à gravidade e o peso adicional (NEWELL, 1986).

E, por último, as restrições da tarefa que estão relacionadas especificamente a tarefa, ao planejamento motor necessário para que o objetivo da tarefa seja alcançado. Por exemplo,

distância e propriedades físicas de um objeto que se deseja alcançar e apreender (NEWELL, 1986).

2.1.4.2 Princípio da exploração-seleção

Esse princípio diz respeito ao processo de repetidos ciclos de percepção e ação para uma meta estabelecida. Logo, baseia-se no mecanismo de *Feedback*, ou seja, na perspectiva que o homem está sempre percebendo e participando do movimento por meio de informações sensoriais, e então, buscando receber informações periféricas e modificando a sua ação de acordo com essa percepção (THELEN, 1995).

É possível afirmar, então, que as mudanças no desenvolvimento motor e nos padrões de movimento ocorrem devido à maturação do Sistema Nervoso Central, mas não de forma isolada. Cada aquisição motora do lactente traz a tona novas oportunidades de descobertas perceptuais e sensoriais, e então, novas seleções de padrões de movimento (THELEN, 1995). Em conclusão, os ciclos de percepção-ação realizados para o cumprimento de uma tarefa, bem como a sua repetição é que proporcionam o refinamento do movimento.

2.1.4.3 Princípio da Auto-Organização

O último princípio abordado pela Teoria dos Sistemas Dinâmicos é o Princípio da Atuo-Organização. Ele afirma que o movimento ou desenvolvimento não ocorre por meio de programas pré-estabelecidos. A evolução para um estado mais organizado acontece por meio da reunião entre os diversos subsistemas inerentes ao organismo em conjunto para que novos comportamentos sejam iniciados. Portanto, não se baseia somente no fator do tempo e maturação do sistema nervoso central como componente de controle motor, e sim no fato que o sistema se molda de acordo com as restrições impostas ao indivíduo e tarefa. Em outras palavras, o princípio afirma que o desenvolvimento origina-se das perturbações do sistema, que ao romper a estabilidade de velhas formas, ocasiona a emergência de novos padrões de movimento (RAYWOOD, 1986).

O sistema em desenvolvimento é um sistema dinâmico, aberto e não equilibrado, em que o padrão de comportamento age como “estado atrator”, ou seja, alguns padrões são preferidos em determinadas circunstâncias por serem mais estáveis ou aparentemente mais eficientes (THELEN, 1995). Em um sistema auto-organizado, a evolução do desenvolvimento motor pode ser vista como transições de fases, nas quais determinado padrão “atrator” pode ser substituído por um outro mais estável e mais adaptativo (ROCHA E TUDELLA, 2003). Essa mudança de fases implica na transição entre dois modelos estáveis, sendo que os estados intermediários são mais instáveis e passageiros, significando a emergência de uma nova forma de comportamento motor (THELEN, 1995).

Após décadas de estudos relacionados ao desenvolvimento motor infantil, a Abordagem dos Sistemas Dinâmicos é atualmente a mais aceita para a explicação das mudanças que ocorrem no organismo do lactente, bem como o seu desenvolvimento motor.

2.2 Restrições Intrínsecas no comportamento motor geral do lactente

Conforme mencionado anteriormente, segundo a Abordagem dos Sistemas Dinâmicos, restrições intrínsecas são todas àquelas inerentes ao próprio indivíduo, ou seja, àquele organismo individual. De uma forma geral, são características físicas individuais, como estatura, por exemplo. São consideradas restrições intrínsecas, ainda, as condições de nascimento do indivíduo que pode ter lhe proporcionado características específicas, como síndrome de Down (CAMPOS et. al., 2011), lesões cerebrais (VAN DER HEIDE, et al., 2004), prematuridade (FALLANG, et al., 2003) e baixo peso ao nascimento (EICKMANN et al., 2002; HEDIGER et al., 2002).

Pensando especificamente na restrição intrínseca da prematuridade, são definidos como lactentes prematuros aqueles nascidos com idade gestacional inferior a 37 semanas completas (OMS, 2015). Estudos realizados com essa população de lactentes apontam alterações em habilidades como controle postural (FALLANG, et al., 2003), controle de cabeça (JENG, et al., 2002), movimentos de chutes em membros inferiores (HOWARD, et al., 1976) e alcance manual (TOLEDO E TUDELLA, 2008), além de uma desarmonia nos movimentos, atribuídos a um desequilíbrio entre suas ações musculares (DE GROOT, et al., 1992).

As alterações encontradas no desenvolvimento motor de lactentes prematuros podem se intensificar quando os mesmos nascem com um peso abaixo do esperado, ou seja, inferior a 2500 gramas (OMS, 2015). Pesquisas realizadas com esses lactentes apontam atraso na aquisição da linguagem (OLIVEIRA et al., 2003), dificuldades cognitivas (BRADLEY et. al., 1993; WABER E MCCORNICK, 1995; BORDIN et. al., 2001; ESPÍRITO SANTO, et al. 2009), baixo desempenho escolar (HACK et al., 2002; VICARI et. al., 2004), alterações comportamentais (BORDIN et. al., 2001; ESPÍRITO SANTO, et al. 2009) e atraso no desenvolvimento mental (EICKMANN et al., 2002;), social (HEDIGER et al., 2002) e motor (EICKMANN et al., 2002; HEDIGER et al., 2002; SANTOS et al., 2004).

É importante destacar que o baixo peso ao nascer é uma importante restrição intrínseca e que influencia diretamente o comportamento motor de lactentes. Apesar de não terem sido encontrados estudos na literatura demonstrando sua influência no alcance manual, especificamente, estudos mostram que estes lactentes apresentam alterações como aquisições motoras mais lentas (CAÇOLA E BOBBIO, 2010). De uma forma geral, a ferramenta mais utilizada em estudos para mensurar o desenvolvimento motor dessa população é a Alberta Infant Motor Scale (AIMS); tais estudos observaram que os lactentes prematuros com baixo peso ao nascer apresentam menores pontuações na escala que os lactentes nascidos a termo com peso

adequado, indicando um desenvolvimento motor menos eficiente (CHARITOU et al., 2010; WANG et al., 2013).

Dessa forma, torna-se evidente a necessidade de analisar como a prematuridade e o baixo peso ao nascer podem influenciar as habilidades motoras, incluindo o alcance manual.

2.3 Restrições Extrínsecas no comportamento motor geral do lactente

Conforme mencionado anteriormente, segundo a Abordagem dos Sistemas Dinâmicos, restrições extrínsecas são todas àquelas externas ao indivíduo, ou seja, relacionadas ao ambiente. Um exemplo de restrição extrínseca é o peso adicional.

O peso adicional é uma importante estratégia na manipulação do contexto, pois auxilia a compreensão da capacidade de adaptação do organismo do lactente a alterações do ambiente, além de possuir grande relevância clínica e aplicabilidade terapêutica (TOLEDO et al., 2012).

Estudos com o uso do peso adicional em habilidades motoras precoces de lactentes têm se tornado mais frequentes. O efeito do peso adicional já foi analisado em diversas habilidades, como marcha (ADOLPH e AVOLIO, 2000), movimentos de *fidgety* (DIBIASE e EINSPIELER, 2004), chute (CHEN et al., 2002; VAAL et al. 2002) e alcance (TOLEDO et al., 2012; VAN DER FITS e HADDERS-ALGRA, 1998; OUT, et al., 1997). Entretanto, seus efeitos têm sido heterogêneos nas diversas habilidades motoras.

Estudos realizados em lactentes saudáveis utilizando o peso adicional mostraram que este aumentou a frequência de chutes com contato (CHEN, et al., 2002; VAAL et al., 2000), Em contrapartida, não foram encontradas alterações na amplitude de movimento da angulação de joelho e de quadril e na velocidade de pico durante movimento de chutes na comparação entre lactentes a termo saudáveis e com leucomalácia periventricular (VAAL, et al., 2002); tampouco em lactentes a termo nos movimentos espontâneos irregulares realizados por lactentes mais jovens (DIBIASE e EINSPIELER, 2004). Essas diferenças podem ter acontecido pelo uso de distintas metodologias, quantidade de peso adicional utilizada, além dos objetivos e variáveis analisadas em cada estudo.

2.4 Alcance Manual

Um marco importante no desenvolvimento motor e cognitivo humano é a aquisição da capacidade de alcançar objetos, ou seja, a habilidade de movimentar o membro superior em direção a um objeto até que ocorra o toque com a mão no mesmo (THELEN et al., 1996; GRECO et al., 2013; CUNHA et al., 2013). Além de sua emergência ser uma das primeiras fases do desenvolvimento motor voluntário durante a infância (FALLANG, et al., 2003), é por meio dele que

os lactentes aprendem sobre o ambiente e desenvolvem novas habilidades para controlar e modular seu padrão de movimento (CORBETTA, 1998).

Ele surge de processos complexos que envolvem a integração de componentes motores e sensoriais, como o controle entre cabeça, tronco e membros (coordenação uni e bilateral) e a integração sensorial da visão, do tato e da propriocepção (ARIAS, 2010), além da combinação da discriminação perceptual de um objeto em um espaço tridimensional e ação manual orientada (ROCHAT & GOUBET, 1995). Ele possibilita aos lactentes suas primeiras explorações e manipulações independentes no ambiente sendo parte essencial para o desenvolvimento motor (CORBETTA & BOJEZYK, 2002), social (FOGEL et al., 1992), perceptual (CORBETTA et al., 2000) e cognitivo (THELEN et al., 2001).

2.4.1 Desenvolvimento Do Alcance Manual

Há relatos na literatura sobre o desenvolvimento do alcance manual em lactentes a termo com peso adequado ao nascimento. Estudos demonstram que os lactentes apresentam uma movimentação dos membros superiores antes da idade do alcance propriamente dito, sendo estes movimentos considerados como pré-alcances (ENNOURI & BLOCH, 1996). Os pré-alcances começam a ser observado em torno do segundo mês de vida do lactente, seguidos pelo início do alcance manual de fato (BRANDÃO, 1992).

O início do alcance manual ocorre por volta dos 3-4 meses de idade, com uma predominância de atividade muscular de bíceps – atuando como motor primário do movimento - e tríceps – com atividade antagonista (THELEN & SPENCER, 1998; BAKKER et al., 2010). Com relação aos aspectos espaço-temporais, inicialmente a trajetória da mão do lactente até o alvo segue uma rota indireta e tortuosa e, como o perfil da velocidade não está bem formado, ocorrem muitas unidades de movimento (ZAAL, et al., 1999), ou seja, ocorrem muitos picos de aceleração e desaceleração da mão durante a trajetória. Fagard (2000), afirma que o alcance em lactentes a termo é, inicialmente, bimanual e com a mão horizontalizada, com a maioria dos alcances sendo realizados sem a preensão do objeto.

Por volta dos 5 meses de idade a mão do lactente se torna mais verticalizada (FAGARD, 2000). Simultaneamente ao aparecimento dos alcances com preensão, aproximadamente aos 6 meses, há um aumento da ativação dos músculos deltóide e trapézio, porém os padrões de recrutamento muscular ainda não estão bem definidos, apresentando uma grande variabilidade (THELEN E SPENCER, 1998). Nessa idade os lactentes parecem ajustar o movimento de alcance de acordo com a percepção espacial e as características físicas do objeto como o tamanho e maleabilidade (VON HOFSTEN e RONNQVIST, 1988; ROCHA, SILVA e TUDELLA, 2006) e a orientação do objeto (LOCKMAN, ASHNED e BUSNHEL, 1984) demonstrando um alcance maduro e com planejamento e preparação para realização do movimento.

Por volta do 8º e 9º mês de idade, a trajetória da mão torna-se mais retilínea, suave e a alta variabilidade dos alcances precoces é reduzida (VON HOFSTEN, 1991; THELEN et al., 1996; KONCZAK e DICHGANS 1997).

A literatura descreve que o alcance manual está sujeito a influências de restrições intrínsecas, aquelas inerentes ao indivíduo, ou seja, relacionadas ao próprio organismo, e extrínsecas, aquelas relacionadas a fatores ambientais. Dentre as restrições extrínsecas, destacam-se o peso adicional (OUT, et al., 1997; TOLEDO et al., 2012), a mudança de orientação corporal com relação à gravidade (CARVALHO et al., 2007) e as diferentes propriedades dos objetos (ROCHA et al., 2006). O estudo de como estas restrições influenciam o alcance manual tem sido utilizado para analisar como os lactentes ajustam seus movimentos quando sujeitos às manipulações do contexto.

2.4.2 Restrições Intrínsecas No Alcance Manual

Com relação aos fatores intrínsecos, alguns estudos têm abordado o desenvolvimento do alcance em grupos de lactentes de risco, como: a prematuridade (TOLEDO e TUDELLA, 2008; TOLEDO et al., 2011; FALLANG, et al., 2003), Síndrome de Down (CAMPOS et al., 2010) e lactentes com lesões cerebrais (HADDERS-ALGRA et. al., 1999; VAN DER HEIDE, et al., 2004). Estes estudos mostram que essa habilidade apresenta particularidades em seu desenvolvimento e sua execução de acordo com cada grupo.

Campos et. al. (2010), em seu estudo comparando o desenvolvimento do alcance manual em lactentes com Síndrome de Down e lactentes típicos, observou que o grupo com Síndrome de Down apresentou mais unidades de movimento e maior tempo de ajuste ao longo dos meses avaliados, comparado aos lactentes típicos; entretanto, não foi observada diferença em relação ao sucesso na preensão.

Os lactentes com lesões cerebrais, por sua vez, apresentam um alcance manual com uma capacidade de modulação de ajustes posturais deficientes, bem como déficits de coordenação motora e integração sensorial (HADDERS-ALGRA et. al., 1999).

De uma forma geral, o alcance desses grupos de lactentes apresenta-se com características diferentes e menos eficientes do que aquelas observadas em lactentes a termo (CAMPOS et al., 2010; TOLEDO e TUDELLA, 2008; VAN DER HEIDE, et al., 2004; FALLANG, et al., 2003).

Dentre as populações de risco, a prematuridade tem sido alvo de estudos devido às particularidades que acompanham esta condição clínica. Diferenças entre lactentes a termo e pré-termo em algumas habilidades motoras são descritas na literatura. Com relação ao alcance manual, estudos que comparam esses dois grupos mostram que os prematuros apresentam o desenvolvimento do alcance e interação com os objetos de forma distinta dos lactentes nascidos a

termo (TOLEDO; TUDELLA, 2008; GUIMARÃES et. al., 2013). Além disso, apresentam uma trajetória menos retilínea e com mais correções, menor velocidade, mais unidades de movimento, menos sucesso (TOLEDO E TUDELLA, 2008) e fraco desempenho na regulação da força muscular dos membros superiores durante a função da mão (GROOT, 2000). Isso se deve, provavelmente, aos déficits de informações sensoriais, coordenação viso-motora e global (GROOT, 2000; HEATHCOCK et. al., 2008; TOLEDO et. al., 2011; GUIMARÃES et. al., 2013), baixa ativação muscular postural e aumento na extensão de tronco (FALLANG et. al., 2003). Os lactentes pré-termo apresentam uma incapacidade de modular a atividade motora eferente, dessa forma, essas modificações são necessárias para compensar a falta de coordenação e planejamento no alcance manual (FALLANG et. al., 2003). Logo, esses lactentes modificam seus parâmetros cinemáticos de velocidade para que tenham mais tempo para processar e utilizar a informação visual, tocar o objeto e ter sucesso na preensão (TOLEDO E TUDELLA, 2008; GUIMARÃES et. al., 2013).

É importante destacar que não foram encontrados, na literatura pesquisa, estudos que abordem o desenvolvimento do alcance manual em lactentes com baixo peso ao nascimento.

2.4.3 Restrições Extrínsecas No Alcance Manual

Como mencionado anteriormente, dentre as restrições extrínsecas com sua influência investigada no alcance manual, destacam-se o peso adicional (OUT, et al., 1997; TOLEDO et al., 2012), a mudança de orientação corporal com relação à gravidade (CARVALHO et al., 2007) e as diferentes propriedades dos objetos (ROCHA et al., 2006).

Ao estudar a influência das diferentes orientações corporais com relação à gravidade, Carvalho et. al. (2007) observou que a inclinação de 50° proporcionou parâmetros de movimento do alcance manual, como maior frequência de alcances seguidos e preensão e maior índice de retidão, em comparação com a posição supina.

Rocha et. al. (2006), observou em seu estudo, que lactentes a termo de 4 a 6 meses de idade adequam os ajustes proximais e distais do alcance manual de acordo com as propriedades físicas do objeto que lhes era apresentado. De uma forma geral, objetos rígidos grandes eram associados a alcances bimanuais e mãos abertas, enquanto objetos pequenos (rígidos e maleáveis) e maleáveis grandes apresentam mais alcance unimanuais com mão semi-aberta.

Especificamente com relação ao peso adicional, estudo apontam que este diminuiu o número de unidades de movimento do alcance, aumentou a sua velocidade média (OUT, et al., 1997; TOLEDO et al., 2012) e diminuiu a sua frequência de preensão de objetos (TOLEDO et al., 2012), além de proporcionar uma melhor sincronia entre os membros superiores em alcances bimanuais (ROCHA et al., 2009).

Rocha et al. (2009), em seu estudo com lactentes a termo, ao aplicar o peso adicional de 10% da massa do braço da criança, observou um melhor acoplamento entre os membros

superiores em alcances bimanuais, porém concluiu que o peso aplicado não foi suficiente para observar alterações nas demais variáveis do alcance. Já Toledo e colaboradores (2012), em seu estudo com prematuros de baixo risco, acrescentaram um peso adicional de 20% da massa do braço da criança e observaram de uma forma geral que o peso, quando comparado ao procedimento sem peso, favoreceu o aumento da velocidade média, diminuiu as unidades de movimento e aumentou a frequência de alcances sem sucesso, além de diminuir o índice de retidão, mostrando-se facilitador, perturbador e estabilizador dependendo da variável analisada.

Em geral, esses resultados são atribuídos principalmente ao aumento da propriocepção, da ativação neural, da ação das unidades motoras e do recrutamento de fibras musculares causados pelo peso adicional (ROCHA et al., 2009; CHEN, et al., 2002; VAAL et al., 2000). Em contrapartida, o peso adicional não promoveu alterações na velocidade média do membro superior durante o alcance manual (VAN DER FITS & HADDERS-ALGRA, 1998). Essas divergências podem ter acontecido por conta da variedade de metodologia utilizada, sendo necessária uma maior investigação do seu real efeito.

OBJETIVOS

30

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- Analisar a ativação muscular, coativação e variáveis cinemáticas durante o alcance manual em lactentes pré-termo nascidos com baixo peso e a termo com peso adequado aos 6 meses de idade e verificar a influência do peso adicional neste contexto.

3.2 Objetivos específicos

- Analisar a ativação muscular dos músculos Deltóide (DE), Bíceps Braquial (BB), Tríceps Braquial (TB) e Peitoral Maior (PM) ao longo do movimento do alcance manual por meio da variável eletromiográfica (EMG) RMS (Root Mean Square), analisando cada terço do movimento de alcance nos grupos de lactentes pré-termo nascidos com baixo peso e a termo com peso adequado ao nascer e comparar esta variável entre os grupos.
- Verificar a influência da utilização do peso adicional na ativação muscular dos músculos Deltóide (DE), Bíceps Braquial (BB), Tríceps Braquial (TB) e Peitoral Maior (PM) durante o alcance manual em lactentes pré-termo nascidos com baixo peso e lactentes a termo com peso adequado ao nascer.
- Verificar a influência da utilização do peso adicional nas variáveis cinemáticas espaço-temporais (Índice de Retidão, Unidades de Movimento e Velocidade Média) do alcance manual em lactentes pré-termo nascidos com baixo peso e lactentes a termo com peso adequado ao nascer.
- Comparar as variáveis cinemáticas espaço-temporais e a ativação muscular dos músculos envolvidos no alcance entre os grupos de lactentes pré-termo nascidos com baixo peso e a termo com peso adequado ao nascer.
- Verificar a influência da utilização do peso adicional na coativação muscular (relação agonista/antagonista) de BB e TB em cada grupo e, comparar a coativação entre os grupos.
- Analisar a coativação muscular de BB e TB no decorrer do alcance manual, analisando cada terço do movimento de alcance em cada grupo e em cada procedimento, além de comparar a coativação de cada terço do movimento entre os grupos estudados.

4 MÉTODOS

Os métodos que serão descritos a seguir foram utilizados para os Estudos I, II e III.

4.1 Desenho Experimental

Trata-se de um estudo transversal, explicativo e quase experimental (SAMPIERI et al., 2013).

4.2 Participantes

Participaram deste estudo 35 lactentes pré-termo moderados, ou seja, nascidos com idade gestacional entre 32 e 36 semanas e 6 dias e com baixo peso ao nascer entre 1500 e 2500 gramas, para composição do grupo experimental, e 23 lactentes a termo, nascidos com idade gestacional entre 38 e 42 semanas, com peso adequado ao nascer, ou seja, superior a 2500 gramas, para compor o grupo controle (Tabela 1). Os lactentes foram recrutados por conveniência e nasceram no Hospital Regional da Ceilândia (HRC), Distrito Federal.

Tabela 1. Caracterização da amostra por grupo – n (número de participantes), Idade Gestacional (IG) em semanas e dias, Peso ao Nascer (PN) em gramas, e sexo (F=feminino; M=masculino).

Grupo	N	IG		PN	Sexo	
		Semanas	Dias		M	F
Baixo Peso ao Nascer	35	33,64 (± 1,64)	2,35(± 2,10)	1843,23 (± 257,41)	25	10
Peso Adequado ao Nascer	23	39.22 (± 1.51)	3.83 (± 1.40)	3310.43 (± 382.65)	18	5

Os fluxogramas representando a perda amostral de cada um dos grupos encontram-se nas figuras abaixo (Figura 1 e Figura 2).

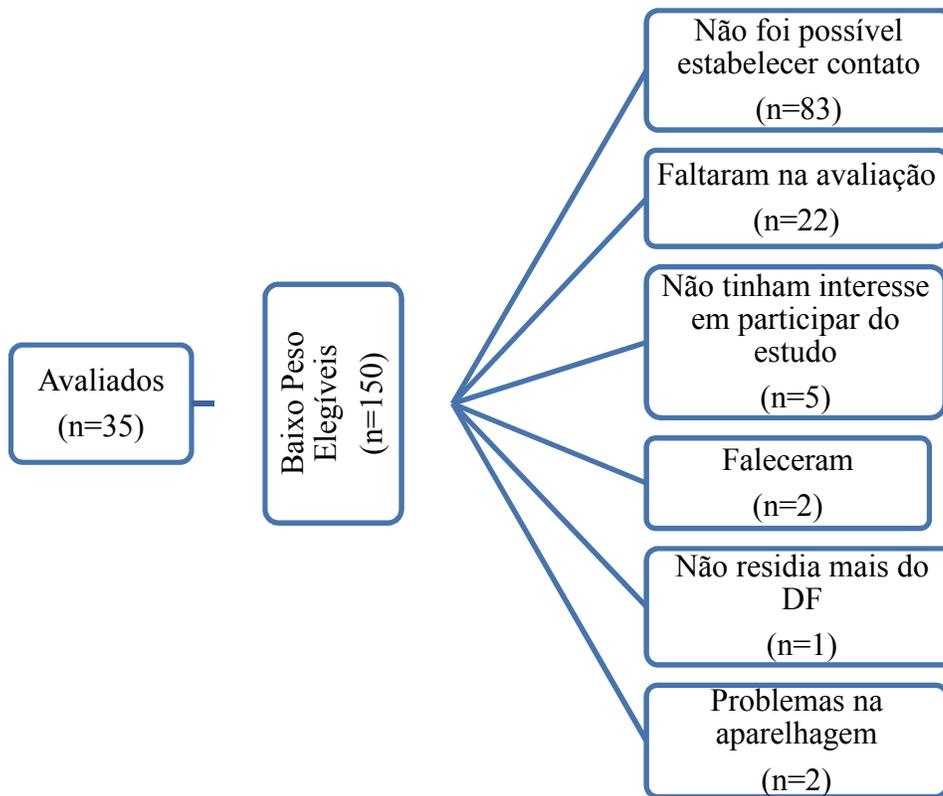


Figura 1 - Fluxograma da perda amostral dos Lactentes do Grupo Baixo Peso ao Nascer

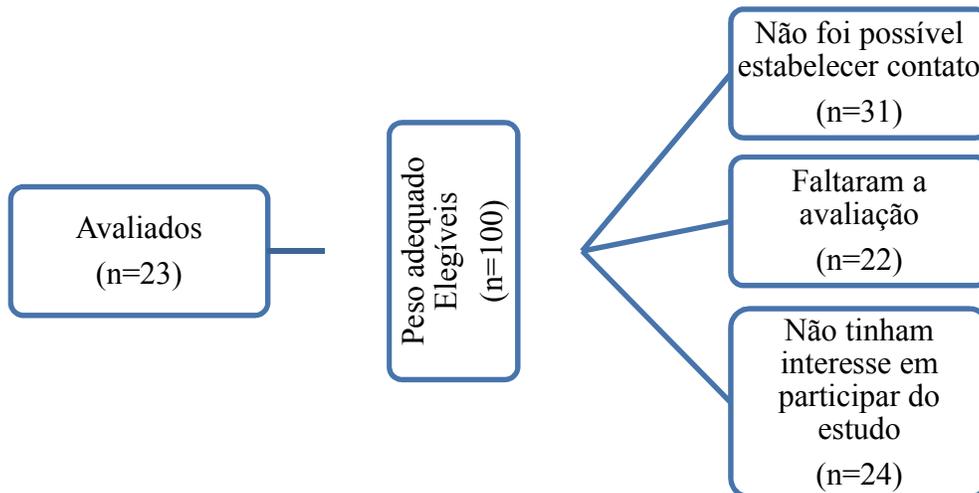


Figura 2 - Fluxograma da perda amostral dos Lactentes do Grupo Peso Adequado ao Nascer.

4.3 Critérios de Inclusão

Foram incluídos neste estudo lactentes saudáveis nascidos com idade gestacional entre 32-42 semanas e com peso ao nascer superior a 1500 gramas.

Em ambos os grupos, os pais ou responsáveis autorizaram a participação de seus (as) filhos (as) por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1).

4.4 Critérios de Exclusão

Foram excluídos do estudo aqueles lactentes considerados de alto risco, tais como: 1) anoxiados; 2) sinais de comprometimento neurológico (por exemplo, encefalopatias hipóxicoisquêmicas graus: I, II e III, hemorragia intracraniana e convulsões neonatais); 3) malformações congênitas (por exemplo, mielomeningocele e acondroplasias); 4) Síndromes (por exemplo, Síndrome de Down); 5) alterações sensoriais (visuais e auditiva); 6) dificuldades cardiorrespiratórias; 7) comprometimento ortopédico (por exemplo: pé torto congênito) e 8) Apgar abaixo de 8 e 10 no primeiro e quinto minutos, respectivamente. Foram também excluídos os lactentes que apresentaram intercorrências que pudessem comprometer o desenvolvimento neuro-sensório-motor normal (por exemplo: pneumonias recorrentes, infecção renal e intestinal).

4.5 Coleta de dados

Os prontuários dos lactentes pré-termo com baixo peso ao nascimento foram analisados no Hospital Regional da Ceilândia, no intuito de garantir os critérios de inclusão e exclusão apresentados previamente. Com relação aos lactentes a termo com peso adequado ao nascimento foi realizada uma entrevista prévia com os pais para garantir que os critérios fossem respeitados e a inclusão no estudo fosse possível. A avaliação do movimento de alcance ocorreu no Laboratório de Análise do Movimento da Faculdade de Ceilândia (FCE), da Universidade de Brasília (UnB).

