

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**A INFLUÊNCIA DA POSTURA CORPORAL NO  
MOVIMENTO DE ALCANCE MANUAL EM  
LACTENTES DE 4 MESES DE VIDA**

**RAQUEL DE PAULA CARVALHO**

**SÃO CARLOS – SP**  
**2004**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**A INFLUÊNCIA DA POSTURA CORPORAL NO  
MOVIMENTO DE ALCANCE MANUAL EM  
LACTENTES DE 4 MESES DE VIDA**

Dissertação de mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Fisioterapia da Universidade Federal de  
São Carlos, para obtenção do título de  
Mestre em Fisioterapia.

Mestranda: **Raquel de Paula Carvalho**

Orientadora: **Prof.ª Dr.ª Eloísa Tudella**

**SÃO CARLOS – SP**  
**2004**

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

C331ip

Carvalho, Raquel de Paula.

A influência da postura corporal no movimento de alcance manual em lactentes de 4 meses de vida / Raquel de Paula Carvalho. -- São Carlos : UFSCar, 2004.  
117 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2004.

1. Terapia pediátrica. 2. Biomecânica. 3. Análise cinemática. 4. Desenvolvimento motor. 5. Lactente. I. Título.

CDD: 615.542 (20ª)

## **Dedicatória**

A Deus, pai todo poderoso, agradeço pela força e por estar sempre ao meu lado nesta caminhada.

A minha família, em especial aos meus pais, Valdir e Laura.

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus que não me abandonou em nenhum instante desta caminhada e me deu forças quando já não tinha mais de onde tirá-la.

Aos meus pais, Valdir e Laura, pelo apoio, incentivo e amor constates. Aos meus irmãos, Érica e Ulisses, minha cunhada Andréia, minha avó Almeirinda e minha sobrinha Lara. A vocês que me acompanharam e incentivaram em todos os momentos, recebam todo o meu carinho e admiração.

A minha querida orientadora Eloísa, obrigada pela confiança, pelos ensinamentos, pela amizade, pelos conselhos. Obrigada por sempre acreditar no meu trabalho e me ensinar muito sobre garra e determinação. Você é 10!

Ao professor Dr. Ricardo, agradeço de coração a colaboração, paciência, ensinamentos, orientação e amizade. Sua ajuda foi muito valiosa.

Aos professores Dra Eliane Mauerberg de Castro, Dr. Ricardo Barros e Dra Marisa Mancini, membros da banca de qualificação, agradeço as valiosas colaborações e sugestões.

Aos professores Dr. José A. Barela e Dr. Jorge Oishi agradeço por aceitarem colaborar com esse estudo.

Aos meus amigos de laboratório Nair, Carol, Virlaine, Fernanda, Paula, Cibelle, Cristina, Luis Henrique, Vanessa e Regiane. Muito obrigada pelo apoio. À Maria Antônia, Fernandinha e Sabrina, agradeço imensamente pela ajuda e companheirismo. Tenho muito carinho por todos vocês.

Às minhas amigas Karina e Aline, obrigada pelo apoio, pelas leituras e pelo ombro amigo. Agradeço imensamente a amizade de vocês.

À minha amiga Adriana, agradeço pela amizade, apoio, conversas, e também por me “ajudar a pensar”. Sou muito grata pela sua ajuda.

Ao meu amigo Marcos (Miagui) que tanto me ajudou no início desta caminhada.

Ao Gil, pelo planejamento e construção da cadeira utilizada no estudo.

Ao Allan, pelas medidas, pela amizade e pelo carinho.

Aos meus amigos Ana Carolina e Paulo, pelos desenhos, pela amizade e pela convivência.

Ao meu amigo Benigno, agradeço pela disponibilidade e imensa ajuda.

Ao professor Dr. Alberto Cliquet, Nicola, Fernanda, Ana Paula Bortolai, Reginaldo, agradeço imensamente o auxílio de vocês.

À Ana Raquel, pelas viagens à Campinas, conversas e troca de experiência. Você é uma amiga especial.

Aos bebês e seus pais, sem os quais esse estudo não poderia ser realizado.

OBRIGADA a todos que ajudaram de alguma forma na concretização deste estudo. Saibam que o carinho e gratidão que tenho por todos que de forma direta e indireta me ajudaram na concretização de mais esta etapa de minha vida nunca poderá ser expresso em palavras. Agradeço a vocês de coração!

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Caracterização dos lactentes que participaram do estudo.....	27
TABELA 2: Seqüência das posições avaliadas para cada lactente.....	37
TABELA 3: Frequência dos alcances unimanuais e bimanuais nas posições supina (0°), reclinada (45°) e sentada (70°), pelos 13 lactentes que participaram do estudo.....	45
TABELA 4: Resultado da Anova para a frequência de alcances uni e bimanuais.....	46
TABELA 5: Resultado do teste de Duncan para a frequência de alcances uni e bimanuais nas posições supina (0°), reclinada (45°) e sentada (70°).....	46
TABELA 6: Frequência dos alcances unimanuais à direita e esquerda nas posições supina (0°), reclinada (45°) e sentada (70°), pelos lactentes A, B, C e D.....	47
TABELA 7: Caracterização dos lactentes que participaram do Experimento 1.....	83
TABELA 8: Ordenação e tempo de duração em minutos (') e segundos (") dos procedimentos de linha de base e apresentação do 1° e 2° brinquedos, nas três condições experimentais (70°, 45° e 0°).....	98

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Foto dos brinquedos usados como estímulo do alcance manual.....	29
FIGURA 2: Foto da cadeira onde os lactentes foram posicionados.....	30
FIGURA 3: (A) Perspectiva esquemática do arranjo experimental. (B) Planta esquemática do arranjo experimental.....	32
FIGURA 4: Sistema de calibração.....	34
FIGURA 5: Interface do sistema Dvideow e rastreamento dos marcadores.....	39
FIGURA 6: convenção biomecânica para o cálculo dos ângulos. 1 = esquema do plano sagital, mostrando o movimento de flexão/extensão de ombro na posição supina. 3 = esquema do plano sagital na posição sentada. 2 = esquema no plano frontal, mostrando movimento de abdução e adução de ombro na posição supina. 4 = esquema no plano frontal na posição sentada.....	40
FIGURA 7: Mediana da duração dos alcances, em segundos, para as três posições (0°, 45° e 70°), pelos quatro lactentes (A, B, C e D).....	48
FIGURA 8: alcance do lactente A nas posições supina, reclinada e sentada. À esquerda, encontram-se os gráficos tridimensionais (flexão/extensão de ombro, abdução/adução de ombro e flexão/extensão de cotovelo), em graus e à direita, os gráficos bidimensionais de cada ângulo em relação à porcentagem de tempo do alcance.....	50
FIGURA 9: Alcance do lactente B nas posições supina, reclinada e sentada. À esquerda, encontram-se os gráficos tridimensionais (flexão/extensão de ombro, abdução/adução de ombro e flexão/extensão de cotovelo), em graus e à direita, os gráficos bidimensionais de cada ângulo em relação à porcentagem de tempo do alcance.....	52
FIGURA 10: alcance do lactente C nas posições supina, reclinada e sentada. À esquerda, encontram-se os gráficos tridimensionais (flexão/extensão de ombro, abdução/adução de ombro e flexão/extensão de cotovelo), em graus e à direita, os gráficos bidimensionais de cada ângulo em relação à porcentagem de tempo do alcance.....	54
FIGURA 11: alcance do lactente D nas posições supina, reclinada e sentada. À esquerda, encontram-se os gráficos tridimensionais (flexão/extensão de ombro, abdução/adução de ombro e flexão/extensão de cotovelo), em graus e à direita, os gráficos bidimensionais de cada ângulo em relação à porcentagem de tempo do alcance.....	56
FIGURA 12: (A) Perspectiva esquemática do arranjo experimental. (B) Planta esquemática do arranjo experimental.....	87

FIGURA 13: Foto dos brinquedos testados para servirem de estímulo para o lactente.....	91
FIGURA 14: (A) Conformação das câmeras que registram a movimentação do membro superior esquerdo do lactente. (B) Conformação das câmeras que registram a movimentação do membro superior direito do lactente.....	94
Figura 15 : Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente A na postura supina (0°). Legenda: seqüência de execução dos alcances e mediana de todas as tentativas.....	101
Figura 16: Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente A na postura reclinada (45°). Legenda: seqüência de execução dos alcances e mediana de todas as tentativas.....	102
Figura 17: Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente A na postura sentada (70°). Legenda: seqüência de execução dos alcances e mediana de todas as tentativas.....	103
Figura 18 : Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente B na postura supina (0°). Legenda: alcance realizado.....	104
Figura 19: Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente B na postura reclinada (45°). Legenda: seqüência de execução dos alcances e mediana de todas as tentativas.....	105
Figura 20: Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente B na postura sentada (70°). Legenda: seqüência de execução dos alcances e mediana de todas as tentativas.....	106
Figura 21 : Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente C na postura supina (0°). Legenda: alcance realizado.....	107
Figura 22 : Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente C na postura reclinada (45°). Legenda: seqüência de execução dos alcances e mediana de todas as tentativas.....	108
Figura 23: Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente C na postura sentada (70°). Legenda: seqüência de execução dos alcances e mediana de todas as tentativas.....	109
Figura 24 : Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente D na postura supina (0°). Legenda: seqüência de execução dos alcances e mediana de todas as tentativas.....	110
Figura 25 : Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente D na postura reclinada (45°). Legenda: seqüência de execução dos alcances e mediana de todas as tentativas.....	111

## **LISTA DE APÊNDICES**

APÊNDICE A: Experimento 1: estudo preliminar para definição da metodologia.....	83
APÊNDICE B: Dados brutos do índice de retidão.....	100
APÊNDICE C: Variação angular de ombro e cotovelo.....	101
APÊNDICE D: Ponto '0' e calibradores.....	113

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO I: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	115
ANEXO II: Roteiro de Anamnese.....	116
ANEXO III: Medidas dos calibradores.....	117
ANEXO IV: Aprovação do Comitê de Ética da UFSCar.....	118

<b>RESUMO</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
Definição de alcance manual.....	4
Desenvolvimento do alcance manual.....	5
O controle e a orientação postural e sua relação com o alcance.....	8
As características do objeto e sua relação com o alcance.....	11
Aspectos Teóricos na explicação das mudanças comportamentais.....	13
Abordagem dos Sistemas Dinâmicos.....	15
Princípio das Restrições.....	17
Análise tridimensional do movimento de alcance e a abordagem dos sistemas dinâmicos..	20
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>24</b>
Gerais.....	25
Específicos.....	25
<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>26</b>
Sujeitos.....	27
Equipamentos e Materiais.....	28
Materiais de Consumo.....	30
Materiais para aquisição e registro dos dados.....	31
Procedimentos.....	31

Protocolo Experimental.....	35
Análise das imagens.....	37
Análise dos dados.....	39
Análise estatística.....	41
Riscos e benefícios.....	42
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>44</b>
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>59</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>76</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>114</b>