4.6 Materiais e Equipamentos

4.6.1 Equipamentos e materiais para aquisição, registro e análise dos dados

Os pais autorizaram a participação de seus filhos no estudo por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1). Foi utilizado um protocolo que constou dados dos prontuários médicos do recém-nascido (RN) e das mães dos lactentes selecionados para a obtenção de informações referentes aos critérios de inclusão do lactente no estudo

(Apêndice 2). Para a impressão dos materiais foram utilizadas resmas de papel A4 e cartuchos de impressora.

Para manter a sala de avaliação em temperatura adequada (28 a 29° C) foi utilizado um ar-condicionado quente-frio. O registro do peso e da estatura do lactente foi feito através de uma balança e de uma régua antropométrica infantil. As medidas antropométricas para o cálculo da massa do membro superior dos lactentes foi realizada por meio de uma fita métrica. Para garantir o posicionamento dos lactentes na postura sentada e inclinada a 50° com a horizontal, foi utilizada uma cadeira infantil (Figura 3) com um sistema de ajuste na angulação do seu encosto. Foram confeccionados braceletes (Figura 4) de forma a permitir a colocação ou retirada de bolinhas de chumbo para atingir o peso de 20% da massa do membro superior do lactente (TOLEDO et al., 2012).



Figura 3 - Cadeira infantil reclinada a 50°



Figura 4 - Bracelete confeccionado para acrescentar o peso adicional ao braço do lactente; com os marcadores do Sistema Qualisys fixados.

Foram utilizados álcool e toalha para realizar a limpeza da cadeira, do objeto e dos

membros superiores do lactente.

A estimulação do alcance foi realizada através de um objeto maleável e atrativo (Figura 5). Caso o lactente não se interessasse pelo objeto oferecido, um segundo objeto, do mesmo tipo, foi apresentado.



Figura 5 - Brinquedos utilizados para a estimulação do alcance

Para a viabilidade de execução do projeto, foi necessário pelo menos 1 auxiliar de pesquisa.

4.6.2 Equipamentos e materiais para aquisição dos dados cinemáticos

A análise cinemática dos membros superiores durante a trajetória do alcance foi realizada através do Sistema Qualysis (QTM - Qualisys Track Manager). Este sistema proporciona posições absolutas dos segmentos dos membros superiores durante a trajetória dos movimentos, por meio de marcadores esféricos retrorreflexivos que são identificados pelas câmeras posicionadas ao redor do lactente. Inicialmente, foi necessário realizar a calibração do sistema para que os sensores configurassem as coordenadas X, Y e Z, bem como o volume onde o movimento aconteceria no sistema Qualysis (QTM - Qualisys Track Manager) e, posteriormente, reconstruir diretamente as posições 3D dos marcadores fixados nos membros superiores em movimento (ZHOU et. al., 2005)

Para a calibração foi utilizado o Kit do tipo Ward Kit 300mm (small) e configurada para ser realizada com no máximo 1000 frames que foram regularmente distribuídos em todo espaço calibrado.

Foram utilizados os marcadores padronizados pelo Sistema Qualysis (QTM - Qualisys Track Manager) fixados com fita adesiva padrão e hipoalergênicas.

4.6.3 Equipamentos e materiais para aquisição dos dados eletromiográficos

A análise eletromiográfica foi realizada através de um eletromiógrafo portátil com sistema de coleta de dados Delsys, modelo Trigno Wireless System (Trigno™ Wireless EMG Delsys). Foram utilizados quatro canais, com eletrodos de superfície e sem acoplamento de fio, permitindo que o lactente tivesse maior liberdade de amplitude de movimento dos membros superiores e maior conforto para a realização do movimento (BARELA E ALMEIDA, 2007).

O eletromiógrafo (Trigno™ Wireless EMG Delsys) possui 4 canais, com amplitude de entrada de ± 5 V, conversor analógico-digital de 16 bits de resolução, nível de ruído basal $< 0.75 \mu\text{V}$ e modo de rejeição comum > 80 db. Cada eletrodo possui 4 barras de prata na interface sensor-pele (dimensões dos contatos 5×1 mm), com distância fixa de 10mm e contornos para estabilidade máxima do sinal (Figura 6).



Figura 6 - Eletromiógrafo Trigno™ Wireless EMG Delsys com eletrodos.

Foram utilizadas fitas adesivas padrões do eletromiógrafo Delsys, hipoalergênicas e descartáveis para acoplamento dos eletrodos.

4.7 Procedimentos

4.7.1 Procedimentos Gerais

O estudo foi desenvolvido de acordo com as Diretrizes e Normas Regulamentadoras das Pesquisas Envolvendo Humanos (Resolução 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde). Após a aprovação recebida do Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade de Brasília (aprovado sob parecer nº 064/12), foi elaborado e entregue um ofício, no Hospital Regional da Ceilândia (HRC), contendo os esclarecimentos da pesquisa e com o pedido de acesso aos prontuários das mães e recém-nascidos para que estes pudessem ser selecionados, respeitando os critérios de inclusão. Com bases nos dados encontrados nos prontuários, os pais foram contatados e informados da

natureza do estudo e então convidados a participarem. Os pais que aceitaram o convite assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1). Foi realizado também o preenchimento da ficha de Protocolo de Coleta de Dados das mães e lactentes (Apêndice 2) para identificar as condições do nascimento, pós-natais e de estimulação em casa, como por exemplo, a realização de brincadeiras e o tipo de brinquedo preferido da criança.

Os lactentes foram avaliados no 6º mês de vida, considerando-se sua idade corrigida, a qual é calculada subtraindo-se a idade gestacional que o lactente nasceu pelo número de semanas de uma gestação a termo (40 semanas), em seguida é subtraído da idade cronológica da criança o resultado obtido (RESTIFFE; GHERPELLI, 2006). A avaliação coincidiu com a data de aniversário, com uma tolerância de 7 dias antes ou após esta. Antes da avaliação, a examinadora se informou das condições gerais do lactente, tais como o estado comportamental e o horário da última amamentação.

O teste foi realizado entre as amamentações (após 1h a 1h e 30 min) e não coincidiu com dias de vacinação. Os lactentes estavam no estado de alerta inativo, ou seja, estado 3 (com olhos abertos, sem choro e não exibindo movimentos grosseiros), ou em estado de alerta ativo, ou seja, estado 4 (com olhos abertos, sem choro mas exibindo movimentos grosseiros), segundo a Escala Comportamental de Prechtl e Beintema (1964). O ambiente onde foi aplicado o teste estava silencioso, sem interferência para captação do sinal da EMG e com luminosidade adequada para a realização da filmagem, bem como com a temperatura confortável ao lactente. Caso o lactente não estivesse colaborativo, apresentando choro ou inquietação, a avaliação era interrompida. O lactente era acalmado e o teste reiniciado. Permanecendo o lactente inquieto, era marcada outra data determinada pelo examinador e o responsável pelo lactente. Todos estes cuidados foram necessários para não influenciarem no padrão de respostas dos lactentes.

Os lactentes foram despidos pela mãe, permanecendo apenas com fraldas, e a examinadora aferiu as medidas antropométricas: peso (gramas), comprimento braço (distância do acrômio à linha articular do cotovelo, em centímetros) e antebraço (distância da linha articular do cotovelo à do punho, em centímetros), circunferência do terço proximal do braço e antebraço (em centímetros) e largura da mão (distância transversal entre o segundo e quinto metacarpo, em centímetros (Figura 7). A massa do membro superior foi calculada pela equação de regressão de Schneider e Zernicke (1992), a partir desses dados antropométricos. Após este cálculo, foi calculada 20% da massa total do membro para que fosse adicionado peso ao bracelete que foi fixado nos punhos dos lactentes.

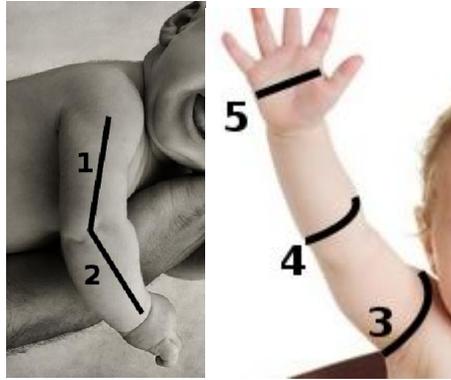


Figura 7 - Ilustração das medidas antropométricas dos membros superiores: 1) comprimento do braço; 2) comprimento do antebraço; 3) circunferência do braço; 4) circunferência do antebraço terço proximal; 5) largura da mão.

4.7.2 Análise Cinemática

As câmeras filmadoras foram posicionadas de modo que os marcadores fossem visíveis ao longo de todos os movimentos de alcance (Figura 8). Foram utilizadas 7 câmeras, com frequência de amostragem de 200Hz, posicionadas em volta da cadeira infantil para a análise das variáveis cinemáticas do estudo, através do sistema Qualisys (QTM - Qualisys Track Manager). Além destas, utilizou-se uma 8ª câmera, tipo *webcam*, com frequência de amostragem de 50Hz, posicionada na lateral e à direita para identificar o início e o final de cada movimento, bem como para esclarecer qualquer dúvida que surgisse. Esta última estava sincronizada com as demais câmeras do sistema Qualisys (QTM - Qualisys Track Manager) por meio do próprio software do sistema.



Figura 8 - Arranjo experimental - set de coleta com câmeras do sistema Qualisys (QTM - Qualisys Track Manager), webcam e cadeira infantil.

Os marcadores foram usados com o objetivo de tornar conhecidas a posição e a

orientação dos segmentos corporais num espaço tridimensional. Para isso foi adotado o sistema de marcas anatômicas, no qual os marcadores foram posicionados sobre as superfícies anatômicas dos centros articulares do ombro na borda externa do acrômio, no epicôndilo lateral do cotovelo e na região dorsal do carpo; entretanto, para a análise das variáveis definidas para este estudo, foi utilizado somente o marcador de região dorsal do carpo. (OUT et al., 1997; CARVALHO et al., 2005; ROCHA et.al., 2006) (Figura 9)

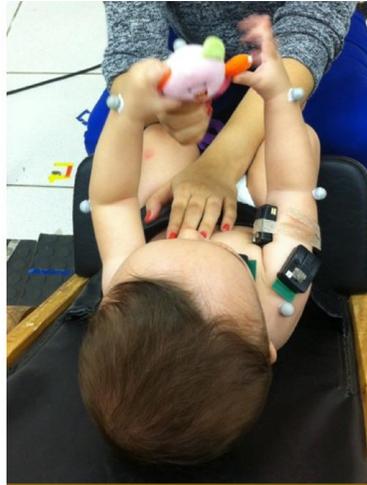


Figura 9 - Ilustração do posicionamento dos marcadores reflexivos para análise cinemática.

O Sistema Qualisys (QTM - Qualisys Track Manager) foi devidamente calibrado no início de cada coleta de dados. Cada procedimento teve duração de 120 segundos.

4.7.3 Análise Eletromiográfica

Os eletrodos da análise eletromiográfica foram posicionados no membro superior direito dos lactentes baseados nas diretrizes do projeto SENIAM (*Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles*), foi realizada a medição das distâncias indicadas para cada músculo com a fita métrica e, então, os eletrodos foram fixados nos ventres musculares (HERMENS et al., 2000).

O registro e processamento dos sinais eletromiográficos foram baseados nas recomendações da Sociedade Internacional de Eletrofisiologia e Cinesiologia (MERLETTI, 1999).

Durante toda a fase experimental a eletromiografia foi medida continuamente.

Os eletrodos da EMG foram de superfície, acoplados nos ventres musculares das seguintes musculaturas: Bíceps Braquial (BB), Tríceps Braquial (TB), Deltóide (DE) e Peitoral Maior (PM) do membro superior direito dos lactentes (BARELA& ALMEIDA, 2006; GRAAF-

PETERS et. al, 2007). Antes da fixação dos eletrodos, a pele do lactente foi preparada utilizando algodão e álcool 70%.

Os canais foram ajustados com uma amostragem de 2000 Hz e um ganho de 300 vezes. Foram utilizados 4 eletrodos de superfície ativos, sem fio.

O eletromiógrafo foi sincronizado com o Sistema Qualysis para que a coleta de dados ocorresse simultaneamente em ambos os sistemas. Essa sincronização ocorreu por meio de uma placa de sincronização, confeccionada para este fim, que era conectada ao eletromiógrafo e então 4 fios, correspondentes aos canais utilizados nas coletas, eram plugados na placa e em seguida no conversor analógico-digital do Sistema Qualysis. A placa foi configurada no sistema, permitindo assim a sincronização no instante da coleta de dados.

4.8 Procedimentos de teste

Para analisar o comportamento da habilidade manual de alcance, os lactentes permaneceram apenas com a fralda e foram posicionados na cadeira infantil com o encosto reclinado a 50° (VON HOFSTEN, 1984; BERGMEIER, 1992; TOLEDO e TUDELLA, 2008). A cadeira promovia estabilidade da cabeça, tronco e quadril, porém permitindo liberdade de movimentos aos membros superiores e inferiores (Figura 3). Também foi utilizada uma faixa de pano, de 15 cm de largura, na altura dos mamilos para melhor estabilidade de tronco. Um intervalo de 10 segundos foi permitido para que o lactente se adaptasse a situação. (TOLEDO et. al., 2012).

A estimulação do alcance foi realizada por meio de um objeto atrativo, não-sonoro, maleável, não familiar ao lactente, com aproximadamente 5 cm de diâmetro e 10 cm de comprimento. O objeto era apresentado sempre na linha média do lactente. (Figura 10)

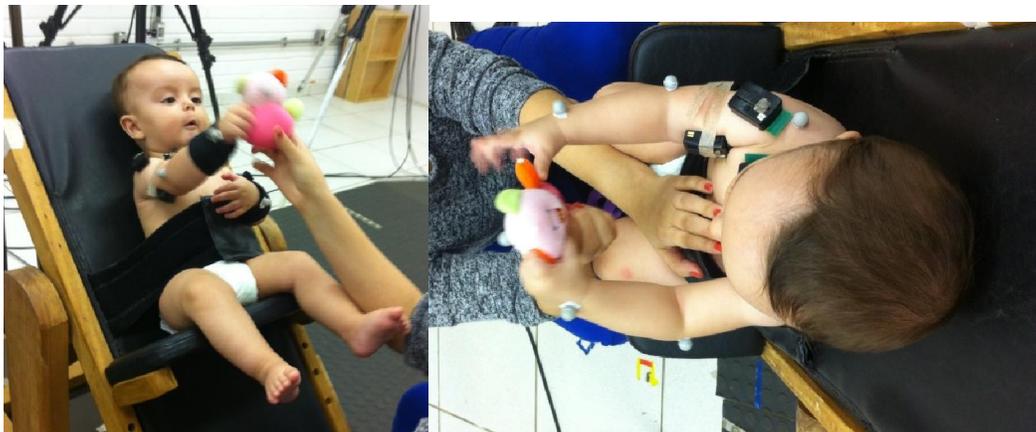


Figura 10 - Brinquedo sendo apresentado ao lactente na linha média.

Os lactentes foram avaliados em duas condições experimentais aplicadas na seguinte sequência, com duração total de aproximadamente 5 minutos:

a) Procedimento 1 (P1): o objeto era exibido pelo examinador, que estava posicionado à frente e fora da distância do alcance do lactente, e apresentado durante 2 (dois) minutos na linha média, na altura do ombro, na distância do comprimento dos braços do lactente (TOLEDO e TUDELLA, 2008; TOLEDO et al., 2011). A examinadora chamava a atenção do lactente para o objeto, movimentando-o momentaneamente, para o lactente o perceber e realizar o alcance. Após o alcance, o objeto era cuidadosamente retirado (ou apanhado) e reapresentado a fim de eliciar um novo alcance. O intervalo entre as reapresentações do objeto era de aproximadamente 5 (cinco) segundos. Assim, o número total de alcances dependia de cada lactente (TOLEDO et. al., 2012).

b) Procedimento 2 (P2) – Peso Adicional: As condições experimentais deste procedimento eram similares ao Procedimento 1, no entanto era adicionado, em ambos os punhos, um bracelete com peso correspondente a 20% da massa total do membro do lactente (Figura 4). Esta porcentagem foi obtida pela equação de regressão (ZERNICKE & SCHNEIDER, 1992). O objetivo deste procedimento era verificar o efeito do peso nas variáveis analisadas (TOLEDO et. al., 2012).

4.9 Análise de Dados

Foi definido como alcance quando o lactente localizou o objeto no espaço, fixou o olhar sobre ele e realizou o movimento com um ou ambos os membros superiores em direção ao alvo, até tocá-lo. O quadro de início e final do movimento foi analisado a partir da imagem obtida pela *webcam* sincronizada com o sistema. O início do alcance foi estabelecido como sendo o quadro que mostrou o primeiro movimento de um ou ambos os membros superiores em direção ao objeto. O final do alcance foi determinado como o quadro no qual qualquer parte da mão do lactente tocou o objeto (OUT, et al., 1997; TOLEDO et. al., 2012).

O alcance foi desconsiderado quando o lactente apresentou choro ou irritação durante a realização do movimento; quando o lactente iniciou o movimento do braço com a mão próxima ao objeto e, quando um dos marcadores não foi visualizado por uma das câmeras por mais de 10% do tempo total de alcance (KONCZAK E DICHGANS, 1997).

Foi realizada a análise do movimento do membro superior direito do lactente. Caso o alcance ocorresse somente com o toque da mão esquerda, o mesmo era excluído da análise.

4.9.1 Análise de dados cinemáticos

Após reconstrução tridimensional do movimento do alcance, a qual gerou um sistema de coordenadas X, Y e Z de cada marca afixada, em cada quadro do movimento capturado, os dados foram pelo programa Matlab (*version 7.8 release 2009a, MathWorks Inc, USA*). O Matlab foi utilizado com o objetivo de filtrar esses dados - por meio de um filtro butterworth de 2ª ordem - e calcular as variáveis espaço-temporais - Índice de Retidão, Velocidade Média e Unidades de Movimento, descritas abaixo.

4.9.2 Análise de dados eletromiográficos

Para a análise eletromiográfica, foi realizada uma divisão do alcance em 3 segmentos: a) inicial: início do movimento de alcance, correspondente ao primeiro 1/3 do movimento; b) intermediário: região em que o lactente atingiu 50% do tempo total de alcance, correspondente ao segundo 1/3 e c) final: o último 1/3 do movimento, compreende o momento do toque e da preensão do objeto. Essa divisão foi realizada por meio de uma rotina do Matlab (*version 7.8 release 2009a, MathWorks Inc, USA*) e cada variável eletromiográfica foi calculada para cada uma das fases determinadas.

Elaborou-se também rotinas no programa Matlab (*version 7.8 release 2009a, MathWorks Inc, USA*) para a análise das variáveis eletromiográficas. A amplitude do sinal eletromiográfico foi calculada por meio do RMS médio (*root mean square*). A filtragem do sinal foi realizada on-line por meio da ativação dessa opção no próprio hardware do sistema Trigno™ Wireless EMG Delsys. Os alcances realizados no procedimento 1 foram considerados como a linha de base para a análise da ativação eletromiográfica. A normalização do sinal eletromiográfico foi realizada por meio de um janelamento com tamanho correspondente a 100 amostras, para um fator de normalização mais real, tanto na condição sem peso quanto na condição com peso.

4.10 Variáveis

4.10.1 Cinemáticas

Foram avaliadas as variáveis contínuas: índice de retidão, velocidade média e unidades de movimento.

a) **Índice de retidão:** obtido pela razão entre a distância percorrida pela mão e a menor distância que poderia ser percorrida nesta trajetória. Quanto mais próximo de 1 for o índice, mais próximo de um segmento de reta terá sido a trajetória (THELEN et al., 1996; TOLEDO e TUDELLA, 2008).

b) **Velocidade média:** obtida pela razão entre a distância percorrida pela mão do lactente e o tempo gasto ao longo do movimento (MATHEW e COOK, 1990).

c) **Unidade de movimento:** definida como a velocidade máxima entre duas velocidades mínimas, sendo a diferença maior que 1 cm/s (THELEN et al., 1996), indicando, assim, acelerações em meio a desacelerações no decorrer do movimento. A velocidade era obtida pela norma do vetor, a qual é calculada pela raiz quadrada da soma dos quadrados do vetor velocidade em X, Y e Z. Para cada alcance realizado pelo lactente era verificada a frequência de unidades de movimento gerando uma frequência média de unidades de movimentos.

4.10.2 Eletromiográficas

Para o presente estudo, foi realizado o cálculo do RMS médio de cada músculo durante os três terços do movimento divididos anteriormente. Os valores do RMS durante os alcances foram referenciados a um valor de linha de base, a partir do processo de normalização, caracterizado por um alcance de referência realizado no procedimento 1, sem o peso adicional.

a-) Ativação dos músculos BB, TB, DE e PM : amplitude do sinal eletromiográfico, dos músculos citados, durante os alcances nas condições com e sem peso.

b-) Coativação entre os músculos BB e TB: Relação agonista/antagonista entre o RMS de BB e TB, nos três segmentos descritos anteriormente.

4.11 Análise Estatística

Os dados foram analisados por meio do programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 22.0. A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste Shapiro-Wilk, e os pressupostos de homogeneidade e esfericidade foram confirmados pelos testes de Levene e de Esfericidade de Mauchly, respectivamente.

Para a análise das diferenças dos terços em cada procedimento, a variável independente foi o grupo de lactentes (Grupo Peso Adequado ao Nascer e Grupo Baixo Peso ao Nascer) e as variáveis dependentes foram a coativação e a ativação muscular (RMS) de cada terço para cada músculo (BB, TB, DE e PM). O Box M Test foi utilizado para verificar a igualdade de matrizes de covariâncias. Foi aplicada a análise de variância 2×3 (ANOVA 2X3) por modelos mistos a fim de verificar diferenças entre Terço 1, Terço 2 e Terço 3 (Variável Intra-sujeito) e entre os grupos de lactentes (Variável entre sujeitos), com a sintaxe de acordo com o modelo multivariado.

Para a análise das diferenças das variáveis entre os procedimentos, a variável independente foi o grupo de lactentes (Grupo Peso Adequado ao Nascer e Grupo Baixo Peso ao Nascer) e as variáveis dependentes foram: ativação muscular (RMS) de cada terço (Terço 1, Terço 2 e Terço 3) de cada músculo (BB, TB, DE e PM) e coativação de cada terço (Terço 1, Terço 2 e Terço 3) em cada procedimento (Procedimento 1 e Procedimento 2). O Box M Test foi utilizado para verificar a igualdade de matrizes de covariâncias. Foi aplicada a análise de variância 2×2 (ANOVA 2X2) por modelos mistos a fim de verificar diferenças entre procedimento 1 e procedimento 2 (Variável Intra-sujeito) e entre os grupos de lactentes (Variável entre sujeitos), com a sintaxe de acordo com o modelo multivariado.

A significância adotada para todas as análises foi de 5% ($p < 0,05$).

5 RESULTADOS, DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Para atingir os objetivos propostos na presente dissertação, os resultados foram divididos em 3 estudos. A seguir serão apresentados os resultados com suas respectivas discussões e conclusões de cada estudo separadamente para facilitar a interpretação e visualização dos resultados de acordo com cada objetivo. Optamos por esse modelo de apresentação em decorrência da grande quantidade de resultados obtidos.

No Estudo I serão apresentados os resultados e respectiva discussão e conclusão da análise intraprocedimento, ou seja, a análise entre os terços do movimento de alcance no Procedimento 1 – Linha de Base e Procedimento 2 – Peso adicional, em cada grupo de lactentes (Grupo Peso Adequado ao Nascer e Grupo Baixo Peso ao Nascer).

No Estudo II serão apresentados os resultados e respectiva discussão e conclusão da análise intergrupo, ou seja, a comparação entre o Grupo Peso Adequado ao Nascer e Grupo Baixo Peso ao Nascer, em cada procedimento (Procedimento 1 – Linha de Base e Procedimento 2 – Peso adicional) de forma independente.

No Estudo III serão apresentados os resultados e respectiva discussão e conclusão da análise entre procedimentos em cada grupo (comparação entre Procedimento 1 – Linha de Base e Procedimento 2 – Peso adicional no Grupo Peso Adequado ao Nascer e Grupo Baixo Peso ao Nascer).

Para os 3 estudos foram analisados um total de 371 alcances nos dois procedimentos, sendo 210 no P1 e 161 no P2.

5.1 ESTUDO I

O Estudo I teve como objetivo analisar como as variáveis eletromiográficas se comportam ao longo do movimento de alcance manual, por meio de uma análise dos terços do movimento no Procedimento 1 – Linha de Base e no Procedimento 2 – peso adicional em cada grupo de lactentes (Grupo Peso Adequado ao Nascer e Grupo Baixo Peso ao Nascer).

A seguir serão apresentados os resultados deste estudo, divididos por subtópicos referentes a ativação muscular e coativação em cada procedimento e em cada grupo separadamente. Após a apresentação dos resultados, será apresentada a discussão e conclusão dos mesmos.

5.1.1. Resultados do Estudo I

5.1.1.1. Ativação Muscular (RMS) e Coativação no Procedimento 1 – Linha de Base no Grupo Peso adequado ao Nascer

Nesta seção, serão apresentados os resultados referentes à análise realizada ao longo dos terços do movimento de alcance (primeiro, segundo e terceiro terço) para cada músculo analisado (bíceps, tríceps, deltoide e peitoral) e da coativação no Procedimento 1 para o Grupo Peso Adequado ao Nascer.

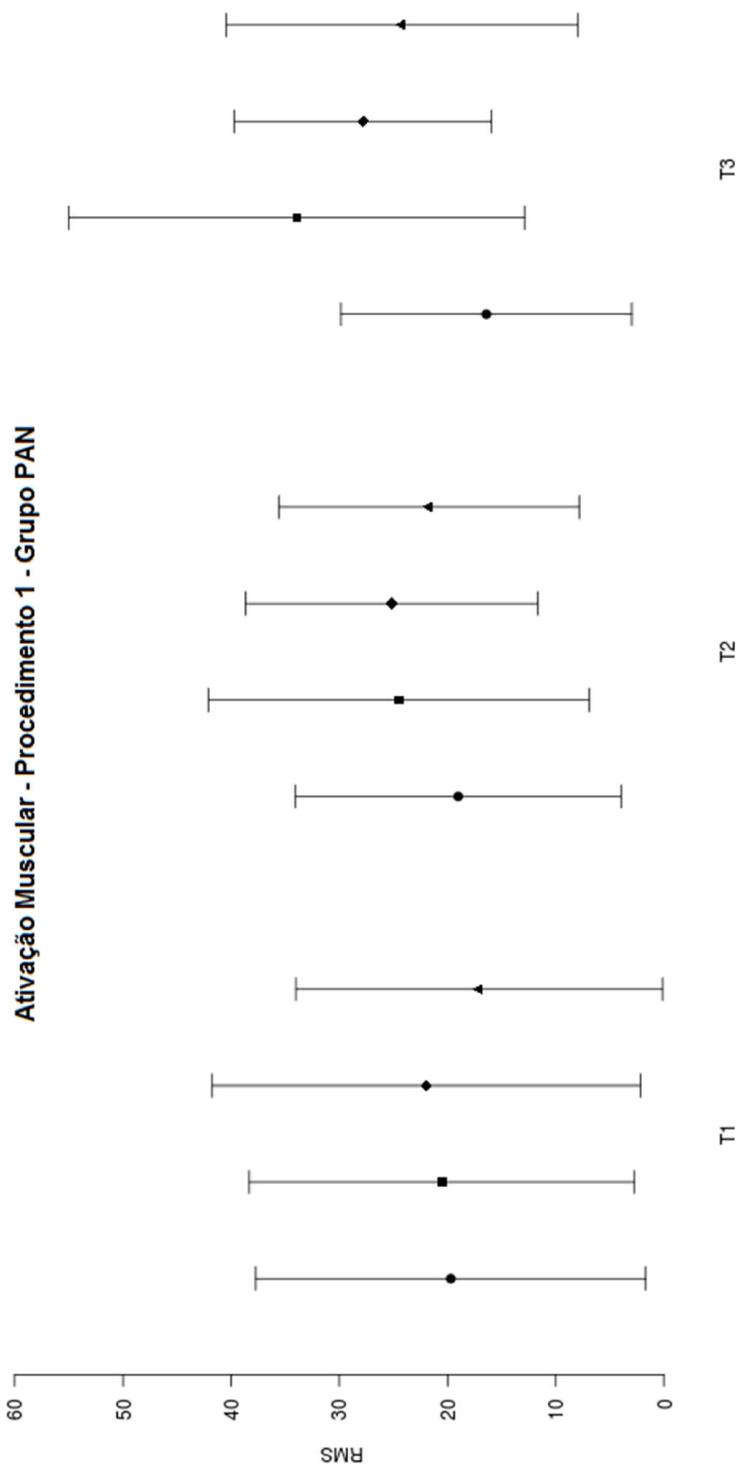


Figura 11 - Ativação Muscular expressa em porcentagem de RMS após normalização, no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), do Grupo Peso Adequado ao Nascer (PAN), no Procedimento Linha de Base – P1, sendo ● Bíceps Braquial, ■ Tríceps Braquial, ◆ Deltóide e ▲ Peitoral Maior.

A análise do músculo Bíceps ao longo dos terços demonstrou que não houve diferença entre eles ($F=0,35$ e $p=0,69$). No músculo Tríceps, foi encontrada diferença entre os terços ($F=22,16$ e $p<0,001$), sendo que a ativação muscular foi significativamente maior no segundo terço em relação ao primeiro ($p=0,003$) e no terceiro terço em relação ao segundo ($p<0,001$). Em análise do músculo Deltóide, observou-se uma diferença entre os terços do movimento ($F=4,32$ e $p=0,014$), na qual a ativação muscular aumentou no segundo terço em relação ao primeiro ($p=0,001$) e no terceiro terço em relação ao primeiro ($p<0,001$). Quanto ao músculo Peitoral, houve uma diferença entre os terços analisados ($F=6,83$ e $p=0,001$), em que o segundo terço apresentou ativação muscular maior que o primeiro ($p<0,001$) e o terceiro terço também se mostrou com maior ativação muscular que o primeiro ($p<0,001$). Esses resultados estão expressos na Figura 11 – RMS - Procedimento Linha de Base (P1) – Grupo Peso Adequado ao Nascer (PAN).

Com relação à coativação entre os músculos bíceps e tríceps no Procedimento 1, não foi encontrada diferença entre os terços do movimento de alcance ($F=1,65$ e $p=0,19$). Tais resultados estão expressos na Figura 12 – Coativação - Procedimento Linha de Base (P1) – Grupo Peso Adequado ao Nascer (PAN).

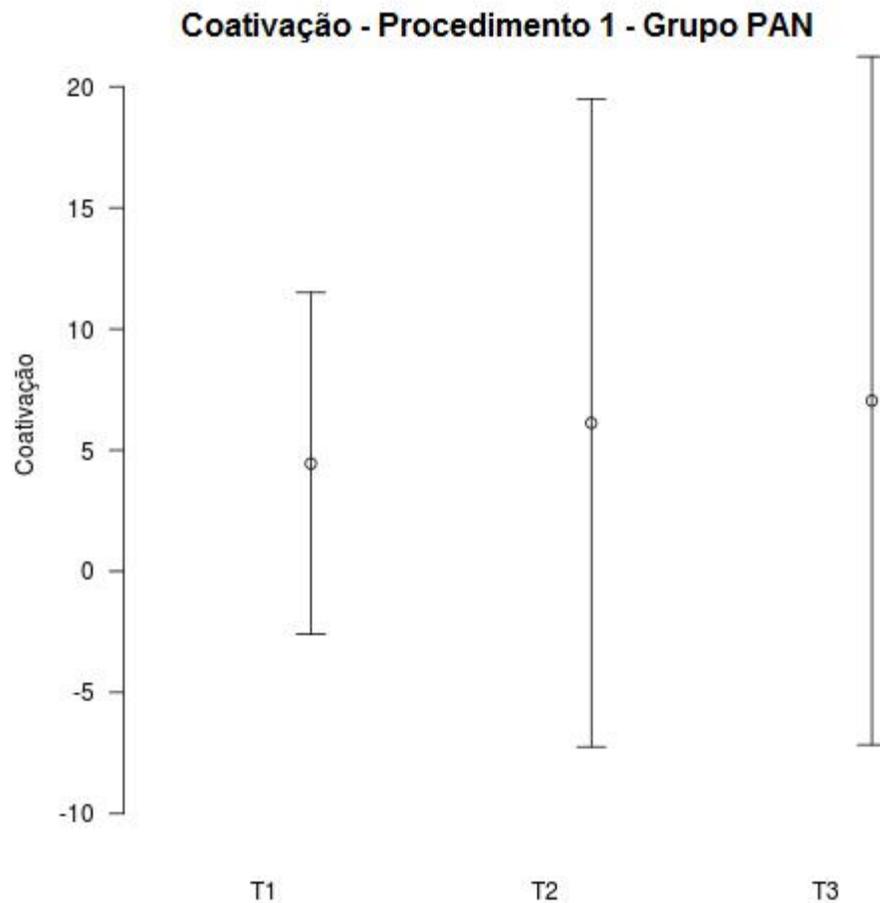


Figura 12 - Coativação Muscular no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), do Grupo Peso Adequado ao Nascer (PAN), no Procedimento Linha de Base – P1.

5.1.1.2 Ativação Muscular (RMS) e Coativação no Procedimento 1 – Linha de Base no Grupo Baixo Peso ao Nascer

Nesta seção, serão apresentados os resultados referentes à análise ao longo dos terços do movimento de alcance (primeiro, segundo e terceiro terço) para cada músculo analisado (bíceps, tríceps, deltóide e peitoral) e da coativação no Procedimento 1 para o Grupo Baixo Peso ao Nascer.

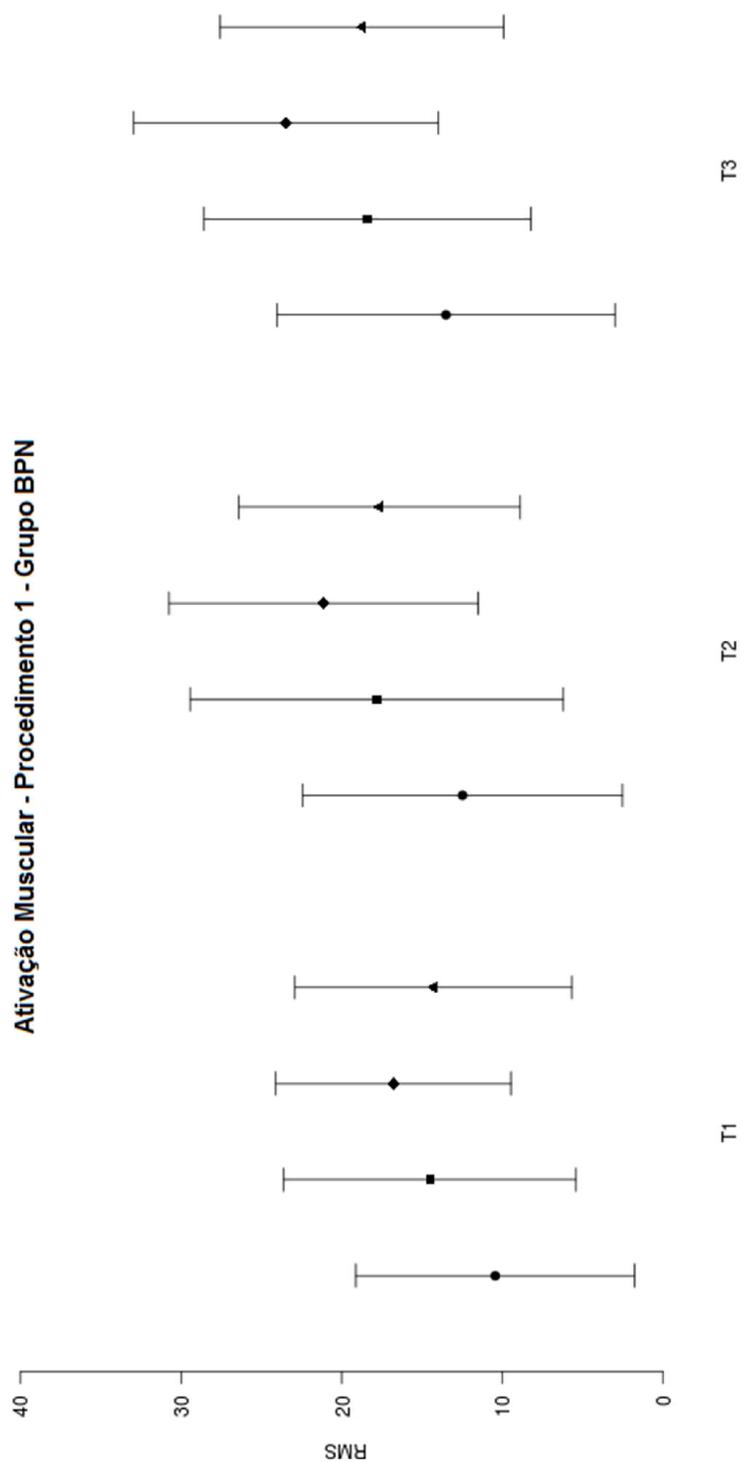


Figura 13 - Ativação Muscular expressa em porcentagem de RMS após normalização, no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), do Grupo Baixo Peso ao Nascer (BPN), no Procedimento Linha de Base – P1, sendo ● Bíceps Braquial, ■ Tríceps Braquial, ◆ Deltóide e ▲ Peitoral Maior.

A análise realizada para o músculo Bíceps demonstrou que não houve diferença entre os terços do movimento ($F=0,35$ e $p=0,69$). Quanto ao músculo Tríceps, houve diferença entre os terços ($F=8,33$ e $p<0,001$), sendo que a ativação muscular foi significativamente maior no segundo terço em relação ao primeiro ($p=0,003$), no terceiro terço em relação ao segundo ($p<0,001$) e no terceiro terço em relação ao primeiro ($p<0,001$). Na análise do músculo Deltóide, observou-se uma diferença entre os terços do movimento ($F=23,46$ e $p<0,001$), em que a ativação muscular aumentou no segundo terço em relação ao primeiro ($p=0,001$) e no terceiro terço em relação ao primeiro ($p<0,001$). Em relação ao músculo Peitoral, encontrou-se uma diferença entre os terços analisados ($F=11,33$ e $p<0,001$), em que o segundo terço apresentou ativação muscular maior que o primeiro ($p<0,001$) e o terceiro terço se mostrou com maior ativação muscular que o primeiro ($p<0,001$). Esses resultados estão expressos na Figura 13 – RMS - Procedimento Linha de Base (P1) – Grupo Baixo Peso ao Nascer (BPN).

Com relação à coativação entre os músculos bíceps e tríceps no Procedimento 1, não houve diferença entre os terços do movimento de alcance ($F=1,65$ e $p=0,19$). Esses resultados estão expressos na Figura 14 – Coativação – Procedimento Linha de Base (P1) – Grupo Baixo Peso ao Nascer (BPN).

Coativação - Procedimento 1 - Grupo BPN

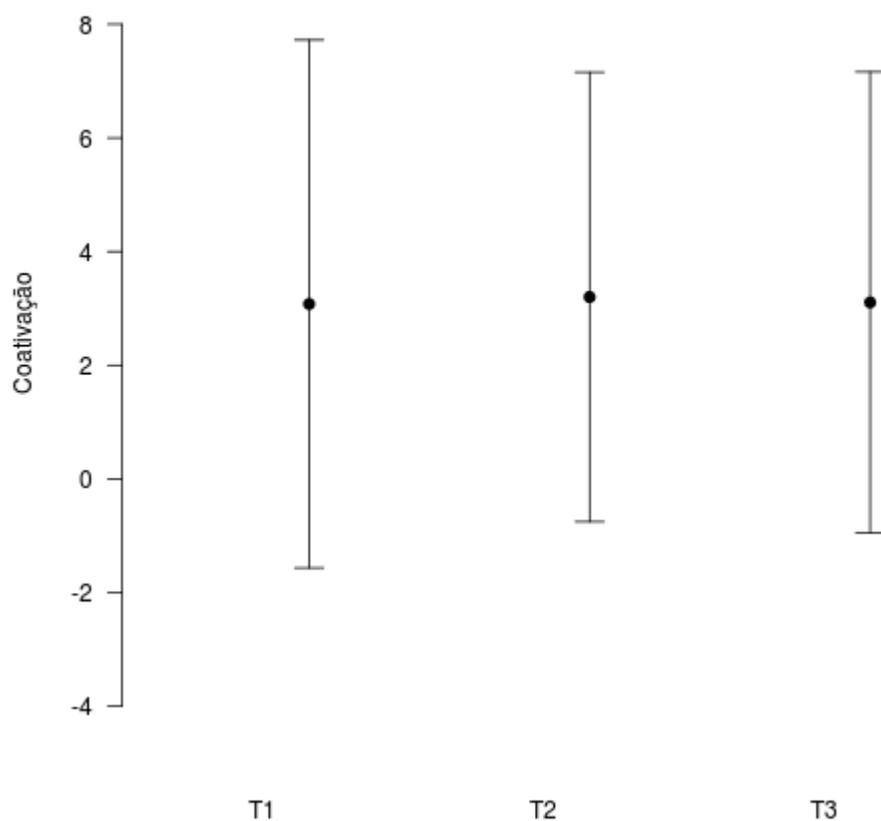


Figura 14 - Coativação Muscular no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), do Grupo Baixo Peso ao Nascer • (BPN), no Procedimento Linha de Base – P1.

5.1.1.3. Ativação Muscular (RMS) e Coativação no Procedimento 2 – Procedimento com Peso Adicional no Grupo Peso Adequado ao Nascer

Nesta seção, serão apresentados os resultados referentes à análise ao longo dos terços do movimento de alcance (primeiro, segundo e terceiro terço) para cada músculo analisado (bíceps, tríceps, deltóide e peitoral) e a coativação no Procedimento 2 para o Grupo Peso Adequado ao Nascer.

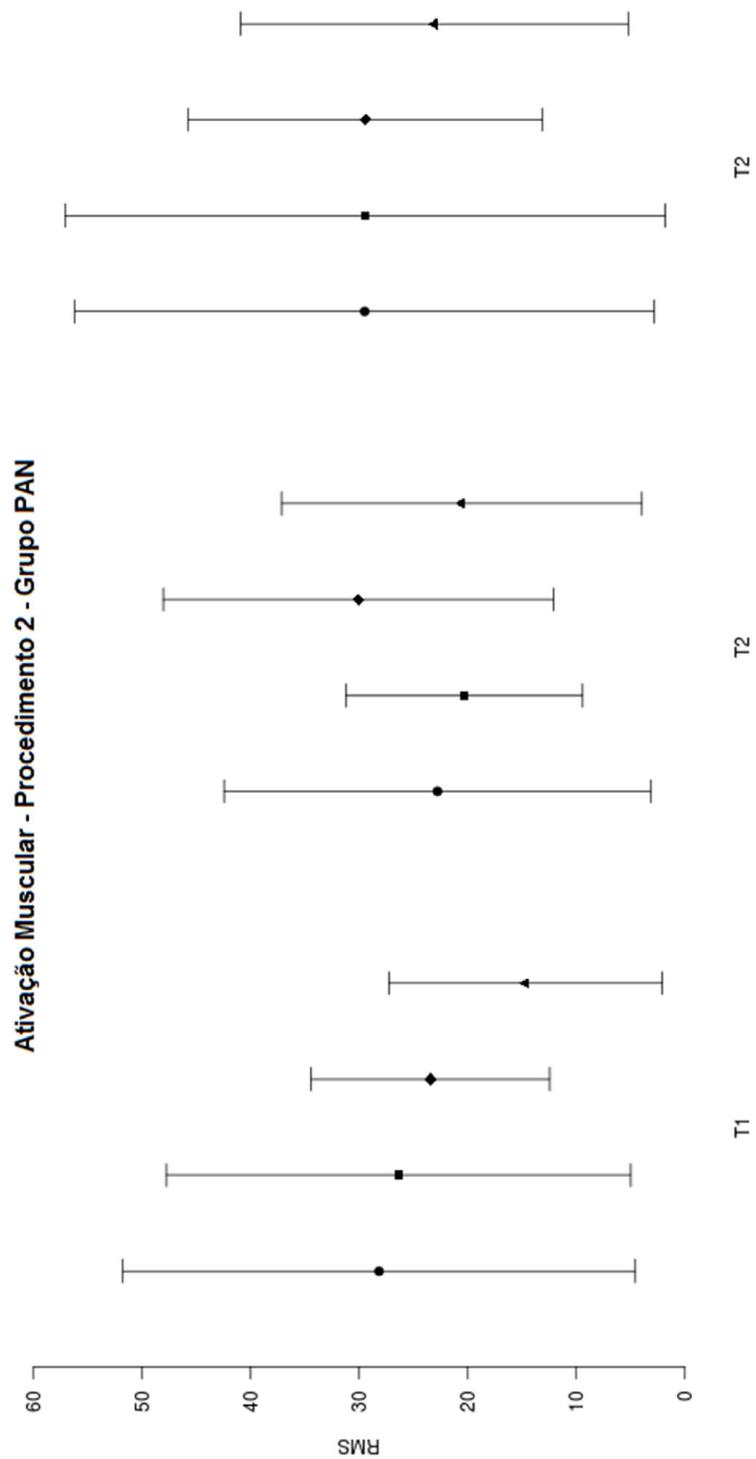


Figura 15 - Ativação Muscular expressa em porcentagem de RMS após normalização, no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), do Grupo Peso Adequado ao Nascer (PAN), no Procedimento com Peso Adicional – P2, sendo ● Bíceps Braquial, ■ Tríceps Braquial, ◆ Deltóide e ▲ Peitoral Maior.

A análise realizada no músculo Bíceps, no Procedimento 2, ao longo dos terços do movimento não demonstrou diferença entre eles ($F=2,25$ e $p=0,11$). Tratando-se do músculo Tríceps, observou-se diferença entre os terços ($F=4,21$ e $p=0,016$), na qual a ativação muscular aumentou no terceiro terço do movimento em relação ao segundo terço ($p=0,005$). Já nos músculos Deltóide e Peitoral, não foram observadas diferenças entre os terços do movimento ($F=2,63$ e $p=0,07$; e $F=2,61$ e $p=0,07$, respectivamente). Esses resultados estão expressos na Figura 15 – RMS – Procedimento Peso Adicional (P2) – Grupo Peso Adequado ao Nascer (PAN).

Com relação à coativação, encontrou-se diferença na entre os terços do movimento ($F=6,47$ e $p=0,002$) no Procedimento 2, em que o segundo terço apresentou menor coativação que o terço inicial ($p=0,01$). Esses resultados estão expressos na Figura 16 – Coativação – Procedimento Peso Adicional (P2) – Grupo Peso Adequado ao Nascer (PAN).

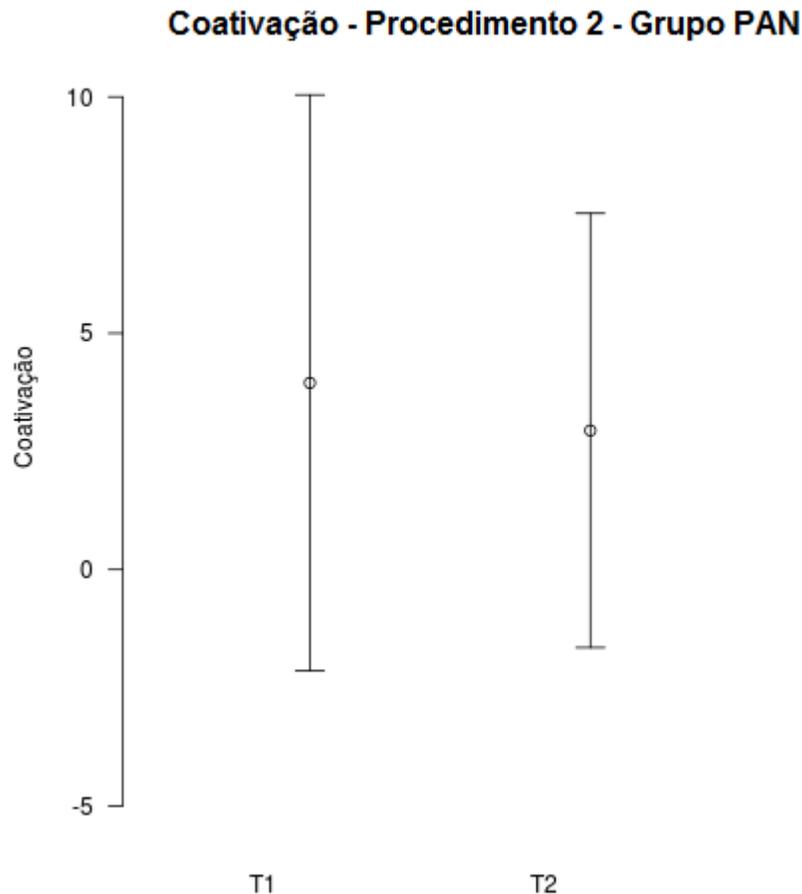


Figura 16 - Coativação Muscular no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), dos Grupos Peso Adequado ao Nascer \circ (PAN), no Procedimento com Peso Adicional – P2.

5.1.1.4. Ativação Muscular (RMS) e coativação no Procedimento 2 – Procedimento com Peso Adicional no Grupo Baixo Peso ao Nascer

Nesta seção, serão apresentados os resultados referentes à análise ao longo dos terços do movimento de alcance (primeiro, segundo e terceiro terço) para cada músculo analisado (bíceps, tríceps, deltóide e peitoral) e da coativação no Procedimento 2 para o Grupo Baixo Peso ao Nascer.

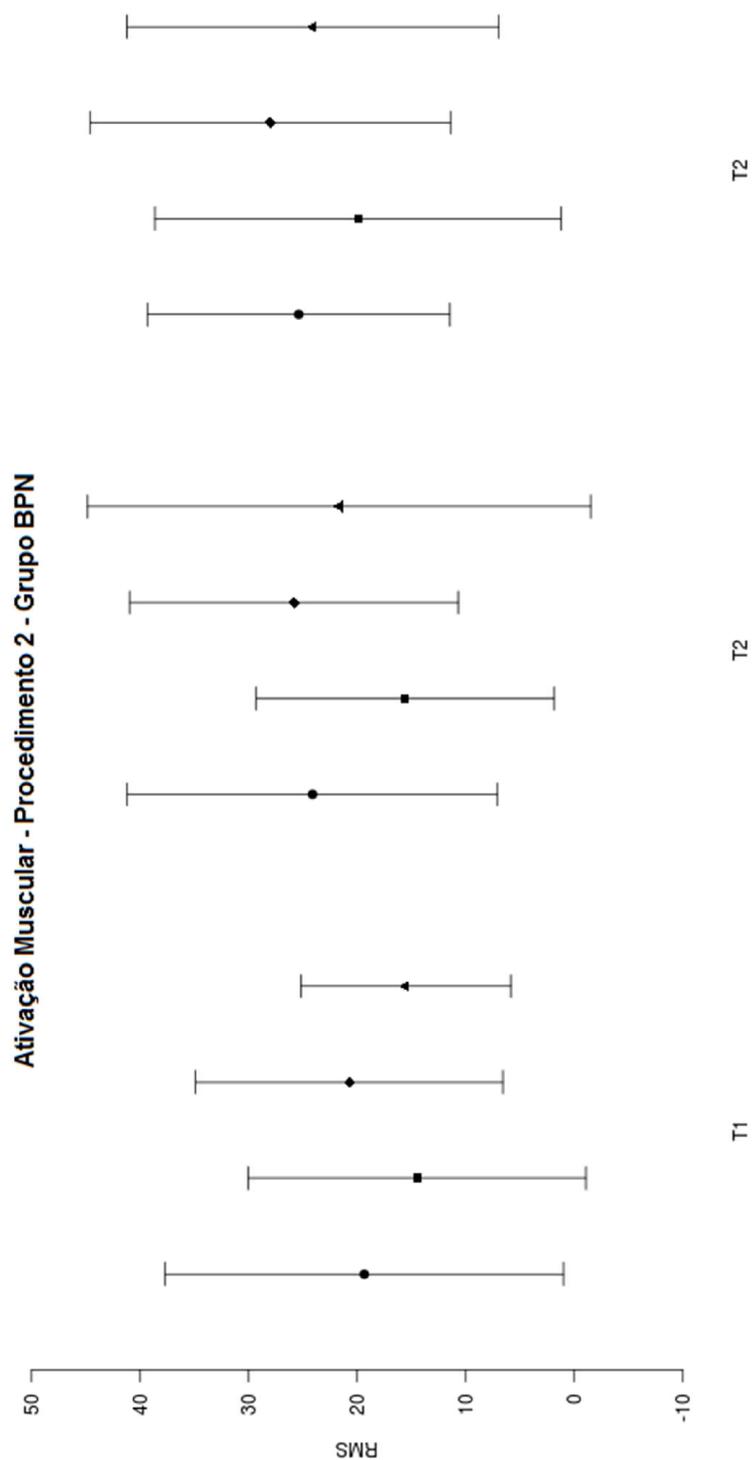


Figura 17– Ativação Muscular expressa em porcentagem de RMS após normalização, no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), do Grupo Baixo Peso ao Nascer (BPN), no Procedimento com Peso Adicional – P2, sendo ● Bíceps Braquial, ■ Tríceps Braquial, ◆ Deltóide e ▲ Peitoral Maior.

A análise realizada no músculo Bíceps, no grupo Baixo peso no Procedimento 2, ao longo dos terços do movimento, não mostrou diferença entre eles ($F=2,25$ e $p=0,11$). Quanto ao músculo Tríceps, observou-se diferença entre os terços ($F=4,78$ e $p=0,01$), na qual a ativação muscular aumentou no terceiro terço do movimento em relação ao segundo terço ($p=0,005$). Na análise do músculo Deltóide, foi observada diferença entre os terços do movimento ($F=8,07$ e $p<0,001$), na qual a ativação muscular foi superior no segundo terço comparado ao primeiro ($p=0,006$) e no terceiro terço comparado ao primeiro ($p=0,007$). No músculo Peitoral, a análise mostrou diferença entre os terços ($F=8,06$ e $p<0,001$), sendo que o terceiro terço apresentou maior ativação muscular em relação ao primeiro ($p<0,001$). Esses resultados estão expressos na Figura 17 – RMS – Procedimento Peso Adicional (P2) – Grupo Baixo Peso ao Nascer (BPN).