Carvalho, R.P. **A influência da postura corporal no movimento de alcance manual em lactentes de 4 meses de vida.** . Dissertação (mestrado em fisioterapia). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

## **Resumo**

O presente estudo teve como objetivo investigar a influência da postura corporal na execução do movimento de alcance em quatro lactentes a termo, saudáveis, com idade de 4 meses de vida. A condição experimental consistia na apresentação de dois brinquedos, alternadamente, na altura dos ombros dos lactentes. Após o alcance, o brinquedo era retirado e apresentado novamente, durante um período de dois minutos para cada brinquedo ou até que o lactente realizasse 10 alcances. Este procedimento foi repetido nas posturas supina (0°), reclinada (45°) e sentada (70°), sendo a ordem escolhida de forma aleatória. As avaliações foram filmadas e analisadas pelo sistema Dvideow, com objetivo de verificar o comportamento das variáveis cinemáticas de ângulo de ombro (flexão/extensão e abdução/adução) e cotovelo (flexão/extensão), índice de retidão (distância percorrida pela mão durante o alcance dividido pela distância entre os pontos de início e fim) e tempo (segundos) em cada uma das três posições, além da frequência de alcances unimanuais e bimanuais. O método estatístico empregado para o índice de retidão foi o teste t-Student e para a frequência de alcances, a análise por variância (ANOVA). A partir dos resultados obtidos constatamos que houve diferença entre a frequência de alcances unimanuais e bimanuais ( $p=0,0341$ ) na postura sentada. A frequência de alcances na postura sentada foi maior que na supina ( $p=0,038$ ). Em relação ao índice de retidão, o teste indicou diferença significativa entre as posturas supina e reclinada ( $p=0,001$ ) e entre supina e sentada ( $p=0,002$ ). Os lactentes gastaram o mesmo tempo no alcance nas 3 posturas. Na análise dos ângulos, apenas dois lactentes usaram o mesmo padrão motor para as três posições. Baseando-se na abordagem dos sistemas dinâmicos, verificamos que o alcance ainda é um padrão instável de comportamento, o qual pode ser modificado pela posição do lactente. Cada lactente possui uma dinâmica intrínseca e responde de maneiras diferentes à restrição do ambiente imposta por meio das diferentes posições do corpo.

Palavras chave: biomecânica, análise cinemática, membro superior, lactente

## **The influence of body posture in manual reaching on 4-month-old infants**

The aim of this work was to investigate the influence of body posture during reaching movements in four healthy, four-month-old infants. Experimental conditions consisted of presenting two toys alternately, at the infant's midline and shoulder levels and midway between the infant's shoulder and wrist. After the reaching, the toy was taken away and given back again for a period of two minutes (for each toy) or until the infant reached for it a total of ten times. This procedure was repeated at the supine posture ( $0^\circ$ ), a reclined posture ( $45^\circ$ ) and a sitting posture ( $70^\circ$ ). We randomized this order these positions. The results were recorded on video and analyzed using the Dvideow system for the purpose of checking the kinematics of the angle of the shoulder (flexion/extension and abduction/adduction) and elbow (flexion/extension). Also, we analyzed the rectitude index (the distance traveled by the hand during a reaching movement divided by the distance between the starting and the end points), time (in seconds) in each of the three positions, as well as the frequency of reaching unimanually and bimanually. The statistical method used for the rectitude index was t-Student test and for the frequency of reaching was the analysis of variance (ANOVA). From the results showed that there were differences between the frequency of reaching unimanually and bimanually ( $p\text{-value}=0,0341$ ) in sitting posture. The frequency of reaching was more in sitting posture than in supine posture. In relation to the rectitude index, the test showed a significant difference between the supine and reclined postures ( $p\text{-value}=0,001$ ) and the supine and sitting postures ( $p\text{-value}=0,001$ ). The infants spent the same time reaching in the three postures. When analyzing the angles, only two babies used the same movement pattern for the three positions. We concluded that, the age of 4 months, reaching does not follow a stable pattern, which can be modified by the position of the infant. Each infant has its own intrinsic dynamics and reacts in different ways to the environmental restrictions imposed by different body positions.

Keywords: biomechanics, kinematic analysis, upper limbs, infants



## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento motor do ser humano é um tema que desperta o interesse de muitos estudiosos que buscam não somente conhecer quando ocorrem as aquisições dos marcos motores dos lactentes como controle cefálico, sentar, engatinhar, andar. Seu interesse está direcionado para como as habilidades motoras são adquiridas e os fatores os quais determinam se um comportamento fará ou não parte do repertório motor do indivíduo. O alcance manual também é considerado um importante marco motor pois trata-se de um padrão comportamental o qual permitirá que outras habilidades mais complexas, como o uso de ferramentas, sejam realizadas. Alguns estudiosos apóiam-se nas explicações teóricas maturacionais, as quais o desenvolvimento é conseqüência apenas de propriedades intrínsecas do organismo, sendo a maturação do sistema nervoso central (SNC) determinante para a aquisição dos padrões motores (McGraw, 1945; Gesell, 1947). Porém, estudos recentes apontam que a emergência de um comportamento não depende somente de fatores intrínsecos mas que é também fortemente influenciada por fatores externos ao organismo (Newell, 1984; Thelen, Kelso e Fogel, 1987).

Apesar da motricidade dos membros superiores aumentar em complexidade à medida que o lactente se desenvolve, estudos demonstram que o desempenho na realização do alcance pode ser afetado pela posição do lactente no espaço. De acordo com Savelsbergh e Van der Kamp (1994) e Van der Fits, Klip, Eykern & Hadders-Algra (1999), a quantidade de apoio e a orientação do corpo em relação à gravidade (por exemplo, posição supina versus sentada) influenciam na frequência e no tipo de alcance realizado (unilateral e bilateral, com a mão aberta ou fechada no início do movimento). Portanto, a

habilidade de alcance é fortemente influenciada por fatores externos, como a postura do lactente, que pode ser melhor explicada pela abordagem dos Sistemas Dinâmicos.

Verificando o efeito da postura corporal no alcance, determinadas posturas poderão ser empregadas na intervenção fisioterapêutica e na orientação dos pais de lactentes normais e, principalmente, com distúrbios neuro-sensório-motores. O alcance é uma habilidade primordial para o desenvolvimento motor, sensorial, cognitivo e emocional pois permite a exploração de objetos, movimentação de segmentos corporais e a conquista exploratória do meio. Portanto, o presente estudo propõe-se a estudar a influência da postura corporal em relação à gravidade, nas posturas supina, reclinada e sentada, no desempenho do alcance de objetos por lactentes de quatro meses de vida.

**REVISÃO DA LITERATURA**

### **Definição de Alcance Manual**

O alcance manual pode ser definido como o movimento do membro superior em direção ao brinquedo, estando completo quando a mão toca o brinquedo (Thelen, Corbetta & Spencer, 1996). De acordo com Von Hofsten (1982), trata-se de um padrão pré-funcional, observado em recém-nascidos que ocorre devido à tendência a estender os membros superiores em direção a um objeto após ter fixado o olhar sobre o mesmo. O alcance é resultado da combinação entre a percepção visual do objeto em um espaço tridimensional e a ação orientada da mão em direção ao objeto (Von Hofsten, 1982; Rochat & Goubet, 1995). No início do desenvolvimento, os movimentos de alcance são tortuosos, formados por várias unidades de movimento identificadas como múltiplos segmentos de aceleração e desaceleração (Von Hofsten, 1979).

Existe um consenso na literatura de que o movimento de alcance é um importante marco motor que a maioria dos lactentes adquirem por volta do quarto mês de vida (Von Hofsten & Fazel-Zandy, 1984; Campbell, Linden & Palisano, 1995; Thelen, et al., 1996; Vand der Fits et al., 1999). No sexto mês de vida, o lactente é capaz de ajustar seu alcance em função das propriedades (tais como tamanho, forma e textura) do objeto, orientação e possibilidade em alcançá-lo (Rochat & Goubet, 1995). Todavia, as propriedades cinemáticas do alcance tornam-se semelhantes às do adulto somente por volta do nono mês (Campbell et al., 1995; Savelsbergh, Von Hofsten & Jonsson, 1997).

O alcance pode ser classificado como unimanual ou bimanual. Alcance unimanual é definido como a extensão de apenas um dos membros superiores em direção ao objeto enquanto o alcance bimanual é realizado com a extensão de ambos os membros superiores. Além disso, para Fagard e Pezé (1997), o alcance bimanual pode ser classificado como sincronizado, quando ambos os membros superiores iniciam o alcance simultaneamente ou

com o início do movimento do segundo membro superior ocorrendo em um tempo igual ou inferior a 40ms em relação ao membro que iniciou o alcance; ou não-sincronizado, quando há um atraso de um dos membros superiores para iniciar o movimento, ou seja, um tempo superior a 40ms entre o início do movimento de um e do outro membro superior.

### **Desenvolvimento do alcance manual**

Segundo Brandão (1992), os movimentos dos membros superiores dos recém-nascidos são inteiramente reflexos, grosseiros e não intencionais, no entanto, em um determinado momento da evolução, os reflexos primitivos e inatos se modificam, através da maturação do sistema nervoso, e dão origem às coordenações sensório-motoras primárias (CSMP). É definido como CSMP o conjunto composto pela coordenação entre imagens proprioceptivas correspondentes aos movimentos executados pelo lactente e imagens exteroceptivas captadas quando a ação é executada (Brandão, 1992). O alcance, também denominado como coordenação óculo-manual, começa a se desenvolver entre o final do segundo e início do terceiro mês de vida do lactente (Brandão, 1992). Para este autor, o desenvolvimento do alcance ocorre em quatro etapas que estarão completas aproximadamente no final do quarto mês de vida. Na primeira etapa, o lactente olha as mãos com interesse, no entanto não é capaz de modificar o movimento de seus membros superiores para que as mãos permaneçam por mais tempo em seu campo visual. Na segunda etapa, quando o lactente olha a mão, observa-se um aumento na atividade dos dedos e alterações no deslocamento do membro superior para que a mão permaneça mais tempo em seu campo visual. Na terceira etapa, o lactente é capaz de realizar o alcance apenas quando a sua mão e o objeto são vistos simultaneamente, no mesmo campo visual. Na quarta etapa, ocorre a integração entre os movimentos das mãos com os da cabeça e dos

olhos. O lactente é então capaz de conduzir as mãos até o brinquedo sem a necessidade de olhá-las porque ele já sabe onde suas mãos estão por meio das sensações proprioceptivas. Além disso, ele dirige os olhos para olhar o que a mão segura ou toca um objeto e localiza as mãos no espaço graças às sensações proprioceptivas das mesmas (Brandão, 1992).

Portanto, observa-se que com a experiência promovida pelas informações aferentes proprioceptivas, táteis e visuais, há um aumento no controle motor dos membros superiores que irá garantir o sucesso no desempenho do alcance. Para Brandão (1992), o desenvolvimento é um misto de fatores instintivos, ou seja, transmitidos por herança genética, e de fatores adquiridos pela experiência individual, através da aprendizagem. Para o autor, o alcance manual é uma coordenação que aumenta em complexidade a partir da repetição do movimento e que estará completo somente na quarta etapa.