Quanto a coativação, no Procedimento 2, não foi encontrada diferença na coativação entre os terços do movimento ($F=0,29$ e $p=0,74$). Esses resultados estão expressos na Figura 18 – Coativação- Procedimento Peso Adicional (P2) – Grupo Baixo Peso ao Nascer (BPN).

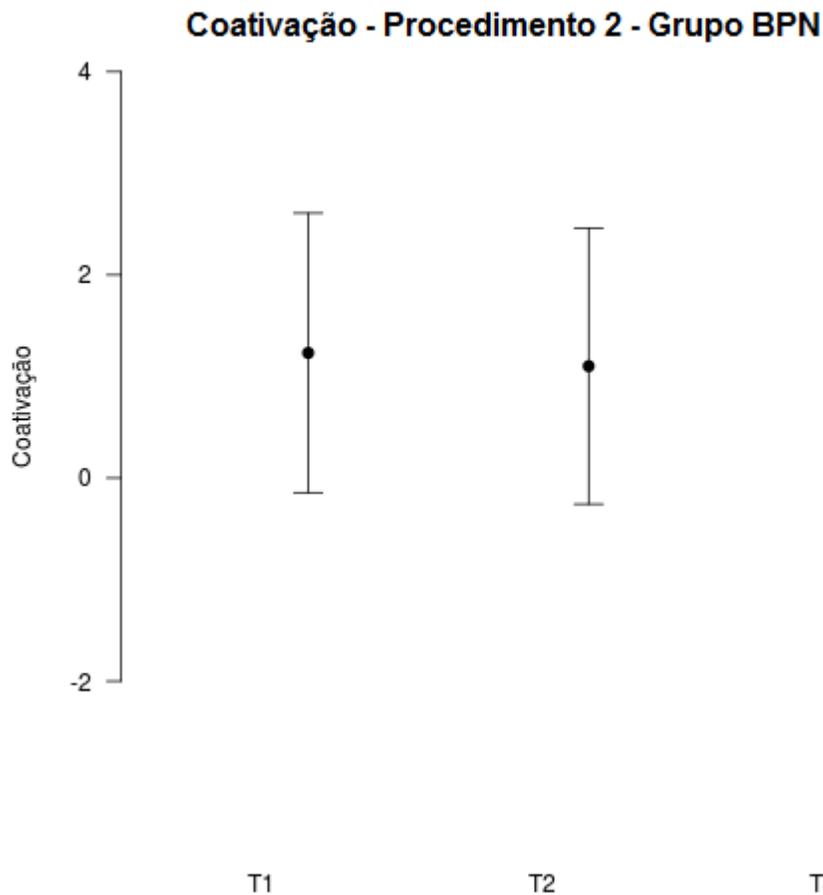


Figura 18– Coativação Muscular no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), do Grupo Baixo Peso ao Nascer • (BPN), no Procedimento Peso Adicional – P2.

5.1.2. Discussão do Estudo I

Para a melhor compreensão acerca da análise da ativação muscular (dos músculos bíceps, tríceps, deltóide e peitoral) durante o alcance nos lactentes pré-termo de baixo peso ao nascer e a termo com peso adequado ao nascer, a mesma foi investigada considerando o movimento em três momentos – início, meio e fim. Esta análise ocorreu tanto em condições habituais, ou seja, no Procedimento 1 - Linha de Base, quanto em condições de restrições, como a utilização do peso adicional no Procedimento 2. Por se tratar de uma discussão acerca de fenômenos cinesiológicos e biomecânicos, no Procedimento 1, optamos por uma discussão única para ambos os grupos.

Analisando os quatro músculos utilizados (Bíceps Braquial, Tríceps Braquial, Deltóide e Peitoral Maior), é possível observar que o alcance manual, no Procedimento Linha de Base, apresenta uma ativação muscular de Bíceps constante que se mantém durante os três terços do movimento. O Tríceps inicia o movimento com a ativação muscular mais baixa e assume um padrão crescente ao longo do movimento. A partir de uma análise cinesiológica, isso pode ter ocorrido para que o lactente mantivesse o cotovelo estendido para tocar o objeto (SMITH et. al., 1997). O Deltóide apresentou um aumento em sua ativação muscular no meio do movimento, mas a manteve no mesmo nível no terço final. Este fato pode ter acontecido para que ocorresse o aumento da flexão de ombro no segundo terço do movimento e também para atuar como auxiliar no movimento de adução horizontal realizado pelo Peitoral Maior, ambos para direcionar o braço ao objeto (SMITH et. al., 1997). O Peitoral apresenta padrão semelhante ao do Deltóide, iniciando o movimento com ativação muscular mais baixa, aumentando no meio do movimento e a mantendo no mesmo nível no final do movimento. Provavelmente isso acontece por um aumento da adução horizontal de ombro, juntamente com o Deltóide Anterior, condizente com o direcionamento do braço do lactente para a linha média para realizar o toque no objeto (SMITH et. al., 1997). Quanto à coativação, é possível observar uma manutenção durante todo o movimento, provavelmente devido ao fato dos lactentes já terem iniciado o movimento com o cotovelo estendido e o mantido assim até o toque no objeto.

Diferentemente do observado no Procedimento 1, ao adicionarmos o peso, os lactentes nascidos com o peso adequado apresentam uma ativação muscular mais constante, em que o Bíceps, Deltóide e Peitoral não apresentam mudanças ao longo do movimento. Somente o músculo Tríceps apresentou um aumento de ativação muscular do meio para o final do movimento. Toledo e colaboradores (2012), em seu estudo realizado com lactentes a termo e pré-termo, afirmaram que, ao adicionar um peso, possivelmente ocorre um aumento de força muscular suficiente para vencer a diminuição da aceleração e aumento da inércia, causados pelo peso adicional. Aparentemente estes lactentes percebem o aumento da massa causada pelo peso desde o início do movimento e, assim, iniciam o movimento com a ativação mais alta de todos os músculos envolvidos e a mantêm por todo o movimento – com exceção do músculo Tríceps, que,

por não apresentar ação muscular direta no início do movimento, não apresentou esse aumento da ativação no primeiro terço e sim ao final do movimento, possivelmente para conseguir manter o cotovelo estendido no momento do toque no objeto (SMITH et. al., 1997).

A coativação, por sua vez, diminuiu no meio do movimento. Apesar de não ter sido encontrada diferença significativa entre os terços, é possível observar um padrão de manutenção da ativação do Bíceps no gráfico e um padrão de aumento da ativação de Tríceps (observados na Figura 12). Considerando que a equação para a obtenção dos valores de coativação é uma razão do RMS do Tríceps por RMS do Bíceps, o valor acaba apresentando uma queda e justificando a sua diminuição.

Já os lactentes nascidos com baixo peso, no Procedimento 2, apresentaram comportamento bem diferente do grupo anterior. Assim como na Linha de Base, o Bíceps se manteve constante durante todo o movimento. O músculo Tríceps se comportou semelhante ao Grupo Peso Adequado ao Nascer, revelando um aumento da ativação muscular do meio para o final do movimento, possivelmente para uma possível estabilização do cotovelo (SMITH et. al., 1997), apesar do peso adicional para realizar o toque no objeto. Porém, o Deltóide e o Peitoral diferiram-se bastante do observado no Grupo Baixo Peso ao Nascer, demonstrando um aumento progressivo ao longo do movimento. Fuglestad e colaboradores (2008) observaram que o baixo peso ao nascer geralmente está associado à falta de nutrientes importantes para o desenvolvimento cerebral, esses déficits podem afetar a sua microestrutura e função, por acontecerem em um momento de importantes mudanças neurológicas como a diferenciação neuronal, mielinização e sinaptogênese. Aparentemente, em decorrência disto, os lactentes nascidos com baixo peso podem não programar tão bem o movimento com a restrição extrínseca do peso quanto os lactentes a termo com peso adequado ao nascer, adaptando e adequando a ativação muscular no decorrer de todo o movimento.

A Coativação nesse grupo, por sua vez, se apresentou sem diferença entre os momentos. Apesar da manutenção da ativação muscular de Bíceps ao longo do movimento e do aumento da ativação de Tríceps no último terço, semelhante ao ocorrido com os lactentes com peso adequado ao nascer, o aumento dos valores de RMS de Tríceps parecem não ter sido suficiente para que ocorresse mudança na sua relação de coativação com o Bíceps.

5.1.3. Conclusões do Estudo I

Foi possível observar que no Procedimento Linha de Base (P1) os lactentes de ambos os grupos apresentaram padrões semelhantes de ativação muscular ao longo do movimento de alcance, em que o músculo Bíceps permaneceu constante durante o movimento; o músculo Tríceps apresentou um padrão de ativação crescente, provavelmente associado à manutenção do cotovelo estendido para realização do toque no objeto; o músculo Deltóide aumentou sua ativação no meio do movimento, provavelmente para aumentar a flexão do ombro necessária para essa

fase do alcance manual; e o músculo Peitoral também aumentou sua ativação no meio do movimento, provavelmente associado ao movimento de adução horizontal realizado para direcionar o membro superior do lactente para o brinquedo posicionado na linha média.

Ao adicionarmos um peso adicional os lactentes do Grupo Peso Adequado ao Nascer apresentaram um ativação muscular constante da maioria dos músculos ao longo do movimento, com exceção do Tríceps que aumentou sua ativação muscular no final do movimento, provavelmente para manutenção do cotovelo estendido para tocar o objetivo. Esses resultados remetem que os lactentes nascidos a termo com peso adequado apresentam uma adequação frente à restrição externa do peso adicional já no início do movimento e isso pode ser interpretado como um controle muscular e planejamento motor eficientes.

Em contrapartida, ao adicionarmos o peso adicional aos punhos dos lactentes do Grupo Baixo Peso ao Nascer nota-se que a ativação muscular de Bíceps e Tríceps segue padrão semelhante ao do grupo anterior, mas ao se tratar de Deltóide e Peitoral é observado um aumento de ativação ao longo do movimento. Aparentemente esses lactentes não parecem programar e controlar tão bem o movimento ao a restrição extrínseca do peso adicional, sendo necessária uma adaptação e adequação da ativação muscular durante todo o movimento.

5.2. ESTUDO II

O Estudo II teve como objetivo analisar as diferenças das variáveis eletromiográficas e cinemáticas entre os grupos (Grupo Peso Adequado ao Nascer e Grupo Baixo Peso ao Nascer) em cada procedimento (Procedimento 1 – Linha de Base e no Procedimento 2 – Peso Adicional).

5.2.1. Resultados do estudo II

5.2.1. Análise entre grupos da Ativação Muscular (RMS), coativação e variáveis cinemáticas no Procedimento 1 – Linha de Base

Nesta seção, serão apresentados os resultados referentes à análise de interação entre os grupos (Peso Adequado ao Nascer e Baixo Peso ao Nascer); a análise entre os grupos na Ativação Muscular e Coativação, em cada terço do movimento (primeiro, segundo e terceiro terço) de cada músculo analisado (bíceps, tríceps, deltóide e peitoral); e a análise entre os grupos nas variáveis cinemáticas (Índice de Retidão, Velocidade Média e Unidades de Movimento), no Procedimento 1.

Considerando o músculo Bíceps, foi possível observar uma interação dos grupos em relação aos terços do alcance ($F=5,02$ e $p=0,008$), evidenciando que os grupos apresentaram um padrão de ativação muscular inverso ao longo do movimento: enquanto o Grupo Peso Adequado ao Nascer diminuiu a sua ativação no decorrer dos terços e conseqüentemente do movimento, o Grupo Baixo Peso ao Nascer aumentou a sua ativação muscular nos terços analisados (Figura 19).

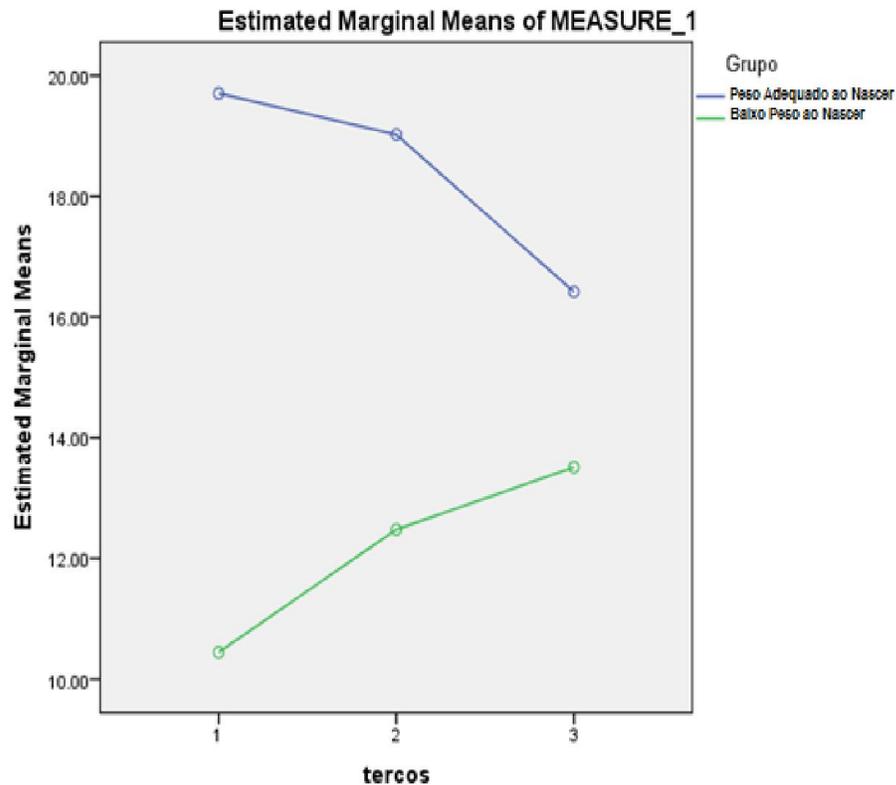


Figura 19 – Interação entre os terços do movimento (primeiro, segundo e terceiro terço) no músculo Bíceps entre os grupos (Peso Adequado ao Nascer e Baixo Peso ao Nascer).

Observou-se uma diferença entre os grupos nos terços do movimento ($F=6,85$ e $p=0,01$). No primeiro ($F=12,26$ e $p=0,001$) e no segundo terço ($F=6,10$ e $p=0,01$) o Grupo Peso Adequado ao Nascer apresentou uma ativação muscular maior comparado ao Grupo Baixo Peso ao Nascer, fato que não foi observado no terceiro terço do alcance ($F=1,2$ e $p=0,27$). Esses resultados estão expressos na figura abaixo (Figura 20 – RMS – Procedimento 1 – Grupo PAN e Grupo BPN).

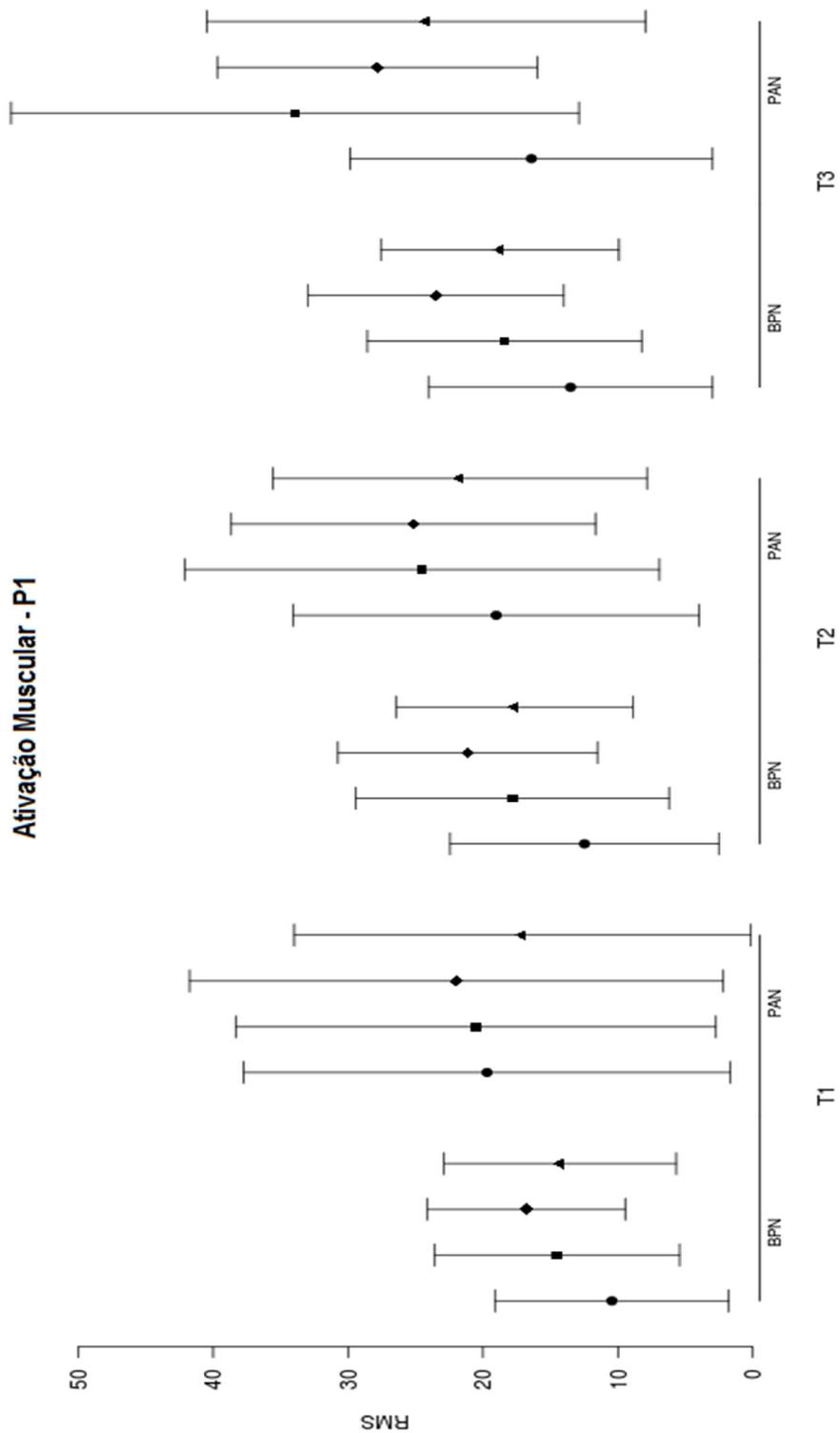


Figura 20– Ativação Muscular expressa em porcentagem de RMS após normalização, no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), dos Grupos Peso Adequado ao Nascer (PAN) e Baixo Peso ao Nascer (BPN), no Procedimento Linha de Base – P1, sendo ● Bíceps Braquial, ■ Tríceps Braquial, ◆ Deltóide e ▲ Peitoral Maior.

Em relação ao músculo Tríceps, houve interação dos grupos em relação aos terços do movimento ($F=10,56$ e $p < 0,001$). Apesar dos dois grupos apresentarem um padrão de aumento de ativação muscular ao longo dos terços, o Grupo Peso Adequado ao Nascer apresentou uma ativação maior do segundo para o terceiro terço do movimento que o Grupo Baixo Peso ao Nascer (Figura 21).

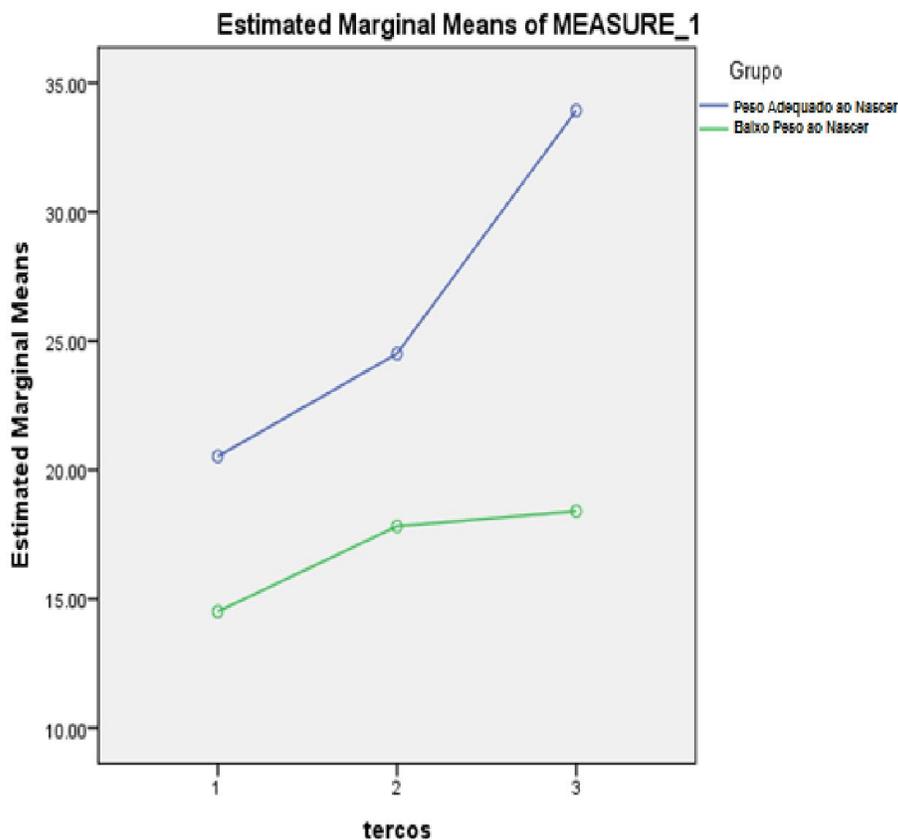


Figura 21– Interação entre os terços do movimento (primeiro, segundo e terceiro terço) no músculo Tríceps entre os grupos (Peso adequado ao nascer e Baixo peso ao nascer).

Foi observada uma diferença entre os grupos nos terços ($F=12,63$ e $p=0,001$), sendo que o Grupo Peso Adequado ao Nascer apresentou uma ativação muscular maior em comparação ao Grupo Baixo Peso ao Nascer no primeiro terço ($F=4,99$ e $p=0,02$), no segundo terço ($F= 4,68$ e $p=0,03$) e no terceiro terço ($F=25,21$ e $p<0,001$). Esses resultados estão expressos na Figura 20 – RMS – Procedimento 1 – Grupo PAN e Grupo BPN.

Na análise do músculo Deltóide, não houve interação dos grupos em relação aos terços do movimento ($F=0,14$ e $p=0,86$). No entanto, foi observada uma diferença entre os grupos nos terços analisados ($F=4,49$ e $p=0,03$), a qual o Grupo Peso adequado ao nascer mostrou maior ativação

muscular que o Grupo Baixo Peso ao Nascer ($F=3,99$ e $p=0,04$) no primeiro terço. No segundo e terceiro terços não houve diferença entre os grupos ($F=2,6$ e $p=0,11$; e $F=3,35$ e $p=0,07$). Esses resultados estão expressos na Figura 20 – RMS – Procedimento 1 – Grupo PAN e Grupo BPN.

No músculo Peitoral, não houve interação dos grupos em relação ao terços do alcance ($F=0,75$ e $p=0,47$), além de não ter havido diferença entre os grupos nos terços ($F=3,65$ e $p=0,05$). Esses resultados estão expressos na Figura 20 – RMS – Procedimento 1 – Grupo PAN e Grupo BPN.

Com relação à coativação, não houve interação dos terços com os grupos ($F=1,54$ e $p=0,21$), mas houve diferença entre os grupos nos terços do alcance ($F=4,6$ e $p=0,03$). O primeiro ($F=1,27$ e $p=0,26$) e segundo ($F=3,23$ e $p=0,07$) terço não apresentaram essas diferenças, mas no terceiro terço o Grupo Peso Adequado ao Nascer apresentou valores maiores de coativação que o Grupo Baixo Peso ao Nascer ($F=5,28$ e $p=0,02$). Tais resultados podem ser observados na Figura 22 – Coativação – Procedimento Linha de Base (P1).

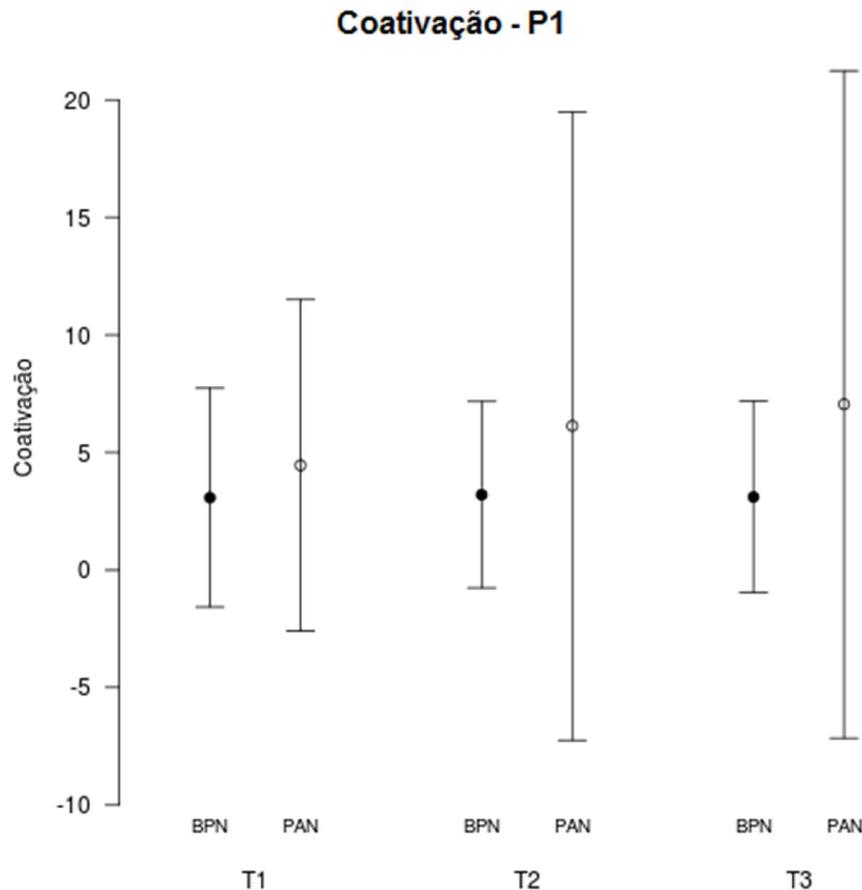


Figura 22 - Coativação Muscular no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), dos Grupos Peso Adequado ao Nascer ○ (PAN) e Baixo Peso ao Nascer ● (BPN), no Procedimento Linha de Base – P1.

Para a variável cinemática Índice de Retidão, houve, uma diferença entre os grupos no Procedimento 1, sendo o Grupo Peso Adequado ao Nascer apresentou um Índice de Retidão maior ($F=22.53$ e $p<0,001$) do que o Grupo Baixo Peso ao Nascer. Resultado expresso na Figura 23 – Índice de Retidão.

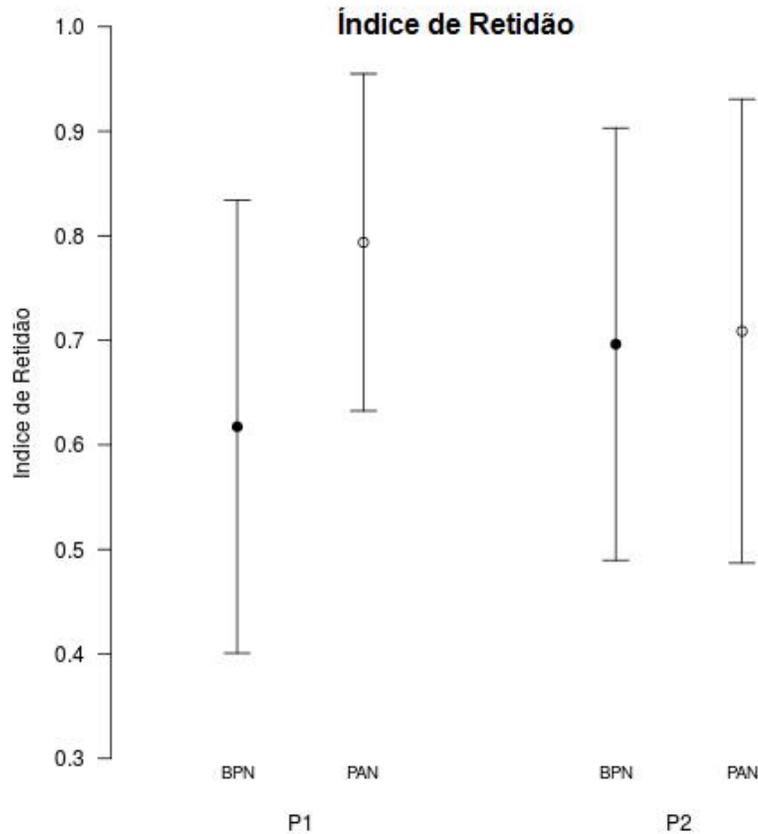


Figura 23- Índice de Retidão, dos Grupos Peso Adequado ao Nascer ○ (PAN) e Baixo Peso ao Nascer ● (BPN), nos Procedimentos 1 e 2.

Com relação à variável Velocidade Média foi verificado que, no Procedimento 1, não houve diferença entre os grupos ($F=0,01$ e $p=0,94$). O comportamento da variável Velocidade Média, em ambos os grupos e procedimentos, está descrito na Figura 24 – Velocidade Média.

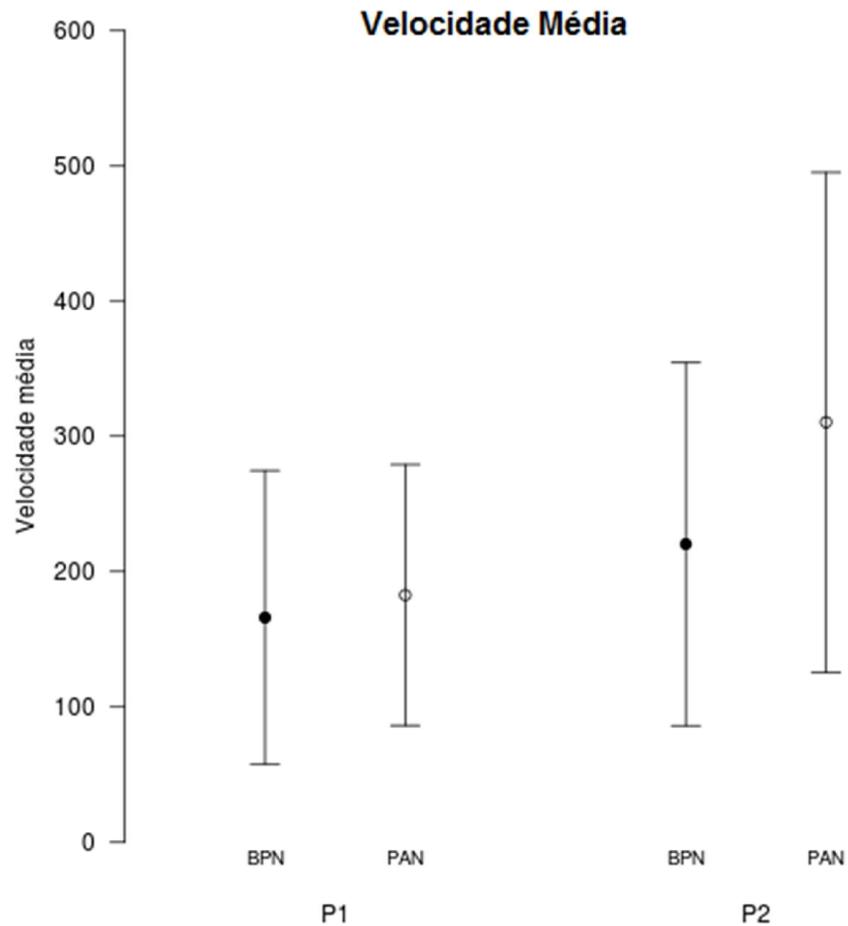


Figura 24– Velocidade Média expressa em mm/s, dos Grupos Peso Adequado ao Nascer ◯ (PAN) e Baixo Peso ao Nascer ● (BPN), nos Procedimentos 1 e 2.

Com relação à variável Unidades de Movimento verificou-se que, no procedimento 1, os grupos se apresentaram diferentes ($F=12,01$ e $p=0,001$), sendo que o Grupo Baixo Peso ao Nascer apresentou maior número de Unidades de Movimento que o Grupo Peso Adequado ao Nascer. Resultado expresso na Figura 25 – Unidades de Movimento.

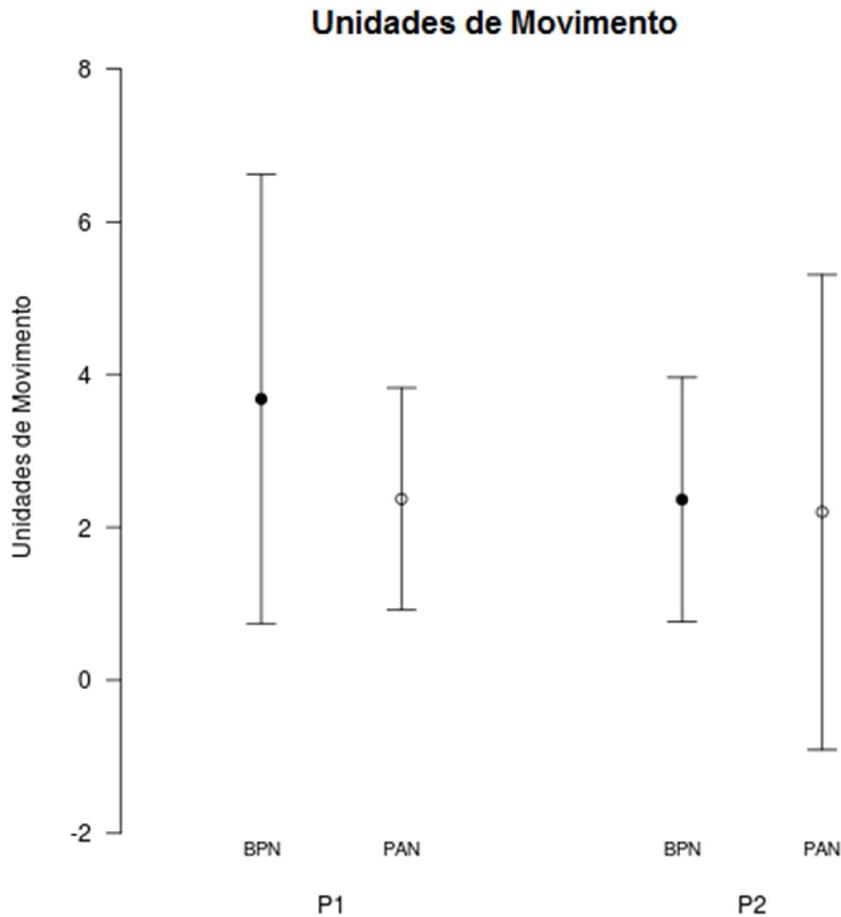


Figura 25– Unidades de Movimento dos Grupos Peso Adequado ao Nascer ○ (PAN) e Baixo Peso ao Nascer ● (BPN), nos Procedimentos 1 e 2.

5.2.2. Análise entregrupos da Ativação Muscular (RMS), coativação e variáveis cinemáticas no Procedimento 2 – Peso Adicional

Nesta seção, serão apresentados os resultados referentes à análise de interação entre os grupos (Peso Adequado ao Nascer e Baixo Peso ao Nascer); a análise entre os grupos na Ativação Muscular e Coativação, em cada terço do movimento (primeiro, segundo e terceiro terço) de cada músculo analisado (bíceps, tríceps, deltóide e peitoral); e a análise entre os grupos nas variáveis cinemáticas (Índice de Retidão, Velocidade Média e Unidades de Movimento), no Procedimento 2.

Na análise do músculo Bíceps, não houve interação dos grupos com os terços do alcance ($F=2,94$ e $p=0,06$) e não houve diferença entre os grupos nos terços ($F=0,93$ e $p=0,33$).

Já em relação ao músculo Tríceps, apesar de não ter sido encontrada interação dos grupos com os terços ($F=1,94$ e $p=0,15$), houve diferença entre os grupos nos terços do

movimento ($F=5,07$ e $p=0,02$). Foi encontrada diferença no primeiro terço ($F=7,52$ e $p=0,008$), sendo que o Grupo Peso Adequado ao Nascer apresentou maior ativação muscular que o Grupo Baixo Peso ao Nascer. No segundo ($F=2,04$ e $p=0,15$) e terceiro ($F=3,15$ e $p=0,08$) terço não houve diferença entre os grupos.

Na análise dos músculos Deltóide e Peitoral, não houve interação dos grupos com os terços ($F=0,28$ e $p=0,72$; e $F=0,002$ e $p=0,99$, respectivamente) e não houve diferença entre os grupos nos terços do movimento ($F=0,75$ e $p=0,38$; e $F=0,078$ e $p=0,78$, respectivamente).

Esses resultados estão expressos na Figura 26 – RMS – Procedimento 2 – Grupo PAN e Grupo BPN.

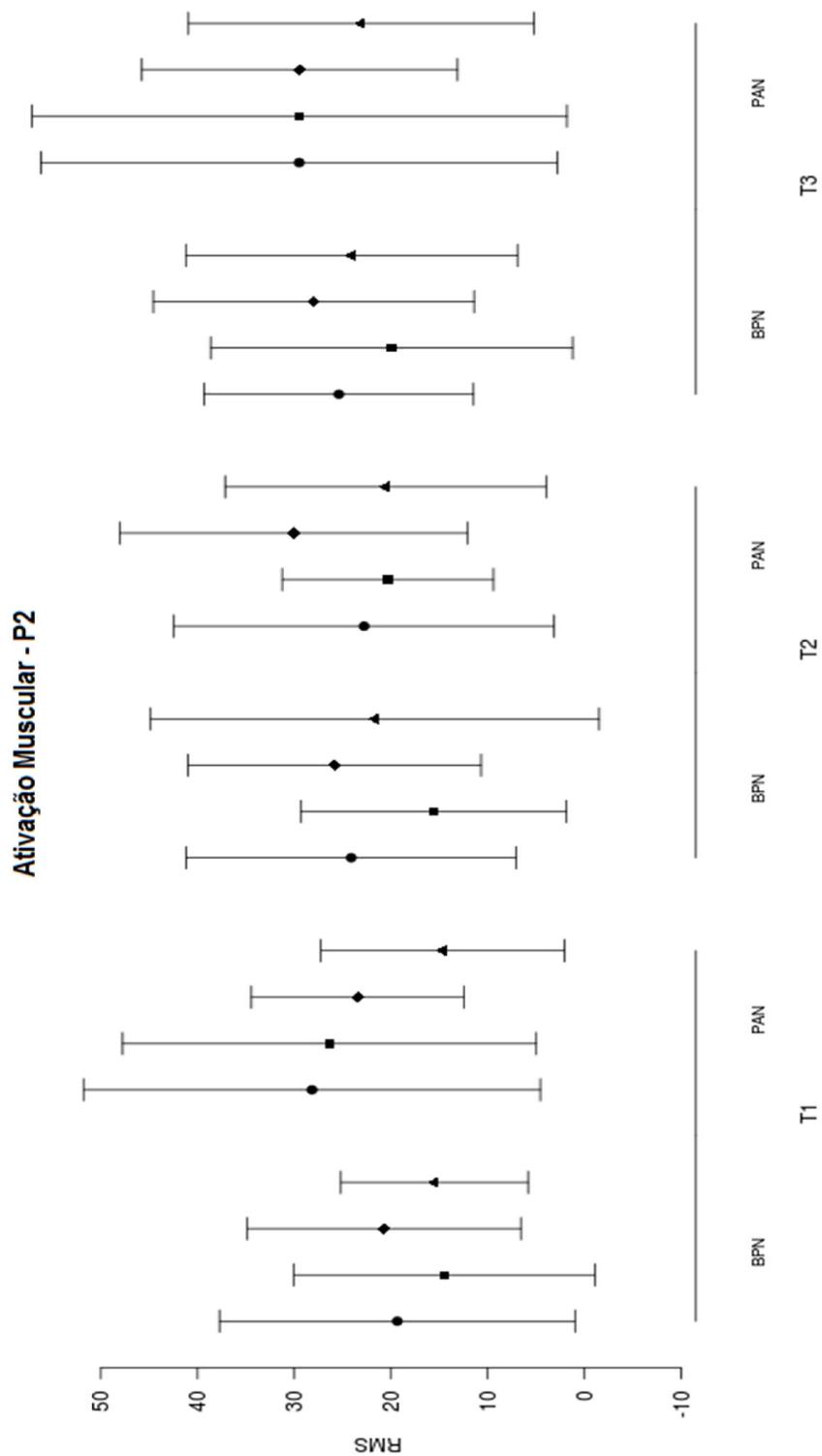


Figura 26- Ativação Muscular expressa em porcentagem de RMS após normalização, no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), dos Grupos Peso Adequado ao Nascer (PAN) e Baixo Peso ao Nascer (BPN), no Procedimento com Peso Adicional – P2, sendo ● Bíceps Braquial, ■ Tríceps Braquial, ◆ Deltóide e ▲ Peitoral Maior.

A análise da coativação no Procedimento 2 mostrou interação dos grupos com os terços ($F=4,01$ e $p=0,02$), sendo que o Grupo Peso Adequado ao Nascer diminuiu a coativação do primeiro para o segundo terço e depois a manteve no terceiro terço, já o Grupo Baixo Peso ao Nascer manteve a coativação ao longo dos três terços (Figura 27 – Interação da Coativação no P2).

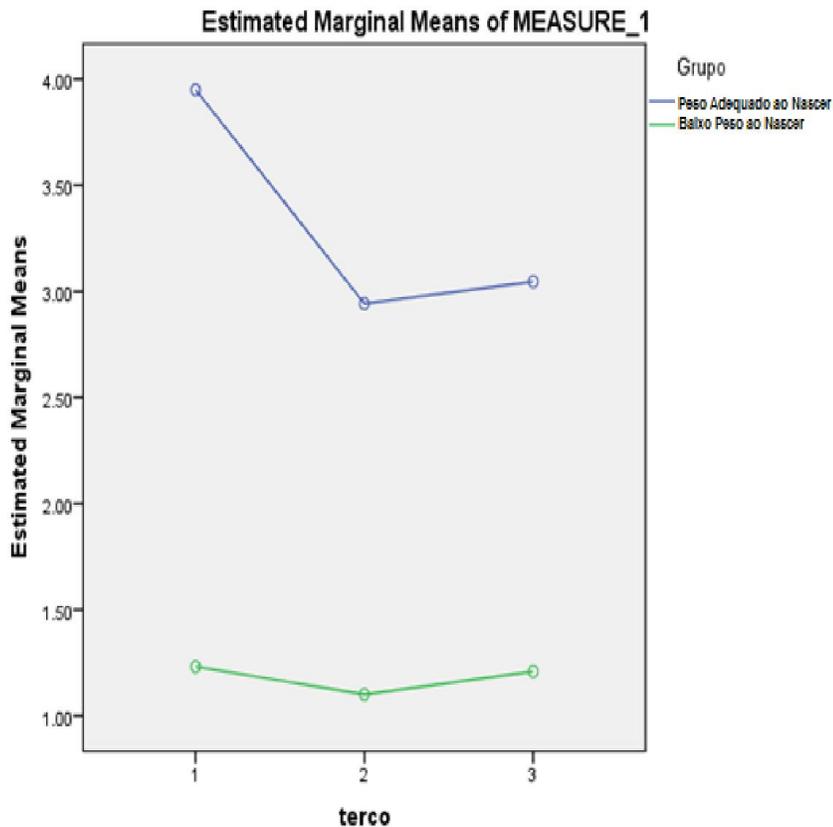


Figura 27– Interação entre os grupos (Peso adequado as nascer e Baixo peso ao Nascer) na variável Coativação, no Procedimento 2 (Peso Adicional).

Houve, ainda, diferença entre os grupos nos terços do alcance ($F=8,97$ e $p=0,004$). Nos três terços, o Grupo Peso Adequado ao Nascer apresentou uma coativação maior que o Grupo Baixo Peso ao Nascer ($F=10,63$ e $p=0,002$; $F=7,85$ e $p=0,006$; e $F=6,47$ e $p=0,01$, respectivamente), como pode ser observado na Figura 28 – Coativação – Procedimento Peso Adicional (P2).

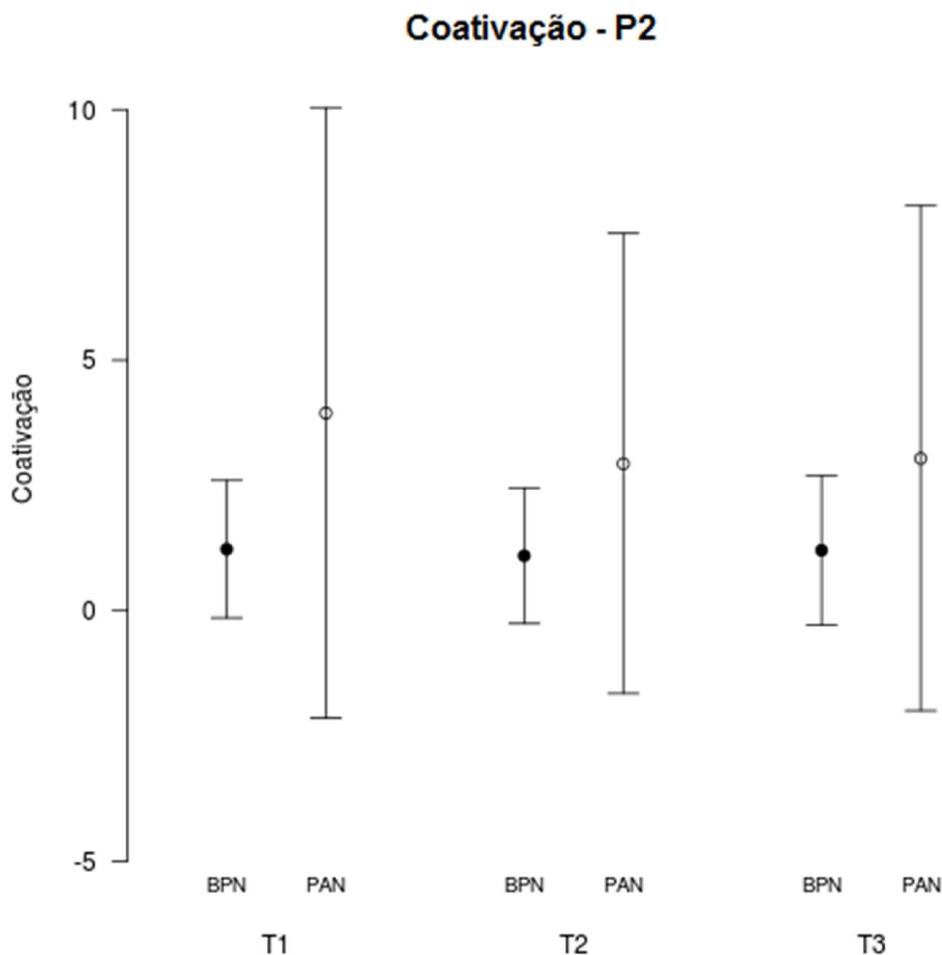


Figura 28– Coativação Muscular no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), dos Grupos Peso Adequado ao Nascer ○ (PAN) e Baixo Peso ao Nascer ● (BPN), no Procedimento com Peso Adicional – P2.

Com relação à variável cinemática Índice de Retidão não houve diferença entre os grupos no Procedimento 2 ($F=0,13$ e $p=0,71$). Esse resultado está expresso na Figura 23 – Índice de Retidão.

Com relação à variável Velocidade média, no Procedimento 2, o Grupo Peso Adequado ao Nascer apresentou valores de Velocidade Média maiores que o Grupo Baixo Peso ao Nascer ($F=12,80$ e $p<0,001$), como pode ser observado na Figura 24 – Velocidade Média.

Com relação à variável Unidades de Movimento, no Procedimento 2, não houve diferença entre os grupos ($F=0,19$ e $p=0,66$). Esse resultado está expresso na Figura 25 – Unidades de Movimento.

5.2.3. Análise da Interação das Variáveis Cinemáticas Entre grupos e Procedimentos

Com relação ao índice de retidão, foi verificada uma interação dos procedimentos com os grupos ($F=7,14$ e $p=0,008$), na qual o Grupo Peso Adequado ao Nascer assumiu um padrão de diminuição e o Grupo Baixo Peso ao Nascer um padrão de aumento do Índice de Retidão no Procedimento 2 em relação ao Procedimento 1. Resultado expresso no gráfico abaixo (Figura 29 – Interação do Índice de Retidão).

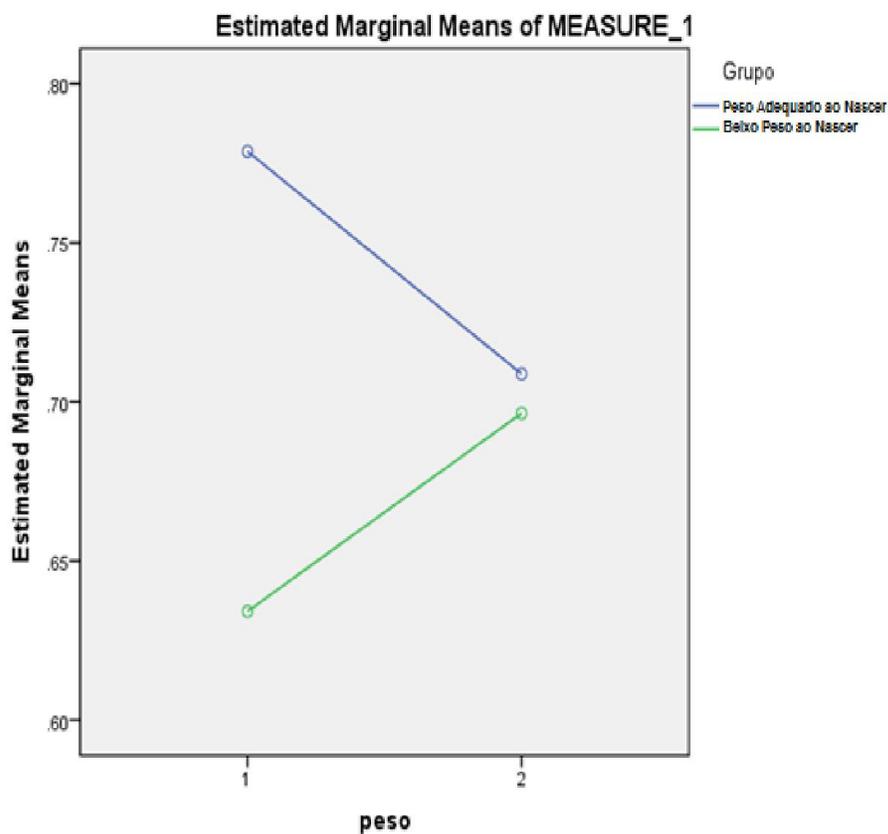


Figura 29– Interação do Índice de Retidão entre os grupos (Peso adequado ao nascer e Baixo peso ao nascer) nos procedimento (Linha de Base – P1 e Peso Adicional – P2).

Em relação à Velocidade Média foi verificada uma interação dos procedimentos com os grupos ($F=9,29$ e $p=0,003$), apesar dos dois grupos apresentarem um padrão de aumento da velocidade no Procedimento 2, o Grupo Peso Adequado ao Nascer apresentou um maior aumento. Resultado expresso no gráfico abaixo (Figura 30 – Interação – Velocidade Média).

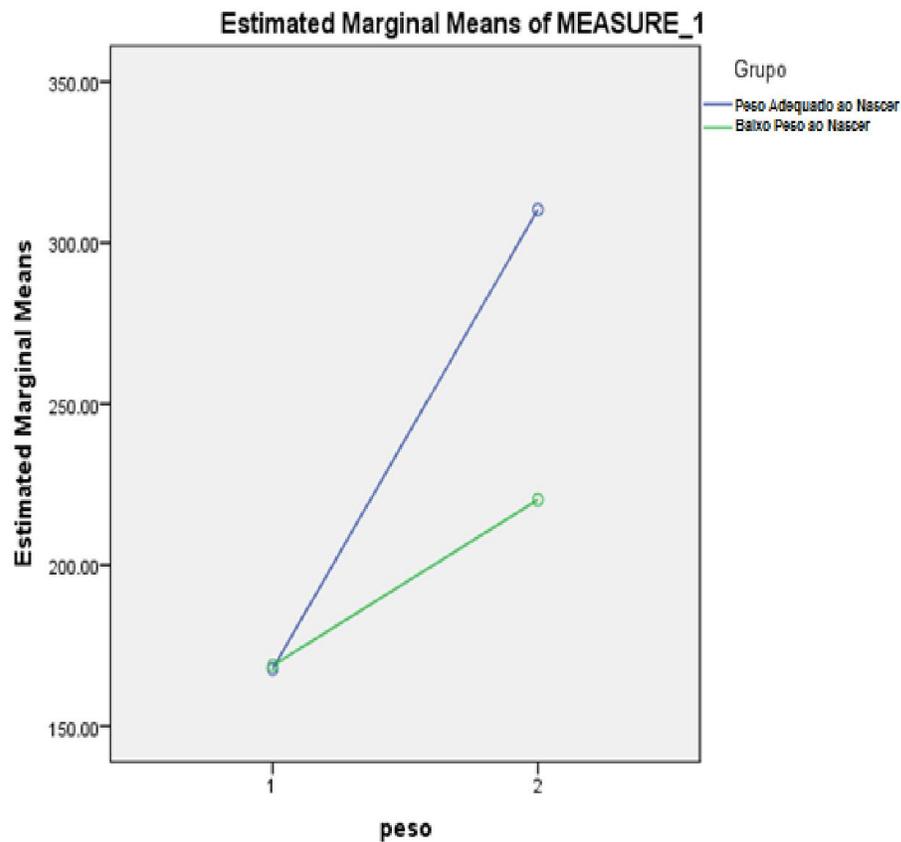


Figura 30- Interação da Velocidade Média entre os grupos (Peso adequado ao nascer e Baixo peso ao nascer) nos procedimentos (Linha de Base – P1 e Peso Adicional – P2).

Com relação às Unidades de Movimento, foi verificada uma interação dos procedimentos com os grupos ($F=4,82$ e $p=0,03$), na qual o Grupo Peso Adequado ao Nascer apresentou uma diminuição do número das unidades de movimento no Procedimento 2, enquanto o Grupo Baixo Peso ao Nascer apresentou uma diminuição mais acentuada dessa variável no mesmo procedimento. Resultado observado na Figura abaixo (Figura 31 – Interação – Unidades de Movimento).