Embora a habilidade do alcance manual pareça ser o resultado de uma seqüência ordenada e regular do processo de maturação, como exposta por Brandão (1992), tais considerações não explicam por quê os recém-nascidos e lactentes jovens podem apresentar uma atividade motora de alcance de um objeto quando posicionados e apoiados na postura sentada.

Neste sentido, vários autores buscaram demonstrar que os recém-nascidos são capazes de esboçar o alcance manual. Bergmeier (1992) avaliou 23 recém-nascidos a termo com o objetivo de verificar se existem diferenças na movimentação dos membros superiores na presença de um estímulo visual. Os recém-nascidos foram posicionados e apoiados em uma cadeira com 50° de inclinação e filmados quando um brinquedo foi apresentado e também quando não havia nenhum estímulo visual. Os resultados mostraram que as trajetórias dos movimentos realizados pelos membros superiores dos recém-nascidos em direção ao brinquedo foram mais longas quando comparados com as trajetórias na

ausência do brinquedo. Com isso, o autor concluiu que os recém-nascidos, além de apresentarem uma resposta motora diferente para a presença e ausência de estímulo visual, alguns deles foram capazes de realizar o movimento de alcance manual.

Meer, Weel e Lee (1995) avaliaram recém-nascidos na postura supina, objetivando verificar o movimento de seus membros superiores, minimizando a resistência dada pela ação da gravidade. Para isso, eles utilizaram um mecanismo de auxílio ao movimento de flexão do braço que consistia em um sistema de pesos e roldanas que puxava os membros superiores do lactente em direção a um brinquedo a fim de facilitá-lo a vencer a resistência imposta pela ação da gravidade. Eles observaram que os recém-nascidos apresentavam movimentos de membros superiores apenas quando era permitido que eles visualizassem a mão. Os autores concluíram que os movimentos dos membros superiores dos recém nascidos são de extrema importância pois fornecem informações proprioceptivas e visuais necessárias para que o sucesso no alcance ocorra por volta do quarto e quinto mês de vida do lactente.

Ennouri e Bloch (1996) estudaram o movimento dos olhos e das mãos de 10 recém-nascidos a termo para verificar a influência da visão nos movimentos dos membros superiores em direção a um objeto. Os recém-nascidos permaneceram sentados em uma cadeira com inclinação de 30° com a vertical, com total apoio de tronco e cabeça, enquanto foi apresentada uma bola colorida à esquerda ou direita da linha média. Seus resultados mostraram que a fixação visual no alvo permitiu que o lactente fizesse correções para levar a mão em direção ao objeto apresentado.

Além de mostrar que os lactentes, anteriormente à idade de quatro meses, apresentam uma movimentação de membros superiores que a literatura traz como pré-alcances, esses trabalhos salientam também que existe uma relação entre a posição do

lactente no espaço e o alcance. Nos estudos citados, os recém-nascidos foram posicionados e apoiados em uma postura reclinada ou sentada. Tal fato suporta a hipótese de que o comportamento motor não resulta apenas da maturação do sistema nervoso mas que o ambiente (orientação do corpo do recém-nascido no espaço) interfere no desempenho de um determinado comportamento, como o alcance.

Além da observação do movimento de alcance em recém-nascidos, que contradiz essa seqüência rígida de desenvolvimento dependente da maturação do SNC, fatores como controle postural, orientação postural e características do objeto parecem indicar a influência de fatores extrínsecos ao organismo na execução do alcance.

### **O controle e a orientação postural e sua relação com o alcance**

Vários autores como Rochat e Goubert (1995), Savelsbergh e van der Kamp (1994), Thelen et al. (1996), Thelen e Spencer (1998), Van der Fits, Hadders-Algra (1998) e Van der Fits et al. (1999) ressaltam que existe uma relação entre o controle postural e o alcance, podendo um interferir no desempenho do outro. Segundo Fallang, Saustad e Hadders-Algra (2000), é importante que, durante o alcance, o sistema postural atue de forma adequada e controlada para restabelecer o equilíbrio perdido pela movimentação dos membros superiores, seja em seu início, durante sua trajetória ou no final ao tocar no alvo. Alguns estudos que suportam essa hipótese de uma relação entre o alcance e o controle postural serão descritos nesta revisão.

Rochat e Goubet (1995) estudaram 16 lactentes saudáveis, sendo que 8, com idade de 172 a 236 dias de vida, sentavam independentemente (sentadores) e 8, com idade de 150 a 201 dias de vida, não conseguiam manter-se na postura sentada sem apoio (não sentadores). Seu objetivo era avaliar se a evolução no controle postural alterava a

morfologia do movimento de alcance, ou seja, modificava a maneira como as crianças alcançam e interagem com os objetos. Eles observaram que os não sentadores inclinavam o tronco antes da fase de aproximação da mão enquanto sentadores inclinavam o tronco apenas no último segundo do alcance. Além disso, os sentadores realizavam com os membros superiores um movimento na direção oposta ao brinquedo para depois direcionar e levar as mãos até o mesmo, aumentando a distância entre a mão e o objeto no início do movimento. Com isso, eles sugeriram que o controle postural sentado interfere na maneira pela qual a mão irá se aproximar do objeto, baseado na diferença encontrada entre sentadores (bom controle de tronco) e não sentadores (controle de tronco precário) com relação à inclinação de tronco e aproximação da mão.

Fallang et al. (2000), utilizando um sistema de análise cinemática e uma plataforma de força, estudaram transversalmente 20 lactentes a termo nas idades de quatro e seis meses, com o objetivo de avaliar a relação entre postura e alcance na posição supina. Eles verificaram que o aumento na estabilidade postural em supino promoveu uma melhora no padrão de alcance, observada pela diminuição do número de unidades de movimento e da distância percorrida pela mão durante o alcance. Houve uma relação significativa entre controle postural e o movimento de alcance durante os primeiros estágios de desenvolvimento do alcance, por volta dos quatro meses de vida do lactente. Aos seis meses, essa relação foi mais sutil porque o lactente apresentou flexibilidade entre controle postural e a habilidade de alcance. Conclui-se com esse estudo que a aquisição do controle postural em supino influencia na execução do alcance somente nos primeiros estágios de desenvolvimento desta habilidade.

Trabalhos também foram realizados para mostrar essa relação entre controle postural e alcance em diferentes posturas. Out, Van Soest, Savelsbergh e Hopkins (1998),

em um estudo longitudinal com 8 lactentes, nas idades de 12, 16 e 20 semanas de vida, realizaram análise cinemática e eletromiografia com objetivo de avaliar se o sucesso do alcance na postura sentada em relação à supina deve-se à falta de força muscular para a flexão do braço ou ao controle precário sobre a instabilidade mecânica dos membros superiores. Eles observaram que o torque total do membro superior e o grau de coativação muscular não foram significativamente maiores na postura supina em relação à sentada e que os lactentes utilizaram-se da inércia no final do alcance da postura sentada para diminuir a velocidade do membro superior quando este se aproximava do alvo. Desta forma, seus resultados mostraram que a falta de força muscular não justifica a menor frequência de alcances na postura supina e, além disso, nenhuma medida cinemática mostrou maior grau de instabilidade mecânica do membro superior em supino que sentado.

Van der Fits et al. (1999) realizaram um estudo objetivando principalmente avaliar o controle postural durante o desenvolvimento do alcance. Para isso, eles estudaram 10 lactentes a termo, avaliados nas idades entre três e seis meses de vida, nas posturas supina, reclinada a 45° e sentada, através da eletromiografia e análise cinemática, sendo esta utilizada apenas para determinar o início e o final do movimento de alcance. Eles observaram que as diferentes posições do lactente no espaço afetam os ajustes posturais necessários à realização do alcance em idades precoces, o que confirma seus estudos anteriores (van der Fits & Hadders-Algra, 1998). Na postura sentada, houve maior ativação da musculatura de pescoço, indicando maior demanda de estabilização da cabeça no espaço. Isso indica que os lactentes jovens são capazes de detectar informações aferentes relevantes, como “inputs” visuais, vestibulares e proprioceptivos, as quais são necessárias para ajustar sua postura nas diferentes posições.

Savelsbergh e van der Kamp (1994) estudaram dois grupos de lactentes sendo os mais jovens com idade de 12 a 19 semanas e os mais velhos, de 20 a 27 semanas, com o objetivo de examinar os efeitos da mudança nas restrições ambientais (isto é, a orientação do corpo com a gravidade) e as restrições do organismo (isto é, a idade) no alcance manual de lactentes. Para isso, ele avaliou o alcance em três orientações corporais: vertical (90°), reclinado (60°) e supino (0°). Em relação à idade, foram encontrados que a duração total do alcance, ou seja, o intervalo de tempo entre o início e fim do alcance, foi maior para os lactentes mais velhos e ocorreu com mais frequência com as mãos abertas que fechadas, o alcance foi iniciado mais frequentemente da posição inicial da mão próxima ao corpo. Em relação à orientação corporal, em ambos os grupos, houve um aumento no número de alcances na postura sentada, pois os lactentes têm menos dificuldade em empregar a força necessária para vencer o torque gravitacional sentado que em supino. Também, os lactentes alcançam menos com a mão aberta em supino que na vertical, o que também é determinado pela força para vencer o torque gravitacional. Os lactentes mais jovens mostraram um alcance na postura sentado semelhante aos lactentes mais velhos em todas as posturas. Desta forma, eles concluíram que tanto as restrições ambientais como as do organismo afetam o desenvolvimento do alcance precoce em lactentes.

### **As características do objeto e sua relação com o alcance**

Há um consenso na literatura de que as características físicas do objeto influenciam no alcance manual. Fagard (2000) estudou o comportamento de alcance de 23 lactentes a termo, com idades variando entre 5 e 12 meses de vida. Seu objetivo era avaliar se existem mudanças no controle proximal (alcances unimanual e bimanual) e distal (abertura e orientação das mãos) dos membros superiores no alcance de objetos de diferentes

tamanhos. Seus resultados mostraram que existe diferença no controle proximal e distal dos membros superiores em relação à idade e ao tamanho dos objetos, porém esta diferença significativa é observada a partir do sétimo e oitavo meses de vida. É interessante salientar que nesse estudo não foram encontrados sinais de que o lactente realiza ajustes proximais e distais em relação ao tamanho do objeto nas idades de cinco e seis meses.

Corbetta, Thelen e Johnson (2000) estudaram a influência de duas propriedades do objeto: tamanho e textura. Eles avaliaram o alcance de 30 lactentes a termo, com idade de 5 a 9 meses de vida, à objetos rígidos e maleáveis de diferentes tamanhos. Seus resultados mostraram que as propriedades do objeto não alteraram a configuração do alcance e da preensão dos objetos, nos lactentes com idade inferior a oito meses de vida. Os autores sugerem que os lactentes jovens são capazes de perceber as características físicas do objeto, no entanto ainda não estão aptos em alterar seu repertório motor de acordo com essa percepção.