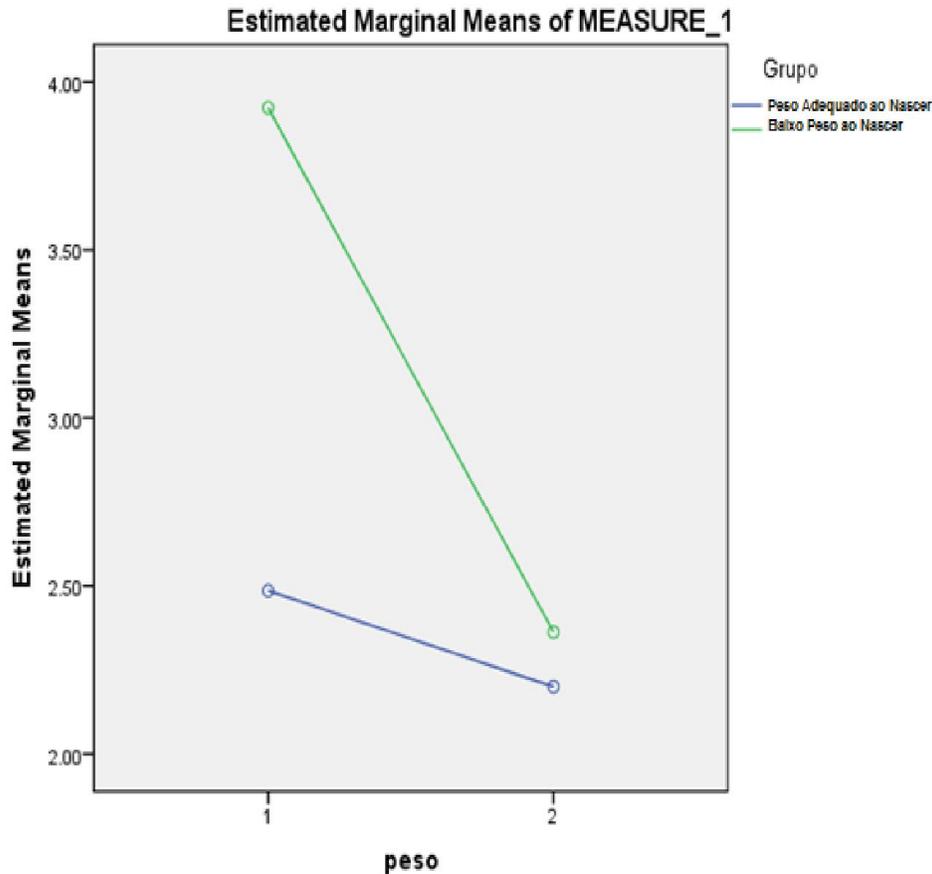


Figura 31- Interação das Unidades de Movimento entre os grupos (Peso adequado ao nascer e Baixo peso ao nascer) nos procedimentos (Linha de Base – P1 e Peso Adicional – P2).

5.2.4. Discussão do Estudo II

Ao analisar a ativação muscular durante todo o movimento em cada grupo, podemos verificar que houve algumas diferenças entre os grupos, no que se refere à ativação muscular nos músculos analisados. Observou-se que os lactentes com peso adequado ao nascer apresentam, no geral, maiores valores de RMS que os lactentes com baixo peso ao nascimento, no Procedimento 1 (Linha de Base). Esse resultado foi evidente no primeiro e segundo terço no músculo Bíceps, nos três terços no músculo Tríceps e no início do movimento no músculo Deltóide. Alguns estudos realizados na última década observaram que os lactentes pré-termo nascidos com baixo peso e muito baixo peso (aqueles com peso ao nascimento entre 1000g e 1500g) apresentam uma menor massa magra, ou seja, massa muscular, do que os lactentes nascidos a termo com o peso adequado, e que essa diferença se mantém até os 24 meses de idade corrigida (BELFORT et. al., 2013; RAMEL et. al., 2012; BELFORT et. al., 2011). Ao considerarmos que a ativação muscular avaliada por meio da eletromiografia (EMG) é proporcional à quantidade de

unidades motoras e as mesmas são proporcionais à área de secção transversa do músculo (NORDIM E FRANKEL, 2003) a menor ativação do Grupo Baixo Peso ao Nascer pode ser justificada por essa possível desproporção de massa muscular típica desta população.

Outra razão para essa ativação muscular mais baixa no Grupo Baixo Peso ao Nascer parece estar relacionada ao fato de os lactentes nascidos prematuros apresentarem um tônus muscular mais baixo que os lactentes nascidos a termo (MCGREW et. al, 1985). O sinal eletromiográfico é a somação algébrica de todos os sinais detectados em certa área, podendo ser afetado por propriedades musculares, anatômicas e fisiológicas (ENOKA, 2000); logo, sua magnitude geralmente está diminuída em músculos hipotônicos.

É possível observar, ainda, que os grupos se comportam de forma diferente ao longo do movimento, chegando a apresentar padrões de ativação muscular opostos. Apesar de não ter sido verificada diferença significativa entre os terços para o músculo Bíceps, como demonstrado anteriormente, houve interação entre os terços e os grupos para essa musculatura. Os lactentes com peso adequado ao nascimento apresentaram uma tendência à diminuição da ativação muscular do bíceps no decorrer do movimento, enquanto os lactentes com baixo peso ao nascer apresentam uma tendência à elevação desses valores.

De Groot et. al. (1992), em seu estudo comparando a potência muscular ativa (relativa à ativação muscular nos movimentos realizados de forma ativa) e potência muscular passiva (relativa à resistência muscular aos movimentos passivos) em lactentes a termo e pré-termo, mostrou que de uma forma geral os lactentes a termo apresentam um movimento mais harmonioso e controlado, enquanto que nos lactentes prematuros de baixo risco era observado um desequilíbrio entre potência muscular ativa e passiva, gerando movimentos menos harmoniosos. Talvez por esse melhor controle muscular apresentado pelos lactentes do Grupo Peso Adequado ao Nascer, não houve necessidade de uma elevação da ativação com o passar dos terços, seu maior esforço é realizado no início do movimento para retirar o membro superior do estado de inércia e, uma vez vencida essa resistência inicial, o lactente parece se organizar, a fim de diminuir o gasto energético e aumentar a sua eficiência. Os lactentes nascidos com baixo peso, por sua vez, por não apresentarem o mesmo controle muscular, além de uma incapacidade de modular a atividade motora eferente (VAN DER FITS et. al., 1999), apresentaram necessidade, então, do aumento de sua ativação muscular ao longo do movimento.

Outro fato que merece atenção é que o estudo foi realizado com lactentes aos 6 meses de idade corrigida. Está documentado na literatura que os lactentes a termo dessa idade se encontram em uma fase madura do movimento de alcance. Após passar por uma fase de grande experimentação das possibilidades de ação desse movimento por volta dos 4 meses, esses lactentes selecionam e desenvolvem os padrões que consideram mais adequados para o sucesso da tarefa (TOLEDO E TUDELLA, 2008). Para os lactentes pré-termo, a literatura aponta um maior cuidado por parte desses lactentes na realização do movimento, sendo possível observar alterações nos padrões de velocidade e a utilização de estratégias compensatórias para tentar

garantir o sucesso do alcance (TOLEDO E TUDELLA, 2008). Esses apontamentos reforçam a ideia de um melhor controle motor e muscular dos lactentes a termo com peso adequado ao nascer.

Já para o músculo Tríceps, ambos os grupos apresentam um padrão de aumento de ativação muscular ao longo do movimento, entretanto o Grupo Peso Adequado ao Nascer apresenta uma maior ativação do meio para o final do movimento. Uma possível interpretação para este resultado relaciona-se ao fato do possível controle muscular mais eficiente dos lactentes a termo nascidos com peso adequado, o que os possibilita a utilização dessa estratégia para maior estabilização na hora do toque no objeto.

Com relação à coativação, no Procedimento 1, foi observado que o Grupo Peso adequado ao nascimento apresentou maiores valores de coativação em relação ao Grupo Baixo Peso ao Nascer apenas no terço final do movimento. O último terço do alcance foi definido como os momentos finais incluindo o toque da mão do lactente no objeto; esse momento é de grande importância no movimento como um todo, pois é esse período que definirá o sucesso ou não da tarefa. Por essa razão, é necessário um controle muscular e planejamento motor adequado para que o braço se mantenha estabilizado com uma extensão de cotovelo para que o objeto seja alcançado à frente. Outra possível causa é o fraco desempenho na regulação da força muscular dos membros superiores de lactentes prematuros durante a função da mão (DE GROOT, 2000), que acarretaria, além de menores valores de RMS, um menor controle do movimento representado pela coativação.

Pfister e Ramel (2014), em revisão acerca do crescimento linear e neurodesenvolvimento de lactentes pré-termo de baixo peso, apontam que a redução de massa muscular observada nessa população está associada ao maior risco de déficits no desenvolvimento cerebral, podendo estar relacionado ao atraso no desenvolvimento motor e a dificuldade de planejamento motor. Esses fatores associados ao pior controle muscular apresentado pelos lactentes prematuros com baixo peso ao nascer podem ser a causa dessa menor coativação encontrada em comparação ao grupo de lactentes a termo com peso adequado ao nascimento.

Ao analisar a diferença entre os grupos nas variáveis cinemáticas do alcance, observou-se que os lactentes do Grupo Peso Adequado ao Nascer apresentaram valores mais altos de índice de Retidão e menos Unidades de Movimentos em comparação com o Grupo Baixo Peso ao Nascer. Para a variável Velocidade Média, não houve diferença entre os grupos.

Além dos apontamentos feitos anteriormente à respeito do controle muscular dos lactentes, as diferenças entre os grupos podem ser justificadas pelas próprias características do alcance de lactentes a termo e pré-termo bem documentadas na literatura. No alcance manual de lactentes prematuros moderados, aqueles com idade gestacional entre 32 a 36 semanas, observa-se que estes apresentam uma trajetória menos retilínea e com mais correções e mais unidades de movimento (TOLEDO E TUDELLA, 2008). Os autores justificam este movimento mais precário do grupo pré-termo devido aos déficits de informações sensoriais, coordenação viso-motora e global apresentados por esses lactentes. Apesar de não haver, na literatura pesquisada, estudos que

abordem exclusivamente o fator peso ao nascimento no alcance manual, os estudos realizados com lactentes pré-termo trazem informações interessantes e extrapoláveis para o grupo observado no presente estudo.

Ao compararmos os grupos no Procedimento 2 deve ser levado em consideração que os lactentes com peso adequado ao nascimento mantiveram a ativação muscular no Procedimento 2 próxima aos valores encontrados no Procedimento 1 e os lactentes com baixo peso ao nascer aumentaram a ativação muscular no Procedimento 2 em relação ao Procedimento 1. Com isso, é possível notar que a ativação muscular entre eles, no Procedimento 2, é similar, justificando assim não ter havido diferença entre eles nesse procedimento nos músculos Bíceps, Deltóide e Peitoral.

No músculo Tríceps, o Grupo Peso Adequado ao Nascer apresentou maior ativação muscular no início do movimento. Novamente estes resultados podem ser atribuídos a maior percepção e adequação na estratégia do movimento por parte dos lactentes a termo nascidos com peso adequado. A maior ativação do músculo tríceps no início do movimento, com o peso adicional, reforça o possível melhor planejamento motor dos lactentes a termo com peso adequado ao nascimento frente às restrições impostas. É importante lembrarmos que, como dito anteriormente, os lactentes foram avaliados aos 6 meses de idade corrigida, idade em que o alcance manual dos lactentes nascidos a termo está documentada na literatura como um idade com um alcance manual mais maduro (TOLEDO E TUDELLA, 2008).

Apesar da diferença da modulação da contração muscular de Tríceps, os lactentes do Grupo Baixo Peso ao Nascer aumentaram sua ativação muscular a valores bastante similares aos do Grupo Peso Adequado ao Nascer. Esse fato é interessante, pois, aparentemente, o peso adicional aproxima os lactentes de baixo peso de uma contração mais eficiente, representada pela referência do grupo controle, que pode ser justificado pelo aumento da propriocepção causado pelo peso (CHEN et al., 2002).

Chen et. al. (2002), em seu estudo com a utilização do peso adicional no alcance manual, afirma que o mesmo proporciona uma informação adicional proprioceptiva que de uma forma geral, contribui na realização do movimento. Além disso, a literatura associa a utilização do peso adicional à estimulação de receptores de monitorização do esforço muscular como o órgão tendinoso de Golgi (MASSION, 1998). Esses efeitos parecem ter auxiliado os lactentes com baixo peso ao nascer a executar um movimento com características de uma ativação muscular mais eficiente com o uso do peso adicional.

Essas características descritas acima também explicam a diferença entre os grupos nas variáveis cinemáticas do alcance no Procedimento 2. O aumento das informações proprioceptivas podem estar relacionados à ausência de diferença entre os grupos nas variáveis Índice de Retidão e Unidades de Movimento, mostrando que essas informações fornecidas pelo peso adicional aproximaram os dois grupos, que eram diferentes no Procedimento 1.

Em contrapartida, os lactentes do Grupo Peso Adequado ao Nascer apresentaram valores mais altos de Velocidade Média em comparação com o Grupo Baixo Peso ao Nascer. Tais

resultados foram similares aos encontrados no estudo de Toledo e Tudella (2008), no qual lactentes pré-termo tardios apresentaram uma velocidade média menor durante o alcance que lactentes a termo com peso adequado ao nascer. Os autores afirmaram que este movimento mais lento do alcance pode ter ocorrido para que os lactentes pré-termo pudessem realizar um movimento que garantisse o sucesso no final do movimento com a apreensão do objeto. Apesar de não ter sido analisado no presente estudo a apreensão do objeto, esta interpretação pode justificar a diferença encontrada entre os grupos no presente estudo.

5.2.4. Conclusão do Estudo II

Diante dos resultados encontrados podemos afirmar que os lactentes prematuros nascidos com baixo peso apresentam menores valores de ativação muscular e coativação quando comparados aos lactentes a termo com peso adequado ao nascer, provavelmente relacionado a uma menor massa muscular e a um tônus muscular diminuído no desses lactentes.

É possível observar também que lactentes prematuros com baixo peso ao nascer apresentam um movimento de alcance com mais unidades de movimento e menor velocidade média e índice de retidão. Esses resultados estão associados a um movimento de alcance mais tortuoso e menos harmonioso.

Além disso, os lactentes com baixo peso ao nascer apresentam um controle muscular menor do que os lactentes com peso adequado ao nascer, justificando, assim, a necessidade da realização de intervenções e orientações para os lactentes nascidos com baixo peso.

Os resultados encontrados na análise com peso adicional apontou que as diferenças encontradas no Procedimento Linha de Base (P1) foram reduzidas, e os lactentes apresentaram, nessa condição, parâmetros cinemáticos e eletromiográficos mais semelhantes, sugerindo que a utilização do peso adicional pode promover um movimento de alcance mais eficiente para os lactentes prematuros com baixo peso ao nascer.

5.3 ESTUDO III

O Estudo III teve como objetivo analisar a influência do peso adicional nas variáveis eletromiográficas e cinemáticas no alcance manual, por meio de uma análise entre os procedimentos (Procedimento 1 – Linha de Base e no Procedimento 2 – peso adicional) em cada grupo de lactentes (Grupo Peso Adequado ao Nascer e Grupo Baixo Peso ao Nascer).

5.3.1. Resultados do Estudo III

5.3.1.1. Influência do peso adicional na Ativação Muscular (RMS) e coativação no Grupo Peso Adequado ao Nascer

Nesta seção, serão apresentados os resultados referentes à análise entre os procedimentos (Linha de base – P1 e Peso Adicional – P2) para cada músculo analisado (bíceps, tríceps, deltóide e peitoral) e em cada terço do movimento (primeiro, segundo e terceiro terço) e a coativação no Grupo Peso Adequado ao Nascer.

Na análise do músculo Bíceps, não foi encontrada diferença entre os procedimentos no primeiro e segundo terços do alcance ($F=1,96$ e $p=0,16$ e $F=0,37$ e $p=0,54$, respectivamente). Houve diferença no terceiro terço entre os procedimentos ($F=21,22$ e $p<0,001$), no qual o Grupo Peso Adequado ao Nascer aumentou a ativação muscular no procedimento 2 em relação ao Procedimento 1 ($F=7,11$ e $p=0,009$).

Na análise do músculo Tríceps, não houve diferença significativa entre os procedimentos em nenhum dos três terços analisados ($F=0,63$ e $p=0,42$; $F=2,98$ e $p=0,08$; e $F=0,35$ e $p=0,55$, respectivamente).

A análise do músculo Deltóide demonstrou que não houve diferença entre os procedimentos nos terços do alcance ($F=0,96$ e $p=0,32$; $F=3,2$ e $p=0,07$; e $F=1,84$ e $p=0,17$, respectivamente); assim como no músculo peitoral ($F=0,28$ e $p=0,59$; $F=0,1$ e $p=0,74$; e $F=0,56$ e $p=0,45$, respectivamente).

Tais resultados podem ser observados na Figura 32 – RMS - Procedimento Linha de Base (P1) e Procedimento Peso Adicional (P2) – Grupo Peso Adequado ao Nascer (PAN).

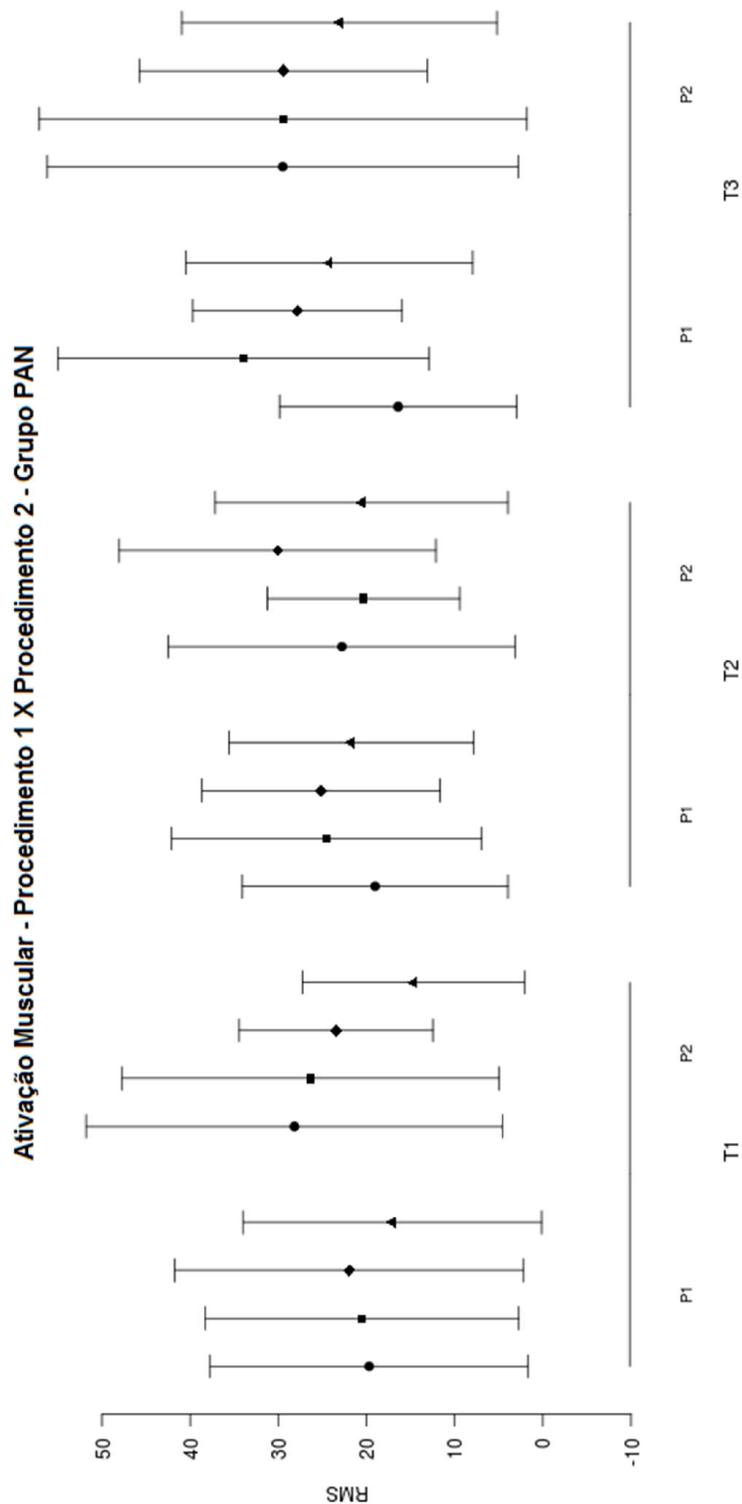


Figura 32- Ativação Muscular expressa em porcentagem de RMS após normalização, no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), do Grupo Peso Adequado ao Nascer (PAN), no Procedimento Linha de Base – P1 e Procedimento com Peso Adicional – P2, sendo ● Bíceps Braquial, ■ Tríceps Braquial, ◆ Deltóide e ▲ Peitoral Maior.

Com relação à coativação, não houve diferença entre os procedimentos no primeiro terço do movimento ($F=2,94$ e $p=0,09$). No entanto, observou-se diferença no segundo terço ($F=10,73$ e $p=0,002$), no qual a coativação diminuiu no Procedimento 2 em relação ao Procedimento 1 ($F=7,14$ e $p=0,009$) e no terceiro terço do alcance, no qual houve uma diminuição da coativação no procedimento 2 ($F=5,92$ e $p=0,01$).

Tais resultados podem ser observados na Figura 33 – Coativação - Procedimento Linha de Base (P1) e Procedimento com Peso Adicional (P2) – Grupo Peso Adequado ao Nascer (PAN).

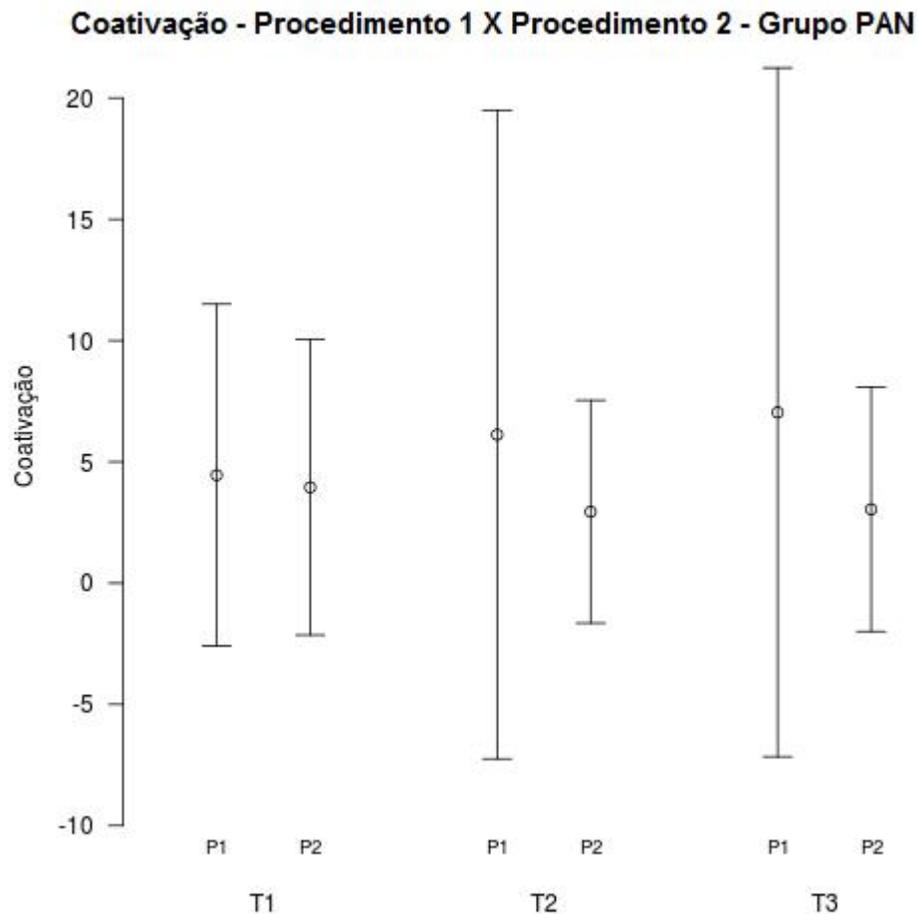


Figura 33– Coativação, nos terços do movimento (T1, T2 e T3), no Grupo Peso Adequado ao Nascer (PAN), nos Procedimentos 1 e 2.

5.3.1.2. Influência do peso adicional nas variáveis cinemáticas no Grupo Peso Adequado ao Nascer

Nesta seção, serão apresentados os resultados referentes à análise entre os procedimentos (Linha de Base – P1 e Peso Adicional – P2) para as variáveis cinemáticas (índice de retidão, velocidade média e unidades de movimento) no Grupo Peso Adequado ao Nascer.

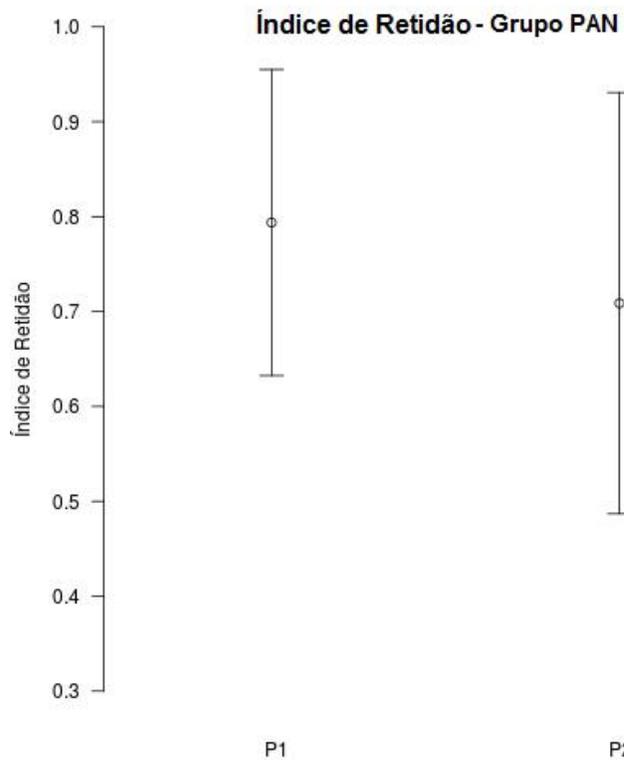


Figura 34- Índice de Retidão, do Grupo Peso Adequado ao Nascer ◦ (PAN), nos Procedimentos 1 e 2.

Com relação à variável índice de retidão, observou-se que não houve diferença significativa entre os procedimentos no grupo no Grupo Peso Adequado ao Nascer ($F=3,54$ e $p=0.06$) (Figura 34 – Índice de Retidão – Grupo Peso Adequado ao Nascer (PAN)).

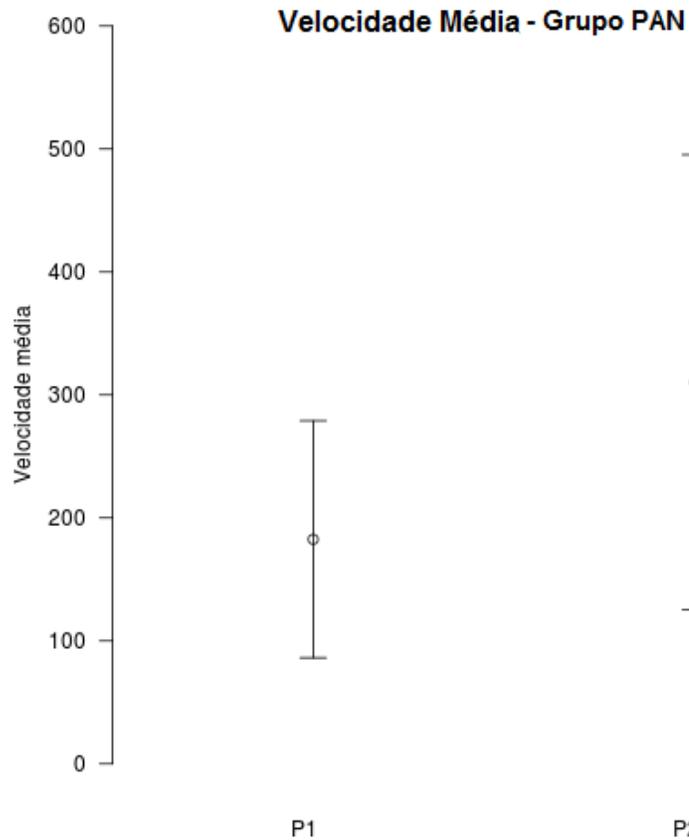


Figura 35– Velocidade Média expressa em mm/s, do Grupo Peso Adequado ao Nascer ◦ (PAN), nos Procedimentos 1 e 2.