Fagard e Pezé (1997) realizaram um estudo longitudinal com seis lactentes nas idades de 7 a 12 meses, através da análise cinemática, também com o objetivo de avaliar diferenças entre o alcance de objetos pequenos e grandes. Eles observaram que a frequência de alcances bimanuais tendeu a diminuir entre seis e sete meses de vida para objetos pequenos.

Baseado em todos esses fatores os quais afetam a forma que o lactente realiza o alcance, buscou-se na literatura abordagens teóricas que explicassem as transformações que ocorrem no comportamento motor do lactente, dando-se ênfase ao desenvolvimento da habilidade de alcance. Das teorias encontradas, aquela que melhor explicou essas transformações foi a abordagem dos sistemas dinâmicos. Inicialmente, uma breve

introdução citará alguns aspectos teóricos que embasam as explicações a respeito das mudanças comportamentais nos lactentes.

### **Aspectos Teóricos na explicação das mudanças comportamentais**

As mudanças comportamentais observadas principalmente ao longo do primeiro ano de vida do lactente foram por vários anos atribuídas à maturação do Sistema Nervoso Central (SNC). A maturação especificamente do córtex cerebral teria um papel fundamental no desenvolvimento de padrões pré-determinados, ou seja, o repertório motor não poderia ser alterado por fatores extrínsecos (ambiente). Segundo Hadder-Algra (2000), na teoria neuromaturacional o padrão comportamental emerge a partir de uma seqüência geneticamente ordenada, resultando em um desenvolvimento na direção céfalo-caudal e próximo-distal. Exemplos fundamentados na teoria neuromaturacional são observados nos estudos de alcance manual. Brandão (1984) considera que o desenvolvimento do alcance manual ocorre em uma seqüência rígida, inicialmente influenciada por comportamentos reflexos (RTCA) e à medida que ocorre a maturação do SNC, estes comportamentos são abolidos e então os comportamentos voluntários emergem, aumentando a complexidade e controle dos membros superiores.

É notório que explicações baseadas na teoria neuromaturacional apresentam suas limitações. Dessa forma, novos embasamentos teóricos surgiram para fundamentar as mudanças comportamentais ao longo do tempo.

Segundo Lockmann e Thelen (1993), os trabalhos de Bernstein, foram considerados fatores centrais na influência da busca de novas explicações sobre o

movimento humano, mais especificamente a emergência do movimento coordenado. Bernstein (1967), identificou dois principais problemas que devem ser solucionados para a organização e coordenação dos movimentos: os graus de liberdade e a variabilidade condicionada ao contexto.

O termo graus de liberdade faz referência ao número de variáveis, como músculos, neurônios e articulações, que devem ser organizados como unidades funcionais para a emergência de qualquer movimento. Segundo Bernstein (1967), o corpo humano é composto por mais de mil músculos, 220 ossos e aproximadamente 100 articulações, sem falar no número de neurônios e unidades motoras. Com tantas variáveis para serem organizadas, como o SNC faz para organizá-las? De acordo com Thelen (1995), Bernstein confrontou a usual idéia de que um movimento reflete uma relação de um-para-um entre os impulsos neurais, os disparos dos motoneurônios e o padrão de movimento realizado.

O segundo problema levantado por Bernstein refere-se à variabilidade condicionada ao contexto que diz respeito às circunstâncias nas quais o movimento está ocorrendo. Um exemplo, segundo Rocha (2002), pode ser observado na ação muscular, na qual os músculos não apresentam uma ação fixa, dependendo de como são excitados (contexto) podem ser agonistas ou antagonistas.

Além de Bernstein, novos conceitos foram introduzidos, baseados no trabalho do psicólogo Gibson. Segundo Pellegrini (2001), Gibson desenvolveu a chamada teoria de percepção-ação a qual ele sugere que existe uma relação de reciprocidade entre a percepção e a ação. Gibson afirma que nós necessitamos perceber para nos mover, mas também precisamos nos mover para perceber. Segundo Savelsbergh e van der Kamp (1993), a informação guia a ação e, através da ação, novas informações tornam-se avaliáveis pelo executor da ação. Reed (1982) relata que Gibson desenvolveu a idéia de que as ações são

realizações do que o ambiente oferece ao animal e que o sistema perceptual atua para eleger informações sobre os “affordances”.

Segundo E. Gibson (1988), este conceito foi introduzido por J.J.Gibson sendo o “affordance” o que o ambiente oferece ou promove ao animal, seja bom ou ruim. “Affordance” une percepção com a ação, a criatura e seu ambiente (Gibson, 1988). Logo, estudar a percepção separada da ação torna-se inviável, pois um é dependente do outro.

### **Abordagem dos Sistemas Dinâmicos**

A abordagem dos sistemas dinâmicos surgiu na década de 80 como uma nova perspectiva para a compreensão do movimento humano, tendo como base os trabalhos de Bernstein (1967) e Gibson (1982). Esta abordagem rejeita o conceito de que as ações são respostas dadas pelo sistema motor a um comando central (SNC) ou um estímulo aferente (sistema nervoso periférico) (Reed, 1982). Os movimentos são produtos não somente da maturação do SNC, mas também de propriedades biomecânicas e energéticas do corpo, do ambiente e das demandas da tarefa (Thelen & Spencer, 1998). Segundo Thelen (1995), os sistemas são profundamente distribuídos, auto-organizados e não-lineares como um modelo heterárquico, diferente do modelo hierárquico o qual o cérebro comanda e o corpo responde, como na relação um-para-um criticada por Bernstein (1967). Thelen et al. (1993) sugerem que o SNC não contém um programa detalhado da trajetória da mão, da coordenação das articulações e dos padrões de ativação muscular. Mais que isso, esses padrões são conseqüências da cooperação de múltiplos sistemas, das características de sua própria dinâmica e da exploração ativa entre esta dinâmica e a tarefa (Thelen et al., 1993; Mauerberg-deCastro & Angulo-Kinzler, 2001).

Esta abordagem surgiu em resposta ao problema dos graus de liberdade de Bernstein e propõe como solução o conceito de estruturas coordenativas ou sinergia funcional. Este conceito proposto por Kugler, Kelso e Turvey (1980) define estrutura coordenativa como um grupo de músculos, ossos e articulações que agem como uma unidade funcional (Thelen et al., 1987; Pellegrini, 1996; Pellegrini, 2001). Desta forma, o grande número de graus de liberdade pode ser restringido ou liberados pois são controlados em sinergia. O conceito de sinergia possui alguns pontos centrais, sendo o primeiro deles a premissa de que os músculos trabalham juntos porque têm um objetivo comum, o que lhes confere uma flexibilidade contextual (Thelen et al., 1987). Em outras palavras, não existe um mapa no SNC determinando quais músculos devem ser recrutados antes da ação ser executada mas são as demandas da tarefa e do organismo que conferem a flexibilidade da ação dependendo do contexto. O segundo ponto é que a ordem e regularidade emergem do relacionamento entre os elementos sendo que estas características (ordem e regularidade) não podem ser previstas pelos elementos. Isso significa que, de acordo com Bernstein (1967), o movimento não pode ser descrito apenas pela força muscular dos elementos (músculos) mas que existem outras forças, como a inércia e atrito, que também determinam a ação. Outro ponto importante é a auto-organização, a qual considera que o organismo evolui de um estado menos organizado para um mais organizado, cujos sub-sistemas, tais como muscular, nervoso e esquelético, se reúnem em cooperação para que novos comportamentos possam emergir (Thelen, 1989). Portanto, o controle do movimento não pode ser representado em um contexto pré-programado, pois as restrições do ambiente e da tarefa influenciam na auto-organização do sistema para que o movimento se torne coordenado (Rocha, 2002). Para exemplificar este conceito tomemos como base a locomoção do cavalo, que muda da marcha para o trote para o galope, a medida em que é

exigido um aumento de velocidade. Uma vez que a maneira pela qual ele está se locomovendo (marcha) se torna instável, o sistema busca um padrão estável para a execução do movimento (trote ou galope). Este padrão estável, em termos dinâmicos, é denominado atrator. Desta forma, um padrão de movimento pode ser substituído por outro mais estável e adaptativo (Thelen et al., 1993).

Durante o desenvolvimento, o indivíduo passa por uma transição de comportamentos que Thelen (1995) chamou de uma série de estados de instabilidade, estabilidade e transição de fase, e que refletem a probabilidade de um padrão emergir sob restrições particulares. A instabilidade do sistema é um pré-requisito para a ocorrência de uma nova organização (Mauerberg-deCastro & Angulo-Kinzler, 2001). O princípio da exploração-seleção tem um importante papel nessa perspectiva dinâmica, pois uma vez que um comportamento seja instável, o indivíduo irá buscar, através de repetidos ciclos de percepção-ação, as conseqüências daquela ação em relação ao objetivo, na busca de um comportamento estável. Rocha (2002), em seu estudo sobre a influência das posturas supina, prona e decúbito lateral no comportamento mão-boca e junção de mãos, observou que em prono, nas idades de 3 e 4 meses, os lactentes utilizam os membros superiores como suporte para explorar visualmente o ambiente e não mais para exploração oral. Portanto, segundo Rocha (2002), a partir da aquisição do controle dos membros superiores para a função de apoio novas maneiras de exploração do ambiente emergem segundo o princípio de exploração-seleção.

### **Princípio das Restrições**

Restrições podem ser vistas como características que limitam o movimento da entidade sob consideração (Newell, 1986). Baseado no conceito de estruturas coordenativas

de ação, a coordenação emerge como consequência de restrições impostas à ação (Newell, 1986). Existem três tipos de restrições da ação e que são: o organismo, o ambiente e a tarefa. Newell (1996) afirma que essas três restrições estão presentes em todos os níveis de análise do sistema, desde o microscópico (fatores bioquímicos, por exemplo) até os macroscópicos (fatores biomecânicos).

Barela (2001) relata que esta visão multicausal é o resultado da análise de que um indivíduo em desenvolvimento é um sistema complexo, composto e influenciado por diversos fatores, como os ambientais, do organismo e da tarefa.

Restrição do organismo são limitações impostas por características físicas e neurológicas da criança. Um exemplo de restrição do organismo durante o desenvolvimento de habilidades motoras é o crescimento do corpo em termos de peso, estatura e aumento de comprimento e massa dos membros. Newell (1984) relata que este é um tipo de restrição a qual deve ser avaliada em qualquer estudo sobre coordenação e controle de tronco e membros em uma determinada ação. Tal fato foi comprovado por Thelen e Fisher (1982) e Thelen (1993), o qual em seu estudo clássico relata que o movimento de chutes em supino nos lactentes jovens era semelhante ao padrão da marcha reflexa, mas que esta desaparecia enquanto os chutes permaneciam. Foi constatado que havia uma restrição no organismo, devido ao aumento na massa de gordura nos membros inferiores, que não permitia ao lactente vencer o próprio peso para apresentar a marcha.