Quanto à variável velocidade média, observou-se aumento na velocidade média no Procedimento 2 em relação ao Procedimento 1 ($F=43,25$ e $p<0,001$) no Grupo Peso Adequado ao Nascer (Figura 35 - Velocidade Média – Grupo Peso Adequado ao Nascer (PAN)).

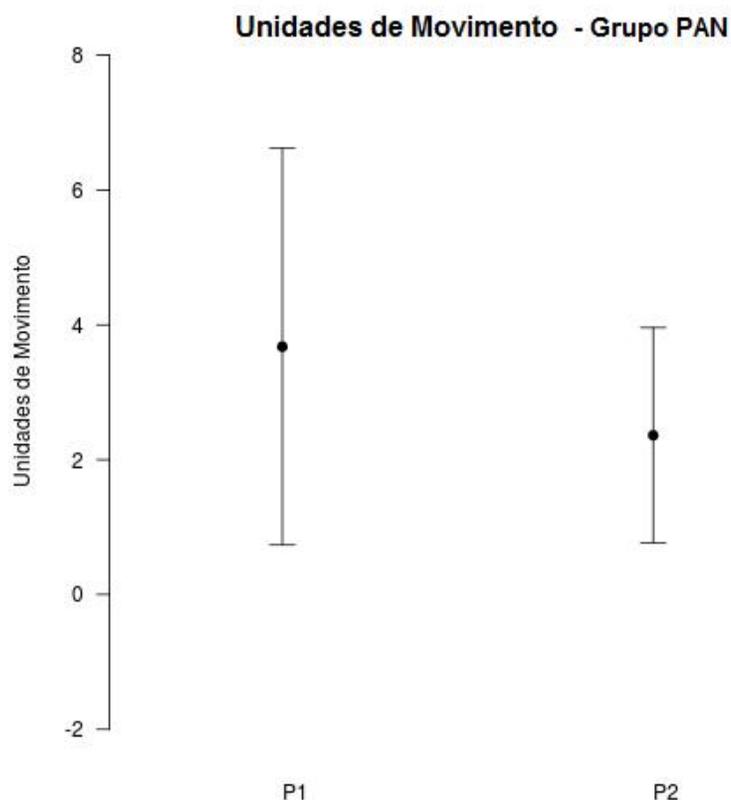


Figura 36– Unidades de Movimento do Grupo Peso Adequado as Nascer o (PAN), nos Procedimentos 1 e 2.

Com relação à variável Unidades de Movimento, pode-se observar que, no Grupo Peso Adequado ao Nascer, foi encontrada diferença entre os procedimentos, sendo que o Procedimento 2 apresentou menos unidades de movimento que o Procedimento 1 ($F=4,01$ e $p=0,03$) (Figura 36 – Unidades de Movimento – Grupo Peso Adequado ao Nascer (PAN)).

5.3.1.3. Influência do peso adicional na Ativação Muscular (RMS) e coativação no Grupo Baixo Peso ao Nascer

Nesta seção, serão apresentados os resultados referentes à análise entre os procedimentos (Linha de Base – P1 e Peso Adicional – P2) para cada músculo analisado (bíceps, tríceps, deltóide e peitoral) e em cada terço do movimento (primeiro, segundo e terceiro terço) e a coativação no Grupo Baixo Peso ao Nascer.

Na análise do músculo Bíceps, foi encontrada diferença entre os procedimentos nos três terços do movimento, sendo que em todos eles a ativação muscular aumentou no Procedimento 2 em relação ao Procedimento 1 ($F=9,47$ e $p=0,003$; $F=19,40$ e $p<0,001$; e $F=20,95$ e $p<0,001$, respectivamente).

Nas demais musculaturas não houve diferença significativa entre os procedimentos em todos os terços analisados (Tríceps: $F=0,63$ e $p=0,42$; $F=2,98$ e $p=0,08$; e $F=0,35$ e $p=0,55$. Deltóide: $F=0,96$ e $p=0,32$; $F=3,2$ e $p=0,07$; e $F=1,84$ e $p=0,17$. Peitoral: $F=0,28$ e $p=0,59$; $F=0,1$ e $p=0,74$; e $F=0,56$ e $p=0,45$).

Tais resultados podem ser observados na Figura 37 – RMS - Procedimento Linha de Base (P1) e Procedimento Peso Adicional (P2) – Grupo Baixo Peso ao Nascer (BPN).

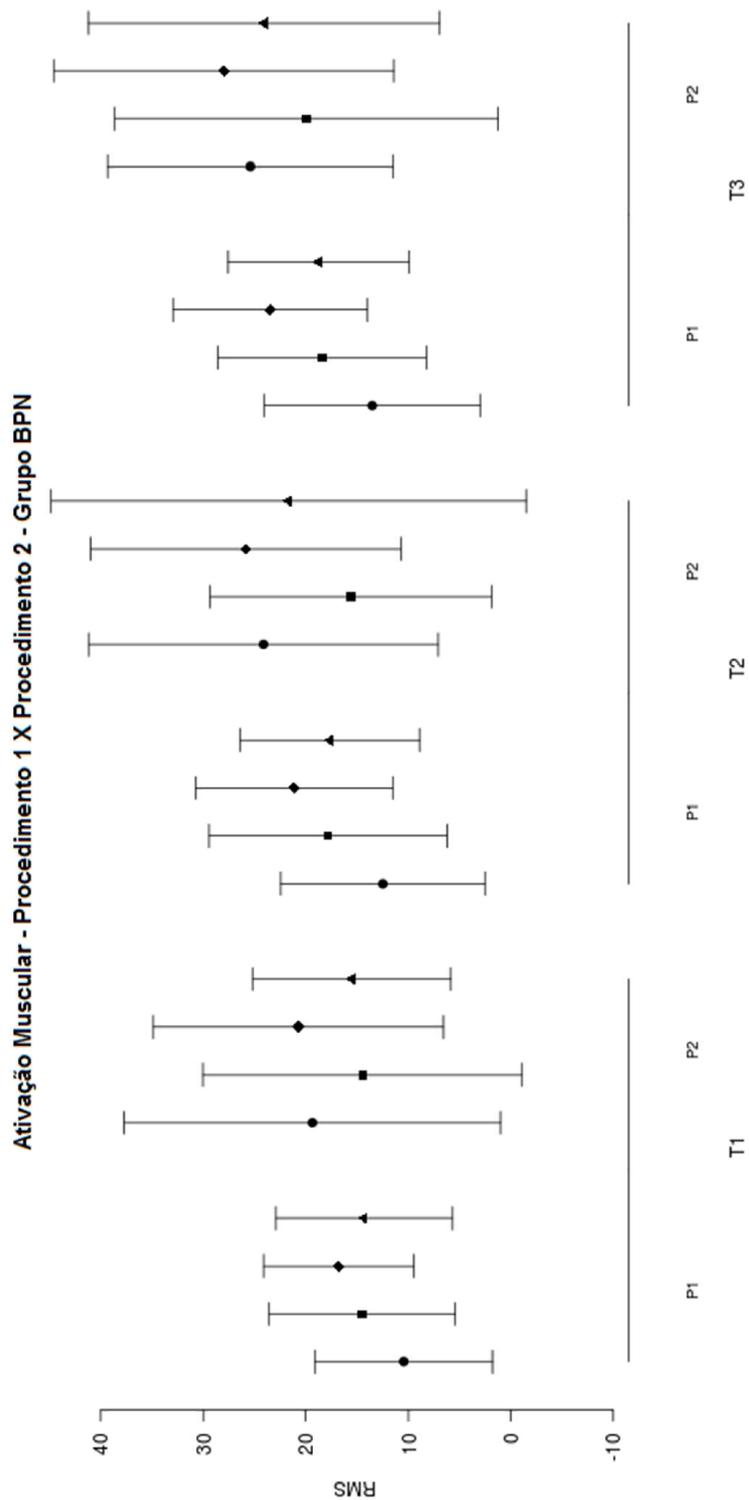


Figura 37- Ativação Muscular expressa em porcentagem de RMS após normalização, no Terço 1 (T1), Terço 2 (T2) e Terço 3 (T3), do Grupo Baixo Peso ao Nascer (BPN), no Procedimento Linha de Base – P1 e Procedimento com Peso Adicional – P2, sendo ● Bíceps Braquial, ■ Tríceps Braquial, ◆ Deltóide e ▲ Peitoral Maior.

Com relação à coativação entre os músculos bíceps e tríceps, não foram encontradas diferenças entre os procedimentos em nenhum dos três terços analisados ($F=2,94$ e $p=0,09$; $F=3,68$ e $p=0,059$; e $F=1,72$ e $p=0,19$, respectivamente) no Grupo Baixo Peso ao Nascer. (Figura 38 – Coativação - Procedimento Peso Adicional (P2) – Grupo Baixo Peso ao Nascer).

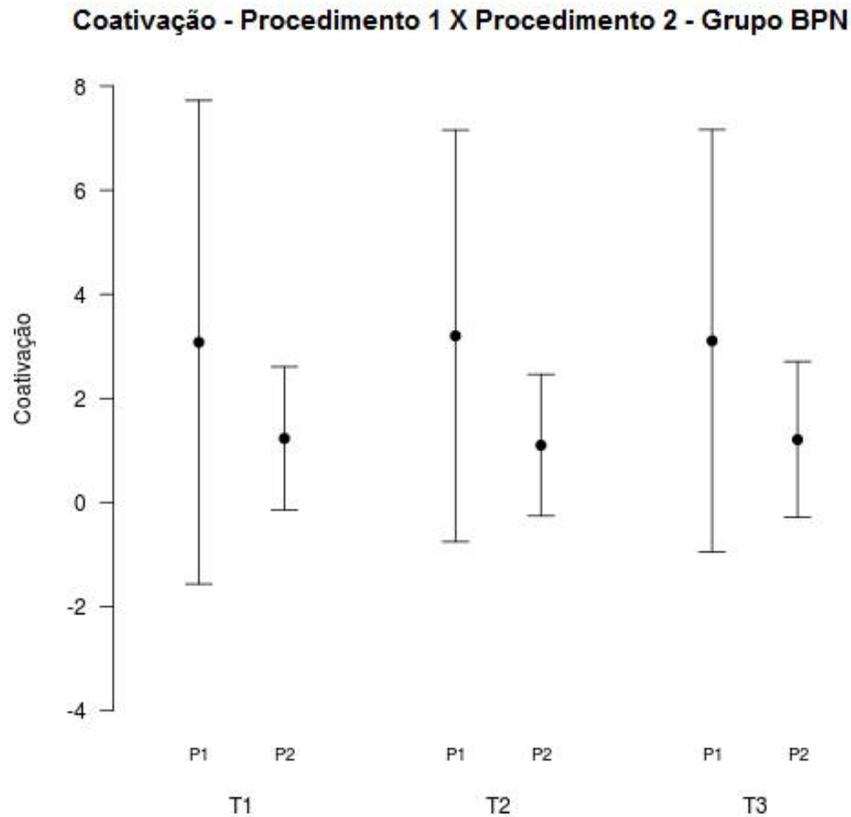


Figura 38– Coativação, nos terços do movimento (T1, T2 e T3), no Grupo Baixo Peso ao Nascer (PAN), nos Procedimentos 1 e 2.

5.3.1.2. Influência do peso adicional nas variáveis cinemáticas no Grupo Baixo Peso ao Nascer

Nesta seção, serão apresentados os resultados referentes à análise entre os procedimentos (Linha de Base – P1 e Peso Adicional – P2) para as variáveis cinemáticas (índice de retidão, velocidade média e unidades de movimento) no Grupo Baixo peso ao Nascer.

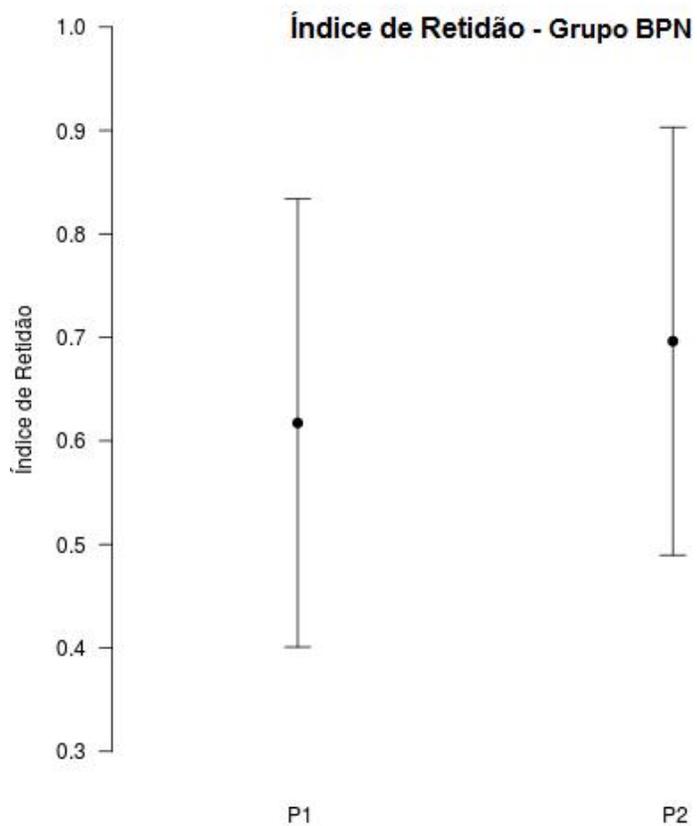


Figura 39- Índice de Retidão, do Grupo Baixo Peso ao Nascer • (BPN), nos Procedimentos 1 e 2.

Quanto ao Índice de Retidão, não foram encontradas diferenças significativa entre os procedimentos no Grupo Baixo Peso ao Nascer ($F=3,64$ e $p=0,058$). (Figura 39 – Índice de Retidão – Grupo Baixo Peso ao Nascer (BPN))

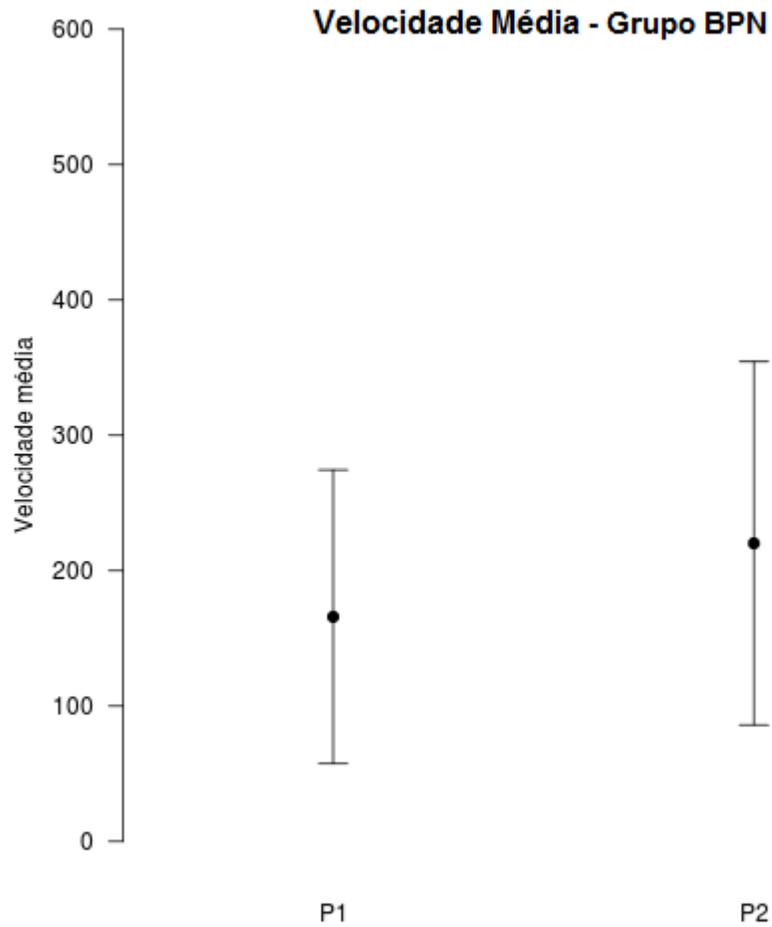


Figura 40– Velocidade Média expressa em mm/s, do Grupo Baixo Peso ao Nascer • (BPN), nos Procedimentos 1 e 2.

Ao se tratar da variável Velocidade Média, foi observado um aumento da mesma no Procedimento 2 em relação ao Procedimento 1 no grupo Baixo Peso ($F=7,34$ e $p=0,007$) (Figura 40 - Velocidade Média – Grupo Baixo Peso ao Nascer).

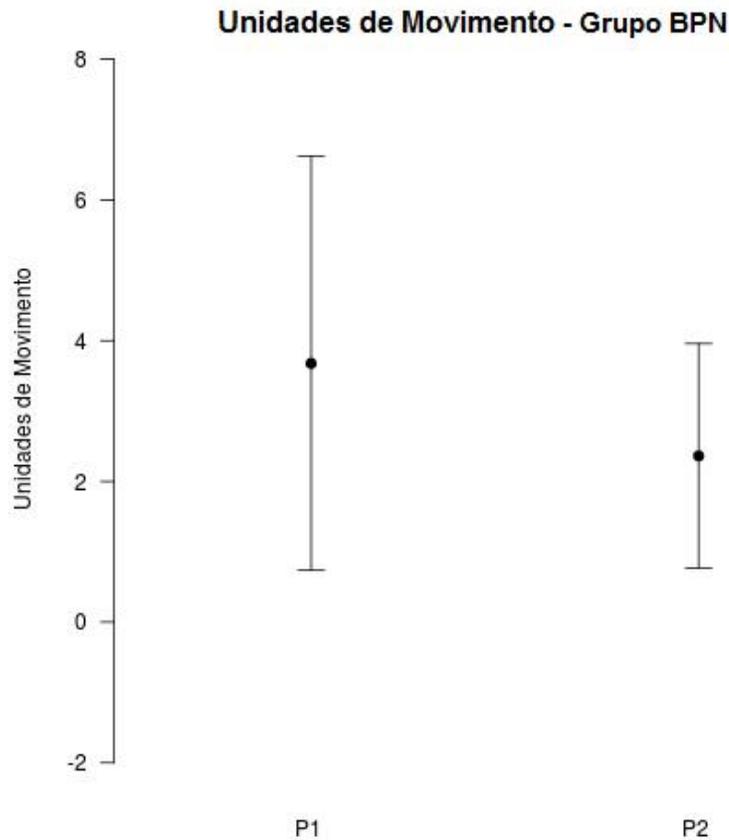


Figura 41– Unidades de Movimento do Grupo Baixo Peso ao Nascer • (BPN), nos Procedimentos 1 e 2.

Com relação às Unidades de Movimento, observou-se diferença significativa entre os procedimentos, sendo que o Procedimento 2 apresentou menos unidades de movimento que o Procedimento 1 ($F=10,12$ e $p=0,002$) (Figura 41 - Unidades de Movimento – Grupo Baixo Peso ao Nascer (BPN)).

5.3.2. Discussão do Estudo III

É importante ressaltar que o caráter original da análise do movimento de alcance por fases – início, meio e fim – dificulta comparações com a literatura, bem como a análise das variáveis eletromiográficas nesses momentos. Entretanto, estudos que investigam o efeito do peso adicional em variáveis cinemáticas de lactentes prematuros e a termo são de grande importância para o entendimento da sua real influência na habilidade do alcance manual.

Toledo e colaboradores (2012), em seu estudo investigando o efeito do peso adicional em lactentes a termo e pré-termo com 5, 6 e 7 meses de idade corrigida por meio de variáveis cinemáticas, observaram de uma forma geral que o peso, quando comparado ao procedimento

sem peso, favoreceu o aumento da velocidade média, diminuiu as unidades de movimento e aumentou a frequência de alcances sem sucesso, além de diminuir o índice de retidão em uma das idades analisadas (aos 5 meses). Dessa forma, concluíram que o peso adicional mostrou-se com efeitos facilitadores, perturbadores e estabilizadores dependendo da variável analisada. Apesar da diferença de restrição intrínseca do presente estudo, uma vez que o estudo de Toledo não avaliou lactentes com baixo peso ao nascer, este fator parece ter ocasionado resultados semelhantes nas variáveis utilizadas no presente estudo.

Não houve diferença entre os procedimentos na variável Índice de Retidão de ambos os grupos, entretanto tanto o Grupo Peso Adequado ao Nascer quanto o Grupo Baixo Peso ao Nascer aumentaram a sua Velocidade Média e diminuíram as Unidades de Movimento no Procedimento 2 em relação ao Procedimento 1. Da mesma forma, é possível observar que o peso adicional se mostrou facilitador das variáveis de Velocidade Média e Unidade de Movimento, e estabilizador da variável Índice de Retidão.

Ainda no estudo realizado por Toledo e colaboradores (2012), uma de suas inferências foi que os lactentes possivelmente tenham aumentado a geração de força no Procedimento 2 acarretando, assim, um movimento mais veloz e mais fluente, com menos unidades de movimento. No entanto, os autores analisaram o movimento de alcance somente cinematicamente. Uma das ferramentas que poderia deixar mais clara a interpretação de seus resultados quanto ao possível aumento de força é o uso da eletromiografia, utilizada no presente estudo. Tal ferramenta poderia proporcionar uma análise da ativação muscular e conseqüentemente uma inferência mais direta quanto ao aumento da força muscular.

O Grupo Peso Adequado ao Nascer apresentou diferença entre os procedimentos na ativação muscular do músculo Bíceps, sendo que em seu terceiro terço houve um aumento nos valores de RMS no Procedimento 2 em relação ao Procedimento 1. O Grupo Baixo Peso ao Nascer, por sua vez, apresentou um aumento da ativação muscular de Bíceps; no entanto, o mesmo foi observado nos três terços do movimento.

A adição de um peso distal ao braço do lactente demanda uma maior quantidade de músculos em contração. No caso da realização do alcance nessas condições, o lactente precisa: a-) além de contrair os músculos geralmente usados para produzir o movimento de flexão de ombro – deltóide anterior, bíceps braquial e coracobraquial –, contrair praticamente todos os músculos do complexo do ombro, seja para produzir ou conter o movimento, para manter a posição desejada, para contrabalancear um movimento indesejado de outro músculo ativo ou para estabilizar a articulação glenoumeral; b-) realizar uma contração sinérgica de bíceps braquial e tríceps braquial, para que o cotovelo se mantenha estabilizado e não se mova com as contrações dos flexores e extensores de punho e dedos. Quanto maior a carga, maior é a quantidade de músculos recrutados, incluindo músculos distantes a carga; uma carga distal em antebraço no movimento de alcance recruta músculos de punho, cotovelo, ombro e até mesmo de tronco. (SMITH et. al., 1997)

Para situações em que mais de uma articulação é usada, geralmente seleciona-se músculos multiarticulares que envolvam essas articulações como forma de economia energética. Em situações de carga, entretanto, encontramos situações em que músculos multiarticulares são selecionados para tarefas uniarticulares e mesmo assim mantêm a característica de economia energética. Nesses casos, durante a contração do músculo multiarticular, um outro músculo é contraído para estabilizar a articulação que não será movimentada; assim, o músculo multiarticular efetua seu trabalho em estado alongado por grande amplitude, usando a porção favorável do diagrama de comprimento-tensão (SMITH et. al., 1997).

Como relatado anteriormente, o Bíceps Braquial foi mais ativado pelos lactentes no procedimento com o peso adicional. O Bíceps é um músculo triarticular, que realiza flexão de ombro, flexão de cotovelo e supinação; por esse motivo, seria a escolha mais óbvia em situações de carga, pois realizaria a flexão de ombro e manteria o cotovelo estendido através de uma ação sinérgica com o tríceps, e ainda garantiria menor gasto energético. Portanto, quando submetemos o sistema a um peso adicional, o bíceps vai sendo cada vez mais ativado, para que seja possível vencer essa resistência imposta, mesmo que com atividade excêntrica da musculatura (SMITH et. al., 1997).

O resultado encontrado para o Grupo Peso Adequado ao Nascer pode se relacionar com a maior necessidade de estabilização do ombro na postura fletida e de cotovelo estendido – em contração isométrica - no final do movimento para garantir, assim, um toque eficiente no objeto mesmo com a restrição do peso adicional (SMITH et. al., 1997). Em relação ao Grupo Baixo Peso ao Nascer, esse aumento encontrado no primeiro terço pode estar relacionado com o fato de que o início do movimento do alcance é marcado pelo início do deslocamento do braço do lactente, da posição inicial – com os braços ao lado do corpo – em direção ao final – com o toque da mão no objeto. Quando submetemos o sistema a um peso adicional aumentamos o torque, pois é necessário que o lactente realize uma força maior para iniciar o deslocamento do seu braço comparada à condição sem o peso (ENOKA, 2000) e, assim como o Grupo Peso Adequado ao Nascer, precisa manter essa ativação elevada para estabilizar o cotovelo e tocar o objeto.

Ao relacionarmos os resultados de ativação muscular com o aumento da velocidade em ambos os grupos pensamos diretamente em um aumento da ativação muscular que levaria a esse aumento de velocidade. Entretanto, essa relação direta só é claramente visível no Grupo Baixo Peso ao Nascer, no qual houve um aumento da velocidade média e dos valores de RMS de Bíceps no Procedimento 2 em relação ao Procedimento 1. No Grupo Peso Adequado ao Nascer identificamos um aumento somente do final do movimento, que, assim como dito anteriormente, estaria relacionado especificamente à estabilização de cotovelo. Entretanto, a análise das variáveis cinemáticas não foi realizada com a divisão de terços do movimento, e sim do movimento como um todo, logo não podemos precisar exatamente em que momento do alcance esses lactentes aumentaram de fato essa velocidade, sendo que esse aumento poderia ter acontecido no final do movimento, justificando, assim, o aumento de ativação muscular não somente para estabilização

de cotovelo, mas também para o aumento da flexão de ombro, estando assim em concordância com a hipótese levantada no estudo de Toledo e colaboradores (2012).

5.3.3. Conclusão do Estudo III

Estudos têm sido realizados nos últimos anos com o objetivo de entender como os lactentes se comportam frente a restrições impostas na realização de habilidades funcionais. Apesar de mostrarem que eles são susceptíveis à perturbação do peso adicional, ainda não se sabia o que acontecia em nível de contração muscular nessa situação. Nossos resultados ajudam a clarear essas questões tanto em lactentes a termo com peso adequado ao nascer quanto em lactentes com restrições intrínsecas como prematuridade e baixo peso. É fato que o peso adicional aumenta ativação muscular de Bíceps e Tríceps, a velocidade média e diminui as unidades de movimento, facilitando assim o movimento de alcance pensando nessas variáveis, tanto para lactentes nascidos prematuros com baixo peso quanto para lactentes nascidos a termo com peso adequado. Apesar de não contemplarmos variáveis como o sucesso na preensão, outros estudos apontam que o peso não parece ser interessante para essa finalidade. É possível sugerir a utilização do peso adicional como ferramenta de intervenção visando efeitos agudos e objetivos bem definidos relacionados à velocidade, unidade de movimento e ativação muscular. Entretanto, seu uso pode não ser indicado se o objetivo for relacionado a sucesso na preensão.