Restrições do ambiente estão presentes no meio onde o indivíduo vive e envolvem tanto aspectos físicos quanto sócio-culturais (Clark, 1994). Os aspectos físicos podem ser globais, como a gravidade e a temperatura ou locais para a ação, como o uso de ferramentas (Newell, 1996). Quanto aos aspectos sócio-culturais, temos os costumes da sociedade na qual o lactente está inserido, como mostrado no trabalho de Lopes (2003). Esta autora

avaliou lactentes brasileiros da idade de recém-nascidos até seis meses de vida, por meio da aplicação da “Alberta Infant Motor Scale”. Seus resultados mostraram que os lactentes brasileiros apresentam um atraso na aquisição de habilidades motoras nas posturas prona e em pé em comparação aos lactentes canadenses. Lopes (2003) atribuiu essa diferença aos fatores ambientais sugerindo como explicação o fato de que as mães brasileiras não tem o hábito de colocar seus filhos nessas posturas. Um outro exemplo de restrição do ambiente foi a manipulação feita por Thelen e Fisher (1982) no estudo sobre o padrão da marcha reflexa o qual os bebês, apoiados na posição vertical, tiveram seus membros inferiores emergidos em um tanque de água a fim de reduzir o efeito do aumento da massa de gordura por meio da força de empuxo da água. Houve um aumento na frequência de passos e no ângulo articular de quadril, joelho e tornozelo, indicando aumento na flexão das articulações, quando o ambiente foi modificado do meio aéreo para o líquido.

Restrições da tarefa incluem o objetivo da ação e a dinâmica do movimento em execução (Newell, 1996). Um exemplo já citado são as diferenças no alcance e preensão dependendo das propriedades do objeto, como consistência e tamanho. A demanda da tarefa restringe o indivíduo na sua ação ou execução do movimento, como na atividade de pinça (motricidade fina) a qual o objetivo a ser alcançado impõe restrições à ação do indivíduo (Rocha, 2002).

As restrições não devem ser analisadas separadamente. Uma restrição no movimento humano pode ter se originado tanto de uma restrição do organismo como do ambiente. Nas observações de Thelen e Fisher (1982) sobre os chutes na postura supina e o desaparecimento da marcha reflexa, os autores levantaram a hipótese de que o acúmulo de gordura (restrição do organismo) agiria como fator limitante das passadas na postura

vertical, porque havia maior exigência da força muscular para mover os membros inferiores na vertical que em supino, devido à ação da gravidade (restrição do ambiente).

Baseada nesta revisão sobre a abordagem dos sistemas dinâmicos, o presente estudo realizará uma análise sobre a influência de restrições ambientais (orientação do corpo em relação à gravidade) no desempenho do alcance em lactentes de quatro meses de vida. Para isso, a metodologia escolhida foi a análise cinemática do movimento. Convém, portanto, levantar algumas considerações a respeito da análise tridimensional do movimento de alcance.

### **Análise tridimensional do movimento de alcance e a abordagem dos sistemas dinâmicos**

Segundo Rau, Disselhorst-Klug e Schmidt (2000), a diversidade e complexidade dos movimentos dos membros superiores são um grande desafio para a avaliação e interpretação dos dados. Devido a esta diversidade de movimentos, como alcance, gesticulação, uso de ferramentas entre outros, os critérios utilizados para análise da marcha não podem simplesmente ser transferidos para os membros superiores, pois a marcha apresenta uma seqüência de movimentos cíclicos, com alto grau de simetria e regularidade.

Segundo Out et al. (1998) é possível comparar a mecânica do membro superior do lactente, em supino, a um pêndulo invertido porque o centro de massa permanece a maior parte da trajetória de alcance acima do centro rotacional, localizado no ombro. Por isso, o membro superior estaria sujeito a qualquer perturbação devido a sua instabilidade. Na postura sentada, o centro de massa localiza-se abaixo do centro rotacional durante a realização do alcance, sendo as perturbações equilibradas pela ação da gravidade. Portanto, se o lactente tem controle sobre a motricidade de seus membros superiores e se o alcance

for um padrão de comportamento estável, não será observada instabilidade na postura supina. Inversamente, se o alcance ainda é um padrão instável, o lactente apresentará um movimento tortuoso que poderá ser representado por meio da análise cinemática pela trajetória, velocidade e índice de retidão, por exemplo. Este índice é determinado pela razão entre a distância percorrida pela mão durante o alcance e a menor distância que poderia ser percorrida, ou seja, distância entre a posição inicial e final da mão quando toca o brinquedo. Quanto mais próximo de 1 for o índice, mais próximo de um segmento de reta terá sido a trajetória, indicando maior controle do movimento pelo lactente.

Outra informação importante que a análise cinemática fornece é a variação angular do cotovelo. Sua importância pode ser explicitada a partir do conceito de pêndulo já citado ou de alavancas. Imaginando o membro superior do lactente como uma alavanca de terceira classe, sendo o eixo representado pela articulação do ombro, nós temos dois momentos ou braços de alavanca designados como braço de esforço e braço de resistência (Hamill & Knutzen, 1999). O braço de esforço é a distância perpendicular entre a linha de ação da força muscular e o eixo. O braço de resistência é a distância perpendicular a partir da linha de ação da resistência (a força peso do membro superior) e o eixo (Hamill & Knutzen, 1999). Podemos supor que se o lactente mantém as articulações de ombro, cotovelo em punho em posição neutra ( $0^\circ$  de flexão) no início do alcance em supino, seu braço de resistência será longo e desta forma a força necessária para fletir o ombro será maior. Se o cotovelo estiver fletido, o braço de resistência será menor sendo a posição do centro de massa deslocada para mais próxima ao eixo. Portanto, a força necessária para a flexão do ombro será menor. Em compensação, na postura sentada, a flexão do cotovelo não seria interessante para o lactente no início do movimento pois os braços de esforço e resistência estão próximos sendo a força necessária para iniciar a flexão do ombro nessa postura

menor. Na postura reclinada, o braço de resistência será maior em alguma parte da trajetória, a qual o lactente poderá fazer uso da flexão de cotovelo para diminuí-lo.

Segundo Mauerberg-deCastro e Angulo-Kinzler (2001), muitas técnicas de análise do comportamento motor têm sido utilizadas principalmente com o intuito de descrever comportamentos específicos apenas para quantificá-los ao invés de buscar explicações sobre seu processo de emergência, organização e adaptação. Os autores relatam que os dados analisados devem ser compatíveis com a abordagem dos sistemas dinâmicos, permitindo que conclusões acerca do processo de desenvolvimento do alcance possam ser feitas.

Para este estudo, a análise cinemática poderá indicar se esse comportamento é ou não um padrão estável para o nosso grupo de lactentes com quatro meses de vida, que corresponde ao período de aquisição desta habilidade motora. Além disso, o lactente realizará o alcance nas posturas supina, reclinada e sentada e os dados cinemáticos poderão sugerir que este comportamento não é um atrator forte e estável e que mudanças na postura serão capazes de desestabilizá-lo.

Pressupomos, portanto, que a análise cinemática permitirá o estudo do movimento de alcance em lactentes, proporcionando dados que possam auxiliar na compreensão sobre o desenvolvimento e controle motor na execução desta habilidade. O enfoque será dado à movimentação dos membros superiores, não levando em consideração as informações sobre o desenvolvimento do controle postural já que a criança permanecerá durante todo o experimento com tronco e quadris apoiados. Para isolarmos a atividade muscular do tronco durante o alcance manual, utilizamos uma cadeira que promoveu segurança ao lactente e que não exigia um dispêndio de energia para a manutenção da postura. Desenhos de cadeiras semelhantes à adotada no presente estudo foram utilizados por Salvesberg e Van

der Kamp (1994), Thelen et al. (1996), Corbetta & Thelen (1996), Out et al. (1998) e Corbetta et al. (2000). Convém salientar que não encontramos na literatura um estudo que comparasse as variáveis cinemáticas nas três diferentes posturas adotadas neste estudo.

A partir das considerações feitas, o presente estudo irá investigar o efeito da orientação do corpo no espaço na realização do alcance por lactentes de quatro meses de vida. Esperamos verificar a predição de que o alcance nessa idade é um comportamento instável o qual pode ser influenciado por mudanças na restrição do ambiente (postura do lactente). Desta forma, poderemos inferir qual postura favorece o lactente no desempenho do alcance. Assim, poderemos utilizar as posturas como recurso terapêutico para a estimulação de lactentes normais e patológicos.

**OBJETIVO**

**GERAL**

Baseando-se nos pressupostos da abordagem dos sistemas dinâmicos, o presente estudo tem por objetivo verificar a influência da postura corporal (restrição do ambiente) no desempenho do alcance manual em lactentes de 4 meses.

**ESPECÍFICO**

Verificar se a postura do lactente influencia no movimento de alcance

Verificar qual postura favorece a execução de um alcance habilidoso, ou seja, de um movimento o qual a mão se direciona de forma reta e direta ao objeto.

**METODOLOGIA**

A seguir, será apresentada a metodologia empregada neste estudo, de acordo com as observações e resultados obtidos no estudo preliminar (Apêndice A).

## SUJEITOS

Este estudo contou com uma amostra de treze lactentes, com idade de quatro meses de vida, considerados saudáveis. Os lactentes foram recrutados em um posto de saúde da cidade de São Carlos (SP). As características dos lactentes podem ser visualizadas na Tabela 1.

TABELA 1: Caracterização dos lactentes que participaram do estudo.

Lactente	D/N	IG (sem)	Sexo	Apgar no 1º e 5º minutos	PN (g)	EN (cm)	Tipo de Parto	Idade na avaliação (dias)	PA (g)	EA (cm)
A	17/04/03	39	F	9/10	3460	48,5	C	117	6095	63
B	02/05/03	39	M	9/10	3430	49	C	121	6680	64
C	28/04/03	40	F	9/10	3220	48	C	120	6300	61
D	16/03/03	41	M	9/10	2900	48	C	118	6460	63
E	02/04/03	40	F	10/10	3640	51	C	124	7165	69,5
F	14/03/03	40	M	9/10	3390	50	C	122	7030	68
G	12/03/03	40	F	8/9	3570	49,5	C	125	6360	62
H	24/03/03	38	M	8/9	3220	51	C	128	6910	67
I	17/08/03	38	F	9/10	2930	47,5	C	117	7005	64
J	23/08/03	41	F	9/10	3900	54	C	118	7195	63
L	25/08/03	40	F	8/9	3260	47	C	124	6315	62,5
M	26/05/03	40	M	8/9	3240	48	C	119	6995	63
N	17/09/03	40	F	7/9	3260	49	C	125	7285	62
Média (DP)		39,69 (0,95)		9/10	3252,5 (258,12)	48,37 (0,48)		121,38 (3,57)	6753,46 (402,82)	64 (2,56)

*D/N = data de nascimento, idade gestacional (IG), sexo (F=feminino e M=masculino), índice de Apgar no 1º e 5º minutos (Apgar 1º e 5º), peso ao nascimento (PN), estatura ao nascimento (EN), tipo de parto (C=cesária e N=normal), idade na avaliação (dias), peso no dia da avaliação (PA), estatura no dia da avaliação (EA),*

### **Critérios de Inclusão**

Para a inclusão do lactente no estudo foi considerado idade gestacional superior a 37 semanas, índice de Apgar igual ou superior a 8 no primeiro e quinto minuto, ausência de complicações durante a gestação ou parto (tais como hemorragia, viroses, eclampsia) e o consentimento dos pais quanto a participação de seu filho no estudo.