É importante ressaltar que a metodologia utilizada aplicou o peso adicional por um curto período, sendo possível somente observar adaptações agudas. Está relatado na literatura que o uso contínuo do peso leva a uma adaptação muscular e modificação do tipo de fibras musculares recrutadas (FLECK e KRAEMER, 2004), mudanças que podem melhorar a coordenação motora e a própria habilidade motora. A partir disso, é clara a necessidade da realização de estudos com a finalidade de observar os efeitos do peso adicional utilizado como ferramenta de treino em exercícios terapêuticos em períodos mais prolongados, visando mais ampla utilização na prática clínica.

5.4 LIMITAÇÕES

A realização da análise cinemática feita somente do movimento como um todo, sem a divisão por terços, pode ter dificultado a interpretação dos resultados dessas variáveis relacionadas às variáveis eletromiográficas. Além disso, uma interpretação após o toque do brinquedo, como dados de preensão com sucesso podem ser relevantes para guiar a utilização desse recurso como intervenção clínica pensando em funcionalidade para o lactente.

IMPLICAÇÕES CLÍNICAS

6 IMPLICAÇÕES CLÍNICAS

A partir dos resultados obtidos e das conclusões dos estudos apresentados na presente dissertação é evidente que os lactentes prematuros nascidos com baixo peso apresentam parâmetros eletromiográficos e cinemáticos do movimento de alcance menos eficientes que os lactentes a termo com peso adequado ao nascer, sendo justificada, assim, a indicação de programas de intervenção, acompanhamento e/ou orientação precoces.

Os resultados apontam que o peso adicional aumenta ativação muscular de Bíceps e Tríceps, a velocidade média e diminui as unidades de movimento, facilitando assim o movimento de alcance pensando nessas variáveis em ambos os grupos de lactentes. Logo, pode-se sugerir a utilização da restrição extrínseca do peso adicional como ferramenta de intervenção em lactentes com a restrição intrínseca da prematuridade e baixo peso ao nascer, buscando uma melhora dos parâmetros biomecânicos do movimento de alcance manual em efeitos agudos e objetivos bem definidos relacionados à velocidade, unidade de movimento e ativação muscular.

Levando em consideração que a metodologia utilizada visava efeitos agudos, não se pode afirmar que essas modificações permaneçam como uma adaptação crônica, desse modo é necessária a realização de estudos que visem os efeitos crônicos do peso adicional e também a sua utilização como ferramenta de treino em exercícios terapêuticos em períodos mais prolongados, visando mais ampla utilização na prática clínica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADOLPH, K.E.; AVOLIO, A.M. Walking infants adapt locomotion to changing body dimensions. *Journal Experimental Psychology Human Percept Performance*, v. 26, p.1148-1166, 2000.

ARIAS, A. V. et al. Desenvolvimento das habilidades motoras finas no primeiro ano de vida. *Revista de Neurociência*. Vol. 18, n. 4, p. 544-554. *In press*.2010.

BAKKER, H.; DE GRAAF-PETERS, V. B.; VAN EYKERN, L. A.; HADDERS-ALGRA, B. O. M. Development of proximal arm muscle control during reaching in young infants: From variation to selection. *Infant Behavior & Development* 33 30–38, 2010.

BARELA, A. M. F.; ALMEIDA, G. L. Controle de movimentos voluntários no membro superior não plégico de portadores de Paralisia Cerebral Hemiplégica Espástica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. Vol. 10, n. 3, p. 325-332, 2007.

BERGMEIER, S. A. An investigation of reaching in the neonate. *Pediatric Physical Therapy*, 1, 3-11, 1992.

BELFORT, M. B.; GILLMAN, M. W.; BUKA, S. L.; et al. Preterm infant linear growth and adiposity gain: trade-offs for later weight status and intelligence quotient. *J Pediatr* 2013;163(6):1564–9.e2.

BELFORT, M. B.; RIFAS-SHIMAN, S. L.; SULLIVAN, T., ET AL. Infant growth before and after term: effects on neurodevelopment in preterm infants. *Pediatrics* 2011;128: e899–906.<http://dx.doi.org/10.1542/peds.2011-0282>.

BRADLEY, R.H.; WHITESIDE, L., CALDWELL, B.M., CASEY, P.H., KELLEHER, K., POPE, S., SWANSON, M., BARRET, K. & CROSS, D. Maternal IQ, the home environment, and child IQ in low birthweight, premature children. *International Journal of BehavioralDevelopment*, 16, 61-74, 1993.

BORDIN, M. B. M., LINHARES, M. B. M., JORGE, S. M. Aspectos Cognitivos e Comportamentais na Média Meninice de Crianças Nascidas Pré-Termo e com Muito Baixo Peso. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, Vol. 17 n. 1, pp. 049-057 Jan-Abr 2001.

CAÇOLA, P.; BOBBIO, T. G. Baixo peso ao nascer e alterações no desenvolvimento motor: a realidade atual. *Revista Paulista de Pediatria*, Vol.28, p.70-6, 2010.

CAMPOS, A.C; ROCHA, N.A.C.F., SAVELSBERGH, G.J. Development of reaching and grasping skills in infants with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, v. 31, n.1, p. 70-80, 2010.

CARVALHO, R.P.; TUDELLA, E.; BARROS, R.M.L. Utilização do sistema Dvideow na análise cinemática do alcance manual de lactentes. *Revista Brasileira de Fisioterapia*; v. 9 (1), p. 1-7, 2005.

CARVALHO, R. P., TUDELLA, E., SAVELSBERGH, G. J. P. Spatio-temporal parameters in infant's reaching movements are influenced by body orientation. *Infant Behavior and Development*, v. 30, p. 23–35, 2007.

CHARITOU, S.; ASONITOU, K.; KOUTSOUKI, D. Prediction of infant's motor development. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 9, 2010.

CHEN, Y.P. ; FETTERS, L. ; HOLT, K.G. ; SALTZMAN, E.. Making the mobile move: constraining task and environment. *Infant Behavior and Development*, v. 25, p.195-220, 2002.

CORBETTA, D. Why do infants regress to two-handed reaching at the end of the first year? *Infant Behavior and Development*, v. 21, p. 42, 1998.

CUNHA, A. B.; SOARES, D. A.; FERRO, A. M.; TUDELLA, E. Effect of training at different body positions on proximal and distal reaching adjustments at the onset of goal-directed reaching: A controlled clinical trial. *Motor Control*. 2013; 17: 123-144.

DIBIASI, J; EINSPIELER, C. Load perturbation does not influence spontaneous movements in 3-month-old infants. 2004.

EICKMANN, S. H.; LIRA, P. I. C.; LIMA, M. C. Desenvolvimento mental e motor aos 24 meses de crianças nascidas a termo com baixo peso. *Arq Neuropsiquiatria*; 60(3-B):748-754, 2002.

ENOKA, R. M. Bases Neuromecânicas da Cinesiologia. Editora Manole 2ª Edição Brasileira – 2000.

ESPÍRITO SANTO, J. L., PORTUGUEZ, M. W., NUNES, M. L. Cognitive and behavioral status of low birth weight preterm children raised in a developing country at preschool age. *Jornal de Pediatria - Vol. 85, No. 1, 2009.*

FALLANG, B., SAUGSTAD, O. D., GROGAARD, J., HADDERS-ALGRA. Kinematic quality of reaching movements in preterm infants. *Pediatric Research*, v. 53, p. 836–842, 2003.

FALLANG, B.; HADDERS-ALGRA, M. Postural Behavior in Children Born Preterm. *NEURAL PLASTICITY*. Vol. 12, n. 2-3, 2005.

FETTERS, L. CHEN, Y.P.; JONSDOTTIR, J.; TRONICK, E.Z. Kicking coordination captures differences between full term and premature infants with white matter disorder. *Human Movement Science*, v. 22, p. 729-748, 2004.

GRAAF-PETERS, V. B., BAKKER, VAN EYKERN, L. A., OTTEN, B., HADDERS-ALGRA, M. Postural adjustments and reaching in 4- and 6-month-old infants: an EMG and kinematic study. *Exp Brain Res* 181:647–656, 2007.

GRECO, A. L. R.; SOARES, D. A.; TUDELLA, E. Efeito do treino no alcance manual de lactentes com alterações no desenvolvimento neurossensoriomotor: estudo de casos. *Revista Movimenta* ISSN: 1984-4298 Vol 6 N 3 (2013).

GROOT, L. Posture and motility in preterm infants. *Developmental Medicine & Child Neurology*, Vol. 42, p. 65–68, 2000.

GUIMARÃES, E. L.; CUNHA, A. B.; SOARES, D. A.; TUDELLA, E. Reaching Behavior in Preterm Infants During the First Year of Life: A Systematic Review. *Motor Control*. Vol. 17, p. 340-354, 2013.

HEATHCOCK, J. C.; LOBO, M.; GALLOWAY, J. C. Movement Training Advances the Emergence of Reaching in Infants Born at Less Than 33 Weeks of Gestational Age: A Randomized Clinical Trial. *Physical Therapy*, Vol. 88, n. 3, 2008.

HACK, M., FLANNERY, D. J., SCHLUCHTER, M., CARTAR, L., BORAWSKI, E., KLEIN, N. Outcomes in young adulthood for very-low-birth-weight infants. *N Engl J Med*, Vol. 346, No. 3. January 17, 2002

HEDIGER, M. L., OVERPECK, M. D., RUAN, W. J., TROENDLE, J. F. Birthweight and gestational age effects on motor and social development. *US Government Paediatric and Perinatal Epidemiology*, 16, 33–46, 2002.

HERMENS, H. J., FRERIKS, B., DISSELHORST-KLUG C., RAU G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol.*;10(5):361-74, 2000.

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

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*, v. 82, p. 148-159, 2002.

KONCZAK, J., & DICHGANS, J. The development toward stereotypic arm kinematics during reaching in the first 3 years of life. *Experimental Brain Research*, 117, 346–354, 1997.

KUHTZ-BUSCHBECK, J.P.; STOLZE, H.; GOLGE, M.; RITZ, A. Analyses of Gait, Reaching, and Grasping in Children After Traumatic Brain Injury. *Archives Physiology Medicine Rehabilitation*, v.4, 2003.

LIRA, P. I. C, ASHWORTH, A., MORRIS, S. S. Low birth weight and morbidity from diarrhea and respiratory infection in northeast Brazil. *J Pediatr*;128:497-504, 1996.

MATHEW, A., COOK, M. The control of reaching movements by young infants. *Child Development*, v. 61, p. 1238-1257, 1990.

MERLETTI R. Standards for reporting EMG data. *International Society of Electrophysiology and Kinesiology*; 1999.

OLIVEIRA, L. N.; LIMA, M. C. M. P.; GONÇALVES, V. M. G. Acompanhamento de lactentes com Baixo peso ao nascimento. *Arq Neuropsiquiatr*; 61(3-B):802-807, 2003.

OUT; SAVELSBERGH, G. J. P., VAN SOEST, A. J., HOPKINS, B. The effect of posture on early reaching movement. *Journal of Motor Behavior*. V.30, p.260-272, 1997.

PRECHTL, H. F. R., & BEINTEMA, D. J. The neurological examination of the full-term newborn infant. *Clinics in development medicine*. London: Lavenham Press, 1964.

RAMEL, S. E.; DEMERATH, E. W.; GRAY, H. L.; et al. The relationship of poor linear growth velocity with neonatal illness and two year neurodevelopment in preterm infants. *Neonatology* 2012;102:19–24.

ROCHA, N. A. C. F., SILVA, F. P. S., TUDELLA, E. Impact of object properties on infant's reaching behavior. *Infant Behavior and Development*, v.29, p.251–261, 2006.

ROCHA, N. A. C. F., COSTA, C. S. N., SAVELSBERGH, G., TUDELLA, E. The effect of additional weight load on infant reaching. *Infant Behavior and Development*, v. 32, p. 234-237, 2009.

RUGOLO, L. M. S. S. Crescimento e desenvolvimento a longo prazo do prematuro extremo. *J Pediatr.*; 81(1):101-9, 2005.

SANTOS, D. C. C, CAMPOS, D., GONÇALVES, V. M. G, MELLO, B. B. A, CAMPOS, T. M. E., GAGLIARDO, H. G. R. G. Influência do Baixo Peso ao nascer sobre o desempenho motor de lactentes a termo no primeiro semestre de vida. *Rev Bras Fisioter.*; 8(3):261-6, 2004.

SAMPIERI, R. H., COLLADO, C. F., LUCIO, M. P.; *Metodologia de pesquisa*. 5. Ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SILVA, E. S, NUNES, M. L. The influence of gestacional age and birth weight in the clinical assesment of the muscle tone of healthy term and preterm newborns. *ArqNeuropsiquiatr.*; 63(4):956-62, 2005.

SMITH, L.K; WEISS, E.L; LEHMKUHL, L.D. *Cinesiologia Clínica de Brunnstrom*. Editora Manole. 1a Edição brasileira, 1997.

THELEN, E. *Motor Development: A New Synthesis*. American Psychological Association, Vol. 50. No. 2, 79-95. 1995.

THELEN, E., CORBETTA, D., & SPENCER, J. P. Development of reaching during the first year: role of movement speed. *Journal Experimental Psychology: Human Percept Perform*, 22, 1059-1076, 1996.

THELEN, E.; SPENCER, J. P. Postural Control During Reaching in Young Infants: A Dynamic Systems Approach. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, Vol. 22, No. 4, pp. 507–514, 1998.

TOLEDO, A. M., TUDELLA, E. The development of reaching behavior in low-risk preterm infants. *Infant Behavior and Development*, 31, 398–407, 2008.

TOLEDO, A. M.; SOARES, D. A.; TUDELLA, E. Proximal and distal adjustments of reaching behavior in preterm infants. *Journal of Motor Behavior*, vol. 43, n. 2, p. 137-145, 2011.

TOLEDO, A. M., SOARES, D. A., TUDELLA, E. Additional Weight Influences the Reaching Behavior of Low-Risk Preterm Infants. *Journal of Motor Behavior*, Vol. 44, N°.3, 2012.

VAAL, J.; VAN SOEST, K.; HOPKINS, B.; SIE, L.T.L. Spontaneous leg movements in infants with and without periventricular leukomalacia: effects of unilateral weighting. *Behavioural Brain Research*, v. 129, p. 83-92, 2002.

VAAL, J.; VAN SOEST, A. J., K.; HOPKINS, B. Spontaneous kicking behavior in infants: age-related effects of unilateral weighting. *Developmental Psychobiology*, v. 33, p. 111-122, 2000.

VAN DER FITS, I.B.M; HADDERS-ALGRA, M. The development of postural responses patterns during reaching in healthy infants. *Neuroscience and Biobehavioral*, p.521-526, 1998.

VAN DER HEIDE, J.C.; FOCK, J.M.; OTTEN, B.; STREMMELAAR, E.; VANEYKERN, LA.; HADDERS-ALGRA, M. Postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, v.46,p.253–266, 2004.

VICARI, S., CARVALE, B., CARLESIMO, G. A., CASADEI, A. M., ALLEMAND, F. Spatial Working Memory Deficits in Children at Ages 3–4 Who Were Low Birth Weight, Preterm Infants. *Neuropsychology*, Vol. 18, No. 4, 673–678, 2004.

VON HOFSTEN, C. Developmental changes in the organization of prereaching movements. *Developmental Psychology*, 20(3), 378-388, 1984.

VON HOFSTEN C. Structuring of early reaching movements: a longitudinal study. *J Mot Behav* 23:280–292, 1991.

WABER, D.P., MCCORNICK, M.C. Late neuropsychological outcomes in preterm infants of normal IQ: selective vulnerability of the visual system. *Journal of Pediatric Psychology*, 20, 721-735, 1995.

WANG, L.; WANG, Y.; WANG, S.; HUANG, C. Using the Alberta Infant Motor Scale to early identify very low-birth-weight infants with cystic periventricular leukomalacia. *Brain & Development*, Vol. 35, p. 32–37, 2013.

WOLF, M.J.; KOLDEWIJN, K.; BEELEN, A.; HEDLUND, R.; deGROOT, I.J. Neurobehavioral and developmental profile of very low birthweight preterm infants in early infancy. *Acta Paediatrica*, v. 91, n. 8, p. 930-938, 2002.

ZAAL, F. T. J. M., DAIGLE, K., GOTTLIEB, G. L., & THELEN, E. An unlearned principle for controlling natural movements. *Journal of Neurophysiology*, 82, 255–259, 1999.

ZERNICKE, R. F., SCHNEIDER, K. Biomechanics and developmental neuromotor control. *Child Development*, v.64, p.982–1004, 1992.

ZHOU, H., HU, H., HARRIS, N. Application of wearable inertial sensors in stroke rehabilitation. *Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference*, 2005.

APÊNDICE 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Mestrado Acadêmico em Educação Física
Faculdade de Educação Física, Universidade de Brasília.

Consentimento formal de participação no estudo intitulado “**Influência do peso adicional no alcance manual de lactentes prematuros nascidos com baixo peso.**”.

Orientadora:

Eu,....., portador (a) do RG nº
....., residente à nº
bairro:....., na cidade de....., telefone:.....,
responsável pelo (a) menor autorizo a participação de meu (minha) filho (a) na pesquisa “**Influência do peso adicional no alcance manual de lactentes prematuros nascidos com baixo peso.**”, sob orientação da Prof^a Dr^a Aline Martins de Toledo..

Objetivo do estudo:

A referida pesquisa tem como objetivo observar a influência do peso adicional no alcance manual de lactentes nascidos com baixo peso.

Explicação do procedimento:

Estou ciente de que na primeira avaliação serei submetida a um questionário acerca dos meus dados gestacionais, dados do nascimento de meu (minha) filho (a) e seus dados atuais de condições de saúde e de comportamento motor. Meu (minha) filho (a) será despido para ser pesado em uma balança infantil. Em seguida, ele será sentado em uma cadeira inclinada a 50°. Serão afixados 3 marcadores, com fita hipoalergênica e serão colocados 4 eletrodos de superfície, em seu membro superior. Sucederão a apresentação a meu (minha) filho (a) de um objeto para analisar se ele realiza o comportamento de alcance manual. Após esse procedimento, será realizado outro semelhante ao primeiro, porém com a colocação de um bracelete com peso em ambos os punhos da criança. Todo este procedimento será filmado por 5 câmera filmadora colocada em tripés. Nas outras duas avaliações não haverá nova entrevista comigo apenas os outros procedimentos serão mantidos.

Benefícios previstos:

Participando deste estudo, estarei ajudando na descoberta de novos procedimentos que poderão auxiliar as habilidades manuais, e isto trará benefícios para a compreensão acerca do desenvolvimento de bebês nascidos com baixo peso e poderá ajudar na orientação das mães sobre como estimular seu (sua) filho (a).

Potenciais riscos e incômodos:

Fui informado de que o experimento não trará nenhum risco para a saúde de meu (minha) filho (a) e que a identidade dele (a) ou minha não serão reveladas.

Seguro saúde ou de vida:

Eu entendo que não existe nenhum tipo de seguro de saúde ou de vida que possa vir a me beneficiar em função de minha participação neste estudo.

Liberdade de participação:

A minha participação neste estudo é voluntária. É meu direito interromper a participação de meu (minha) filho (a) a qualquer momento sem que isto incorra em qualquer penalidade ou prejuízo. Também entendo que a pesquisadora tem o direito de excluir do estudo o (a) meu (minha) filho (a) a qualquer momento.

Sigilo de identidade:

As informações obtidas nas filmagens deste estudo serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas sem a minha autorização oficial. Estas informações só poderão ser utilizadas para fins estatísticos, científicos ou didáticos, desde que fique resguardada a minha privacidade.

A responsável por este estudo me explicou das necessidades da pesquisa e se prontificou a responder todas as questões sobre o experimento.

Eu estou de acordo com a participação de meu (minha) filho (a) no estudo de livre e espontânea vontade e entendo a relevância dele. Julgo que é meu direito manter uma cópia deste consentimento.

Para questões relacionadas a este estudo, contate:

Dr^a. Aline Martins de Toledo

(61) 8119-9028 / toledo_am@yahoo.com.br

Assinatura da mãe ou responsável legal*

Nome por extenso

Assinatura do pesquisador

Nome por extensor

Assinatura de uma testemunha

Nome por extenso

Brasília, de de

(*) Responsável Legal:

Idade:

Grau de parentesco:

Endereço:

Cidade/Estado: CEP:

Telefones:

RG: CPF:

APÊNDICE 2

Protocolo para Coletas de Dados das Mães e Lactentes

Nº: _____

1 – DADOS PESSOAIS

Nome do bebê:.....

Sexo: () M () F Cor:.....

Idade:..... Data de nascimento:...../...../.....

Idade Gestacional:.....

Endereço:.....

.....

Bairro:.....

Fone:.....

Nome da mãe:.....

Idade:..... Data de Nascimento:...../...../.....

Grau de escolaridade:..... Profissão:.....

Estado Civil:.....

2- DADOS GESTACIONAIS

Nº de gestações: () 1º () 2º () 3º () + de 3

Doenças da mãe: () Não () Anemia () Sífilis () Diabete ()

Toxoplasmose () Febre () Rubéola ()

outras:.....

Anormalidades na gravidez:

() Não () Hemorragias () Hipertensão () Hipotensão () Edema

() Outras:.....

Ingestão de tóxicos:

() Não () Fumo () Alcoolismo () Outros:.....

Ingestão de medicamentos:

() Não () Tranquilizantes () Vitaminas () Outros:.....

Exposição ao RX: () Sim () Não Mês gestação:.....

Desnutrição e/ou maus tratos: () Sim () Não Época gestação:.....

3 – DADOS AO NASCIMENTO

Tipo de parto: () Espontâneo () Induzido () Fórceps () Cesariana

Cordão Umbilical: () Normal () Circular () Nó

Alguma intercorrência:.....

4 – DADOS PÓS-NATAL

Idade gestacional: **Peso Nascimento:**.....

Estatura:.....cm **PC:**cm

Apgar: 1' 5' **Icterícia:**..... Duração:.....dias

Doenças: () Eritroblastose () Convulsões () Cardiopatias () Outras:.....

Medicamentos:.....

Alimentação: () amamentação – tempo:..... () mamadeira

5 – DADOS DO TESTE

Data do Teste :/...../.....

- Horário da última mamada:..... Horário que acordou:.....

- Está com algum problema de saúde: () sim () não

- Estado comportamental: () alerta ativo () alerta inativo

- Horário do início do teste:..... Término do teste:.....

Quem passa a maior parte do tempo com o bebê?.....

Brinca freqüentemente com o bebê: () Sim () Não

Qual o brinquedo preferido?.....

Consegue alcançar o brinquedo sozinho? () Sim () Não () Às vezes

APÊNDICE 3

TABELA – Caracterização da Amostra (Grupo BPN)

Nº Lactente	Iniciais	Sexo	Peso ao nascer (g)	Idade Gest.	Peso Adicional (g)
1	LA	F	1600	33 sem	64
2	AFMC	M	2025	33 sem 5 d	65
3	EC	M	1550	36 sem 2d	44
4	ES	M	1680	35 sem	58
5	ES	M	1530	35 sem	61
6	DCS	M	1735	33 sem 1d	71
7	DLSC	M	2065	35 sem	65
8	PH	M	1590	34 sem 1 d	65
9	DNDM	F	2230	35 sem 2d	73
10	ESD	M	1975	35 sem 4d	66
11	ES	F	1890	36 sem 2d	52
12	FAA	M	2380	35 sem 5 d	78
13	GC	M	1980	35 sem	71
14	IKV	M	1935	33 sem 3d	80
15	DVS	M	1735	33 sem 1d	71
16	KR	F	1590	32 sem	68
17	JG	M	2315	35 sem 5d	63
18	MAR	M	1555	30 sem 4d	78
19	KB	M	1975	35 sem	82
20	LR	F	2185	34 sem 4d	64
21	ML	M	1655	32sem	69
22	MEFM	F	1785	35s 6d	60
23	PO	F	1655	33 sem 5d	68
24	PHCR	M	2100	33 sem 2d	72
25	MFG	M	1600	34 sem 3d	60
26	PPL	M	2025	34 sem 6d	69
27	PO	F	1840	33 sem 5 d	69
28	MMSP	M	1600	33 sem	79
29	RG	M	1905	31 e 3d	71
30	AVSB	F	1585	33 sem 4d	67
31	VF	F	1690	30 sem	81
32	JLFT	M	1620	32 sem 4d	68
33	VHF	M	1975	35 sem 1 d	90
34	RSN	M	1535	31 sem 2d	72
35	YSB	M	2315	36sem 4d	62

TABELA – Caracterização da Amostra (Grupo PAN)

Nº Lactente	Iniciais	Sexo	Peso ao nascer (g)	Idade Gest.	Peso Adicional (g)
1	GRD	M	3650	38 sem	92
2	LFD	M	3105	38 sem	69
3	JCV	F	2515	38 sem	62
4	AC	F	2960	38 sem	67
5	SO	F	3050	39 sem	61
6	IS	F	3375	38 sem 4d	93
7	LEDSJ	M	3100	38 sem	75
8	GR	M	3585	38 sem 3d	84
9	ELS	M	2910	40 sem 6d	67
10	MRSA	M	3840	38 sem	70
11	PDVT	M	2945	42 sem 1d	86
12	JMSS	M	3880	38 sem	82
13	JFB	M	3335	38 sem	62
14	LEMM	M	3710	39 sem 5d	89
15	MDPL	M	2970	41 sem 4d	77
16	DTQ	M	3715	40 sem	104
17	DMS	M	3730	40 sem 3d	81
18	MBD	M	3780	41 sem 3d	88
19	IC	F	2740	40 sem 6d	55
20	EAMS	M	3280	38 sem 5d	85
21	CCN	M	3255	39sem 4d	72
22	DISS	M	3510	42sem	65
23	JVFV	M	3200	40 sem	81



Universidade de Brasília
Faculdade de Ciências da Saúde
Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/FS

PROCESSO DE ANÁLISE DE PROJETO DE PESQUISA

Registro do Projeto no CEP: 064/12

Título do Projeto: "Influência do peso adicional na ativação muscular e na cinemática do alcance de lactentes prematuros com baixo peso ao nascer".

Pesquisadora Responsável: Aline Martins de Toledo

Data de Entrada: 16/05/12

Com base na Resolução 196/96, do CNS/MS, que regulamenta a ética em pesquisa com seres humanos, o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, após análise dos aspectos éticos e do contexto técnico-científico, resolveu **APROVAR** o projeto **064/12** com o título: "Influência do peso adicional na ativação muscular e na cinemática do alcance de lactentes prematuros com baixo peso ao nascer", analisado na 5ª Reunião Ordinária, realizada no dia 12 de junho de 2012.

A pesquisadora responsável fica, desde já, notificada da obrigatoriedade da apresentação de um relatório semestral e relatório final sucinto e objetivo sobre o desenvolvimento do Projeto, no prazo de 1 (um) ano a contar da presente data (item VII.13 da Resolução 196/96).

Brasília, 26 de outubro de 2012.

recebi em 10/12/12
Aline


Prof. Natan Monsore
Coordenador do CEP-FS/UnB