### **Critérios de Exclusão**

Quanto aos critérios de exclusão foram estabelecidos: malformação do sistema nervoso central (tais como espinha bífida, anencefalia, encefalocele, microgiria), síndromes genéticas (tais como síndrome de Down, síndrome de Seckel), alterações congênitas (tais como artrogripose múltipla congênita, osteogênese imperfecta), deficiência auditiva e visual, alterações músculo-esqueléticas e/ou do sistema nervoso periférico (tais como fratura de clavícula, lesão de plexo braquial), perímetro cefálico aumentado (sinal indicativo de hidrocefalia) e qualquer outra alteração que pudesse trazer prejuízo ao desenvolvimento neuro-motor, cognitivo e afetivo do lactente.

### **EQUIPAMENTOS E MATERIAIS**

O estudo foi realizado no LAPEN (Laboratório de Pesquisa em Neuropediatria), onde buscamos manter as condições ambientais de temperatura e luminosidade apropriadas para

o desenvolvimento da pesquisa. Para tanto, utilizamos um termômetro digital (Ebro), graduado em Celsius, para a aferição da temperatura ambiente e um condicionador de ar quente/frio (Carrier) para a manutenção da temperatura entre 26° e 27°. Dois iluminadores (Unitek), com lâmpadas de 500W, foram empregados para obtermos a iluminação adequada.

Para aferir o peso do lactente utilizamos uma balança pediátrica digital (Filizola) e para determinar o tempo o qual o brinquedo era apresentado, um cronômetro (Mondaine). Selecionamos três tipos de brinquedos atrativos para as crianças, determinados no estudo preliminar, para servirem de estímulo ao alcance dos lactentes, sendo estes um jogo de chaves de plástico, uma lagarta e um microfone de látex maleável, que podem ser visualizados na Figura 1. Houve a preocupação em selecionar apenas um brinquedo para evitar que o uso de objetos com diferentes propriedades interferisse na maneira a qual o lactente realizava o alcance. No entanto, isso tornou-se inviável pois, durante testes realizados, não encontramos um único objeto que estimulasse o alcance em todos os lactentes testados. Por isso, optamos pela escolha de objetos que se mostraram atrativos para os lactentes.



FIGURA 1: Foto dos brinquedos usados como estímulo do alcance manual.

Os lactentes foram posicionados em uma cadeira (Figura 2) desenvolvida em conjunto pelo LAPEN e Departamento de Engenharia de Materiais da UFSCar, especialmente desenhada para este estudo. A cadeira foi colocada sobre um tablado de madeira, (1,50 x 1,00 x 0,45m) no centro do laboratório de dimensões 5,00 x 4,50 m. Para a análise cinemática do movimento de alcance manual, utilizamos o Sistema Dvideow 6.3, desenvolvido pelo Laboratório de Instrumentação Biomecânica (LIB) da Unicamp (Barros, Brenzikofer e Leite, 1999; Figueroa, Leite e Barros, 2003).



FIGURA 2: Foto da cadeira onde os lactentes foram posicionados.

### **MATERIAIS DE CONSUMO**

Como material de consumo, utilizamos álcool e toalha para limpeza da balança e dos brinquedos. Para a confecção dos marcadores foram utilizadas pérolas de bijuteria, com 0,5 cm de diâmetro, costuradas em um pequeno círculo de tecido preto do tipo napa. A fixação dos marcadores nas articulações de ombro, cotovelo e punho do lactente foi realizada com micropore, por ser anti-alérgico.

### **MATERIAIS PARA AQUISIÇÃO E REGISTRO DOS DADOS**

Um termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo I), aprovado pelo Comitê de Ética da UFSCar; um roteiro de anamnese (Anexo II), constando de dados de identificação, dados do nascimento, resumo da história pré, peri e pós-natal e informações relacionadas às condições clínicas foram utilizados na avaliação dos lactentes. Para registro dos dados

utilizamos três câmeras de vídeo digitais sendo duas JVC (GY DV-300) e uma Sony (Hi8 DCR TRV530), sendo cada uma posicionada em um tripé. Fitas de vídeo digitais foram usadas para a filmagem das avaliações. Para transferir as imagens digitais para o computador, utilizamos uma placa de comunicação e o software Adobe Premier 6.5. A aquisição das imagens e análise do movimento foram realizadas por meio de um computador Pentium 4 com 80 GB de memória. Para filtragem e análise dos resultados fornecidos pelo Dvideow, usamos o programa Matlab 6.1.

## **PROCEDIMENTOS**

Inicialmente, foram descritos todos os procedimentos necessários para a montagem e execução do protocolo metodológico utilizado para a aquisição das variáveis cinemáticas que permitiram a análise do movimento de alcance.

### **Posicionamento das câmeras**

Uma das câmeras foi posicionada posteriormente e as outras duas, lateralmente ao tablado, sobre o qual localizava-se a cadeira. Desta forma, tínhamos uma câmera situada posterior e superiormente (câmera 3) à cadeira, a uma altura de 2,00 m, cujo enquadramento permitiu uma visão no plano transversal do movimento. As outras duas câmeras, localizadas anterior e diagonalmente (câmeras 1 e 2), a uma distância de 1,17 m da cadeira, foram posicionadas a uma altura de 1,20 m, a qual tínhamos a visão em um plano inclinado. Tal conformação pode ser observada nas Figuras 3A e 3B a seguir.

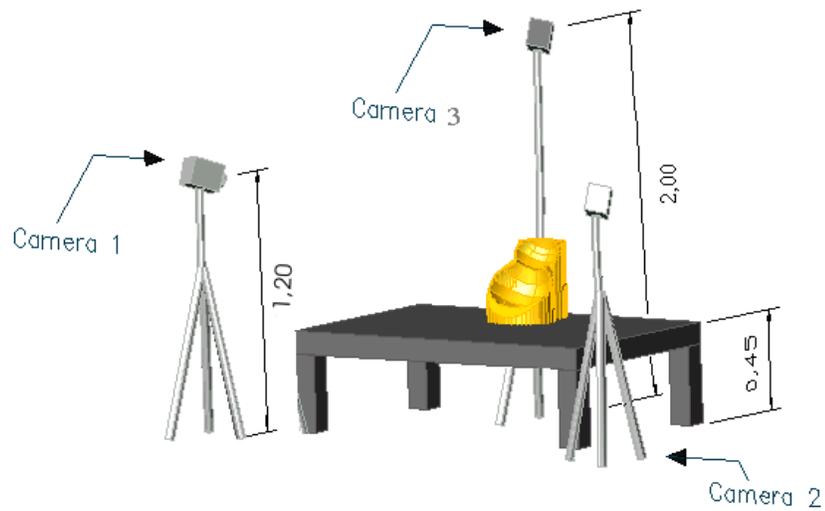


FIGURA 3A: Perspectiva esquemática do arranjo experimental.

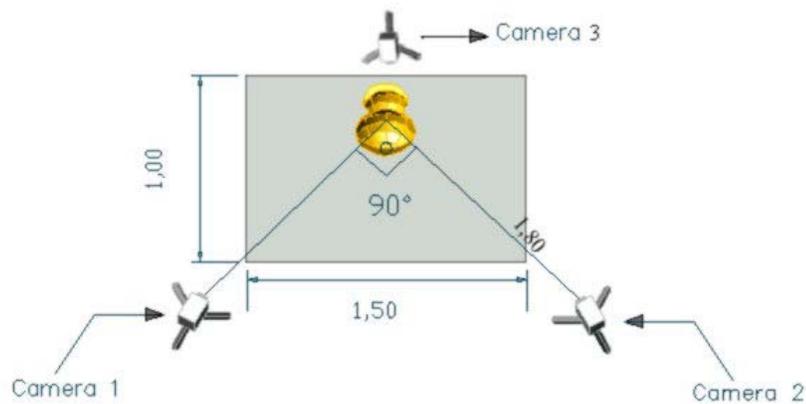


FIGURA 3B: Planta esquemática do arranjo experimental.

Atrás de cada câmera situada lateralmente, foi colocado um iluminador com lâmpada de 500W, direcionado para a parede. Um difusor foi usado a fim de que o lactente e os

marcadores nele localizados fossem iluminados de forma indireta. Tal configuração foi adotada porque a luz direta sobre o lactente poderia interferir em seu comportamento.

### **Calibração do sistema**

Segundo Andrade (2002), para a descrição do movimento é necessário conhecer a posição de um ponto no espaço em relação a um referencial, em função do tempo. Por isso, faz-se necessário a construção de um sistema de referências controlado que informe ao software a localização de pontos no espaço.

Para isso, utilizamos quatro fios de aço de 2,30 m de comprimento dispostos a formar um retângulo no centro da sala. Na extremidade inferior de cada fio, foi colocado um chumbo de 3 cm de diâmetro pesando de 50g. Ao longo do fio foram fixados 10 marcadores do tipo pérola de bijuteria com 1 cm de diâmetro, a uma distância aproximada de 10 cm entre eles, conforme Figura 4 . As coordenadas XYZ foram aferidas por um aluno da engenharia civil da USP São Carlos, utilizando-se de um teodolito mecânico com precisão de 1' e uma trena metálica de 3m com graduação em milímetros. As coordenadas XZ são coordenadas planas e a coordenada Y foi tomada como sendo a diferença de altura entre os marcadores e o ponto de origem do sistema de referências. Foi garantida uma precisão de 5mm partir do método utilizado para aferição das medidas, conforme consta no anexo III.

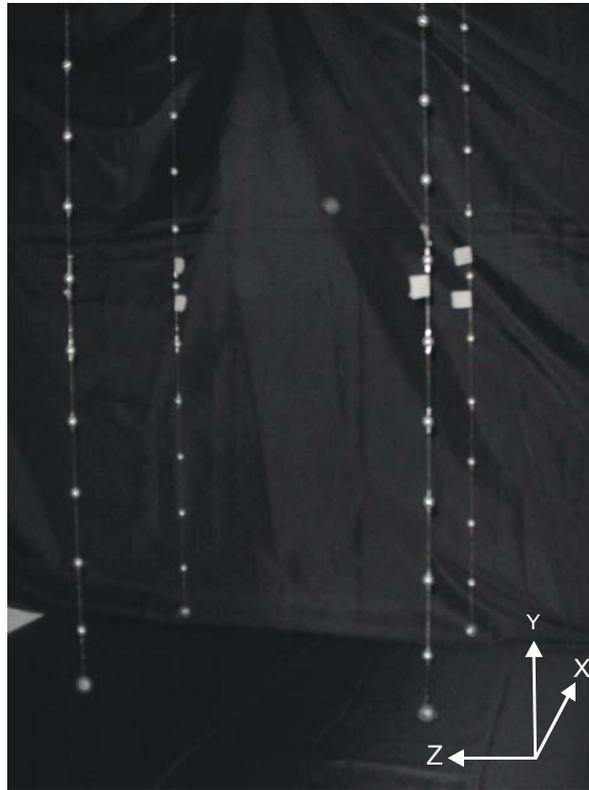


FIGURA 4: Sistema de calibração

### **Procedimento de calibração**

Após conferência da posição e altura de cada câmera, foi realizada a calibração do sistema seguindo o modelo adotado pelo LIB (Unicamp). A calibração consistiu nos seguintes procedimentos: a câmera foi programada para controle manual para que, desta forma, conseguíssemos ajustar o balanço de branco, o foco e a velocidade de abertura do obturador das câmeras, de acordo com a iluminação utilizada e a precisão desejada. O enquadramento da imagem e os ajustes foram realizados estando a câmera conectada a uma televisão de 20 polegadas para, deste modo, minimizarmos possíveis distorções de imagem caso tomássemos como referência apenas o “display” da câmera. Estando todos os

parâmetros ajustados, os fios de prumo com os marcadores foram filmados por período de um segundo a uma frequência de 60 Hz. Os fios foram então retirados e as câmeras permaneceram ligadas até a finalização da avaliação com o objetivo de que os ajustes feitos na câmera não se alterassem, garantindo a fidedignidade das medidas aferidas.

### **PROTOCOLO EXPERIMENTAL**

O estudo está de acordo com as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos (Resolução 196/1996, do Conselho Nacional de Saúde) e foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade em 18 de dezembro de 2002 (Anexo IV).

Os pais dos lactentes selecionados que se enquadravam nos critérios de inclusão predeterminados foram contatados via telefone e informados a respeito do objetivo da avaliação e sua relevância para pesquisa sobre o desenvolvimento do alcance.

As avaliações foram agendadas para a data de aniversário de 4 meses de idade, considerando um intervalo de 7 dias antes e após o dia previsto para a mesma.

Na chegada do lactente e seus responsáveis ao laboratório, os objetivos e todo procedimento metodológico foram novamente explicados enquanto os materiais e equipamentos foram apresentados aos pais. Após compreensão e aceite dos responsáveis, estes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo I), autorizando a participação de seu filho no estudo, e responderam aos itens da ficha de anamnese (Anexo II).

O lactente foi então despido pela mãe, em um local da sala reservado para este fim, e depois colocado na balança para ser pesado. Os marcadores foram fixados nos pontos referentes ao acrômio, epicôndilo lateral do úmero e articulação radiocárpica (mais

precisamente entre o rádio e semilunar), de ambos os membros superiores, tomando-se o cuidado para que o lactente não os retirasse da posição. Para isso, pedimos o auxílio dos pais para que atraíssem a atenção da criança durante a colocação dos marcadores.

No momento da filmagem o lactente deveria estar em estado de alerta inativo ou ativo (graus 3 e 4), segundo a escala comportamental de Prechtl e Beintema (1964). A avaliação foi realizada no intervalo entre as mamadas (1 a 1 hora e meia) para que a fome não interferisse no comportamento do lactente.

O lactente foi avaliado em três posturas, supina ( $0^\circ$ ), reclinada ( $45^\circ$ ) e sentada ( $70^\circ$ ), sendo a seqüência escolhida aleatoriamente. O lactente foi colocado na cadeira e preso na altura da axila por meio de uma cinta de 10cm de largura, onde permaneceu durante 10 segundos sem qualquer estímulo para que ele se acomodasse à posição. Passado esse período, o jogo de chaves foi oferecido na altura do manúbrio do esterno, a uma distância correspondente ao comprimento entre o ombro e punho do membro superior do lactente. Após o alcance, o brinquedo foi retirado e apresentado novamente, até o lactente fazer no máximo 10 alcances, durante um período de dois minutos. O mesmo procedimento foi repetido com a lagarta de látex. Caso o lactente não se interessasse por algum dos dois brinquedos, este foi substituído pelo brinquedo de látex em forma de microfone. Desta forma, dois brinquedos foram apresentados em cada postura, totalizando um tempo de 12 minutos e 30 segundos de experimento. As seqüências das posturas as quais os lactentes foram avaliados são mostradas na Tabela 2.

TABELA 2: Seqüência das posturas avaliadas para cada lactente.

	1ª postura	2ª postura	3ª postura
<b>A</b>	0°	45°	70°
<b>B</b>	45°	70°	0°
<b>C</b>	0°	45°	70°
<b>D</b>	70°	45°	0°
<b>E</b>	45°	70°	0°
<b>F</b>	0°	45°	70°
<b>G</b>	0°	45°	70°
<b>H</b>	70°	45°	0°
<b>I</b>	0°	45°	70°
<b>J</b>	0°	45°	70°
<b>L</b>	0°	45°	70°
<b>M</b>	0°	45°	70°
<b>N</b>	70°	45°	0°

### ANÁLISE DAS IMAGENS

O primeiro procedimento consistiu em definir quais eram os movimentos de alcance, além de seu início e fim. Definimos como alcance o movimento de um ou ambos os membros superiores em direção ao brinquedo até que a mão o tocasse. Para isso, o lactente deveria localizar o brinquedo no espaço e fixar o olhar sobre mesmo antes de

realizar o movimento. O início do alcance foi estabelecido como sendo o frame que mostrava o primeiro movimento de um ou ambos os membros superiores, independente de onde eles estivessem, em direção ao brinquedo. Determinamos como final do alcance o frame no qual a mão do lactente tocava o brinquedo. Primeiramente, nós estabelecíamos o final do alcance, de modo que este era mais fácil de ser localizado, além de ser o frame que determinava a sincronização das filmagens. A partir disso, nós voltávamos o filme para definir o início do alcance que, por ser um movimento sutil, era mais difícil de ser determinado. Este procedimento foi semelhante ao adotado nos estudos de Thelen et al. (1996), Corbetta e Thelen, (1996), Out et al. (1998) e Fallang et al. (2000).

Para realizar a análise das filmagens pelo Dvideow foi necessário transformar as imagens digitais em arquivos no formato AVI. Para isso, as imagens foram capturadas por uma placa de captura de imagens, utilizando o software Adobe Premier. De posse dos arquivos AVI, as imagens foram abertas no sistema Dvideow, no qual realizamos a análise do movimento do membro superior direito do lactente, a partir da análise das imagens referentes às câmeras situadas superiormente e a direita da cadeira. Para análise do movimento do membro superior esquerdo, analisamos as imagens das câmeras situadas superiormente e a esquerda da cadeira. A Figura 5 ilustra a interface do sistema Dvideow mostrando o lactente posicionado na postura reclinada e o rastreamento dos marcadores de ambos membros superiores.

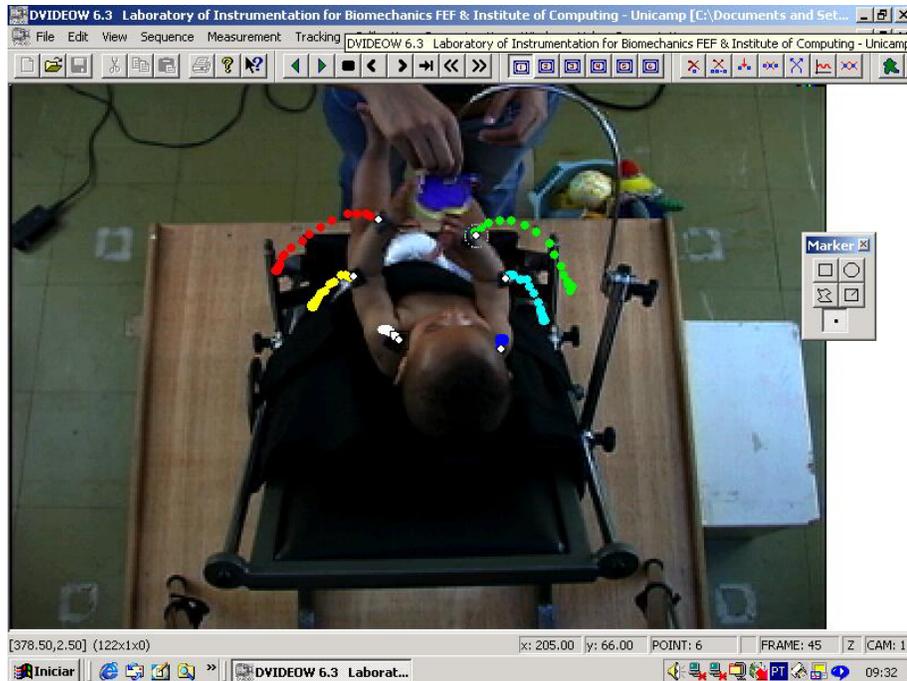


FIGURA 5: Interface do sistema Dvideow e rastreamento dos marcadores.

Nos alcances unimanuais analisamos somente o membro superior que realizou o alcance e nos bimanuais determinamos que fosse avaliado apenas o membro que primeiro tocou o brinquedo porque o nosso objetivo não era analisar a coordenação entre os membros superiores.

## ANÁLISE DOS DADOS

O sistema Dvideow ofereceu como resultados as coordenadas X, Y e Z de cada frame do movimento capturado. A partir disso, nós utilizamos o programa Matlab com o objetivo de filtrar e trabalhar esses dados. Um filtro do tipo Butterworth digital de 4ª ordem foi aplicado nas coordenadas dos movimentos. A partir de rotinas do Matlab, foram calculados os ângulos do ombro (flexão/extensão e abdução/adução) e cotovelo (flexão/extensão), índice de retidão e o tempo gasto no alcance.

Os movimentos do plano sagital, ou seja, flexão e extensão do ombro, tiveram seus ângulos calculados a partir das projeções nos eixos X e Y do sistema de coordenadas. Os ângulos dos movimentos no plano frontal, ou seja, abdução e adução do ombro, foram calculados por meio das projeções nos eixos Z e Y. A Figura 6 ilustra a convenção biomecânica adotada para o cálculo desses ângulos nas posturas supina e sentada.

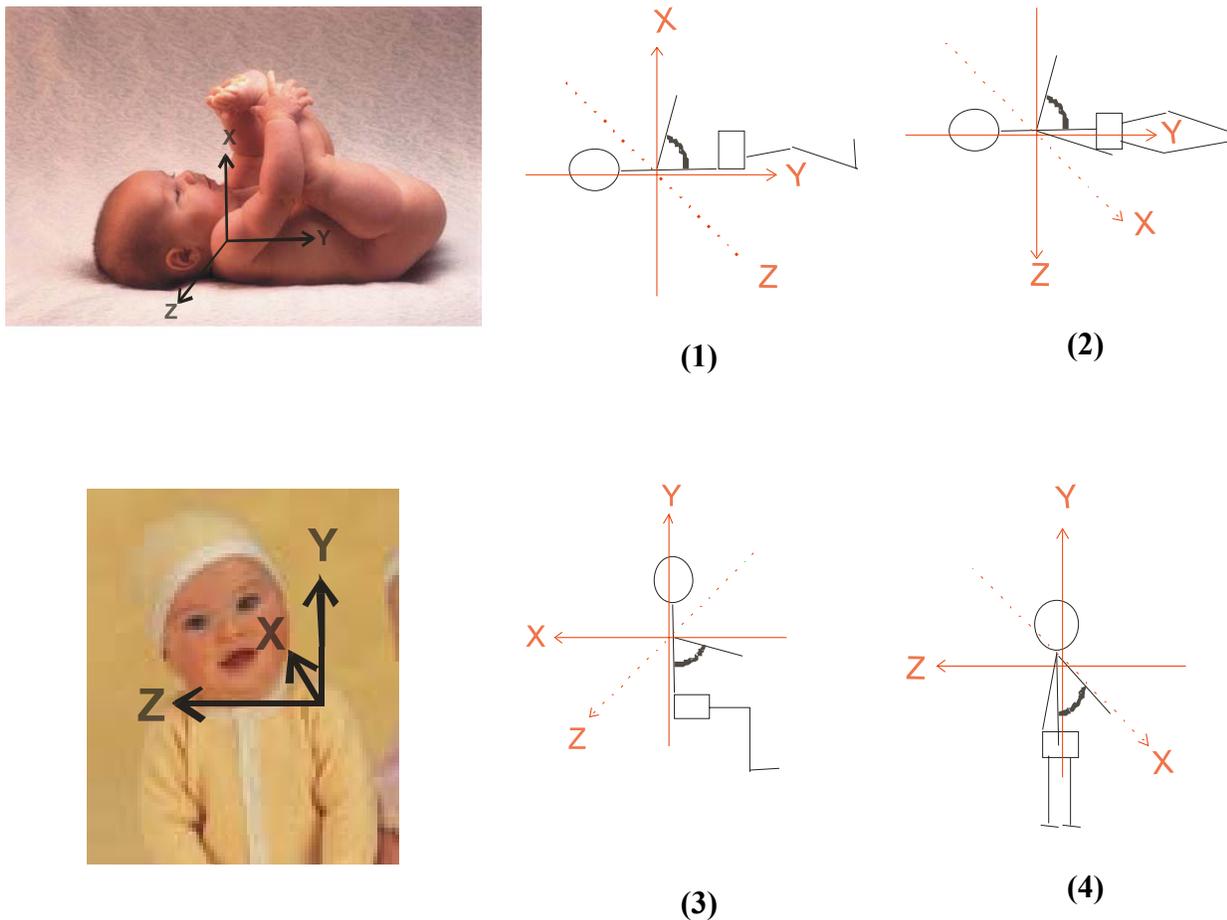


FIGURA 6: convenção biomecânica para o cálculo dos ângulos. 1 = esquema do plano sagital, mostrando o movimento de flexão/extensão de ombro na postura supina. 3 = esquema do plano sagital na postura sentada. 2 = esquema no plano frontal, mostrando movimento de abdução e adução de ombro na postura supina. 4 = esquema no plano frontal na postura sentada.

Para a postura reclinada, usamos a mesma convenção biomecânica da postura sentada. Para ajustarmos a inclinação do tronco ao eixo Y do sistema de coordenadas aplicamos uma rotação de 20° no sistema de coordenadas pois o lactente foi avaliado a uma inclinação de 70° com a horizontal. Para a postura reclinada, a rotação aplicada foi de 45° porque o lactente permanecia com o tronco inclinado à 45° com a horizontal durante a avaliação. O cotovelo, por apresentar apenas um grau de liberdade, teve seus ângulos calculados a partir das coordenadas X,Y e Z. Para a apresentação dos ângulos, o tempo foi normalizado em porcentagem (0 a 100%) porque os lactentes apresentaram alcances com diferentes intervalos de duração. Através da normalização das curvas foi possível fazer o cálculo das medianas dos valores angulares de ombro e cotovelo.

O índice de retidão indica quantas vezes o lactente realizou uma trajetória maior em relação à menor distância que a mão poderia ter percorrido. Seu cálculo foi estabelecido como a razão entre a distância percorrida pela mão e a menor distância que poderia ser percorrida (distância entre a posição inicial da mão e o objeto) nesta trajetória.

$$IR = \frac{\text{distância percorrida pela mão}}{\text{menor distância que poderia ser percorrida}}$$

Quanto mais próximo de 1 for o índice, mais próximo de um segmento de reta terá sido a trajetória. Além disso, índice de retidão igual a 1 indica que o lactente realizou o alcance na menor trajetória possível.

O tempo foi calculado a partir da razão do número de frame por 60 frames por segundo, que corresponde à frequência a qual as imagens foram capturadas.

## **ANÁLISE ESTATÍSTICA**

O tempo gasto no alcance e a variação angular foram analisados quantitativamente, sendo o tempo baseado nas médias e desvios padrão e a variação angular na análise gráfica das medianas. Para o índice de retidão, aplicamos os testes de normalidade de Anderson Darling e Ryan Joyner para verificar a distribuição em relação às variáveis independentes, seguidos da análise pelo teste t-Student, com  $p \leq 0,05$ . Para a frequência de alcances unimanuais e bimanuais, usamos os testes de normalidade de Anderson Darling, análise por variância (ANOVA), t pareado e Duncan, também com  $p \leq 0,05$ .

## **RISCOS E BENEFÍCIOS**

O estudo não ofereceu qualquer risco ou prejuízo aos lactentes participantes. Sua metodologia compõe-se de procedimentos não invasivos e indolores, consistindo basicamente de apresentação do brinquedo, uso de marcadores feitos com pérolas de bijuteria e fixados com micropore e filmagem. Os responsáveis permaneceram na sala durante toda a avaliação, sendo permitido que eles interrompessem o procedimento caso julgassem necessário.

Quanto aos benefícios, além do fator moral de colaborar com um estudo cujo objetivo é avaliar o alcance manual, permitindo uma maior compreensão sobre o desenvolvimento motor na infância, o lactente foi encaminhado para tratamento caso algum atraso no desenvolvimento da motricidade de seus membros superiores fosse verificado.

**RESULTADOS**

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos segundo a metodologia definida anteriormente, baseando-se no propósito de verificar a influência da postura (restrição do ambiente) de lactentes de 4 meses de vida no desempenho do movimento de alcance. Foram recrutados treze lactentes sendo todos avaliados. Deste total, apenas cinco lactentes realizaram o alcance aos 4 meses. No entanto, para um deles não foi possível fazer a análise cinemática devido a problemas no procedimento de calibração.

A análise da frequência de alcances unimanuais e bimanuais foi realizada para cinco lactentes que fizeram o alcance. Posteriormente, os resultados de tempo de duração do alcance, índice de retidão e ângulos de ombro e cotovelo foram analisados somente para quatro lactentes que realizaram o alcance e cujas imagens permitiram a realização da análise.

### **Frequência de alcances unimanuais e bimanuais**

A Tabela 3 ilustra a frequência de alcances realizada pelos lactentes, nas posturas supina, reclinada e sentada, no tempo de 4 minutos para cada postura ou até realizarem 10 alcances.

TABELA 3: Frequência dos alcances unimanuais e bimanuais nas posturas supina (0°), reclinada (45°) e sentada (70°), pelos 5 lactentes que fizeram alcance.

	Supino (0°)		Reclinado(45°)		Sentado(70°)		<i>Total</i>
	uni	bi	uni	bi	uni	bi	
<b>A</b>	10	0	9	1	4	4	28
<b>B</b>	1	0	6	4	8	2	21
<b>C</b>	1	0	5	1	10	0	17
<b>D</b>	3	3	3	2	6	2	19
<b>E</b>	1	0	1	0	10	0	12
<b>Total</b>	16	3	24	8	38	8	97
<b>Média 1 (DP)</b>	3,2 (3,90)	0,6 (1,34)	4,8 (3,03)	1,6 (1,52)	7,6 (2,61)	1,6 (1,67)	19,4 (5,86)
Média 2 (DP)	3,8 (4,09)		6,4 (3,78)		9,2 (1,09)		

*Média 1: média dos alcances uni e bimanuais para cada postura.*

*Média 2: média da soma dos alcances uni e bimanuais para cada postura.*

Após verificar a normalidade dos dados pelo teste de Anderson Darling, aplicamos o teste Anova. De acordo com Anova (3 posturas), podemos constatar que houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre a frequência de alcances (soma entre uni e bimanuais) em cada uma das posturas, com  $p\text{-value} = 0,0385$ . Para identificar entre quais posturas existe diferença, aplicamos o teste múltiplo de Duncan que indicou diferença entre as posturas supina (0°) e sentada (70°). Desta forma, os resultados sugerem que a postura sentada favoreceu aumento na frequência de alcances em relação à postura supina.

Para verificar se houve diferença entre os alcances uni e bimanuais em cada uma das posturas, aplicamos o teste t pareado cujo resultado pode ser observado na Tabela 4.

TABELA 4: Resultado do teste t pareado para a frequência de alcances uni e bimanuais nas posturas supina (0°), reclinada (45°) e sentada (70°).

	<b>Uni x bim</b>
<i>0°</i>	0,2347
<i>45°</i>	0,0722
<i>70°</i>	<b>0,0341</b>

A Tabela 4 mostrou que houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os alcances uni e bimanuais apenas na postura sentada. Deste modo, o teste indicou que a postura sentada (70°) favoreceu significativamente o aumento da frequência de alcances unimanuais.

A Tabela 5 ilustra a frequência de alcances unimanuais realizados pelo membro superior direito e esquerdo dos lactentes A, B, C e D nas posturas supina (0°), reclinada (45°) e sentada (70°).

TABELA 5: Frequência dos alcances unimanuais à direita e esquerda nas posturas supina (0°), reclinada (45°) e sentada (70°), pelos lactentes A, B, C e D.

	<b>Supino</b>		<b>Reclinado</b>		<b>Sentado</b>	
	<b>uni D</b>	<b>uni E</b>	<b>uni D</b>	<b>uni E</b>	<b>uni D</b>	<b>uni E</b>
<b>A</b>	1	9	2	7	2	2
<b>B</b>	0	1	5	1	3	5
<b>C</b>	1	0	5	0	10	0
<b>D</b>	3	0	2	1	0	6
<b>E</b>	0	1	0	1	0	10
Média (DP)	1 (1,22)	2,2 (3,83)	2,8 (2,17)	2 (2,83)	3 (4,12)	4,6 (3,85)

Para verificar se houve diferença entre os alcances unimanuais realizados pelo membro superior direito e esquerdo em cada uma das posturas, aplicamos o teste t pareado cujo resultado pode ser observado na Tabela 6.

TABELA 6: Resultado do teste t pareado para a frequência de unimanuais à direita e esquerda nas posturas supina (0°), reclinada (45°) e sentada (70°).

	<b>Dir x Esq</b>
<i>0°</i>	0,5528
<i>45°</i>	0,6797
<i>70°</i>	0,6597

A Tabela 6 mostrou que não houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os alcances unimanuais realizados com membro superior esquerdo e direito em cada uma das três posturas estudadas.

### **Tempo**

Para a análise do tempo de execução do alcance pelos lactentes nas diferentes posturas, optamos pelo uso da mediana devido à variabilidade encontrada nos resultados. A Figura 7 mostra a mediana do tempo gasto pelos lactentes A, B, C e D nas posturas supina (0°), reclinada (45°) e sentada (70°).

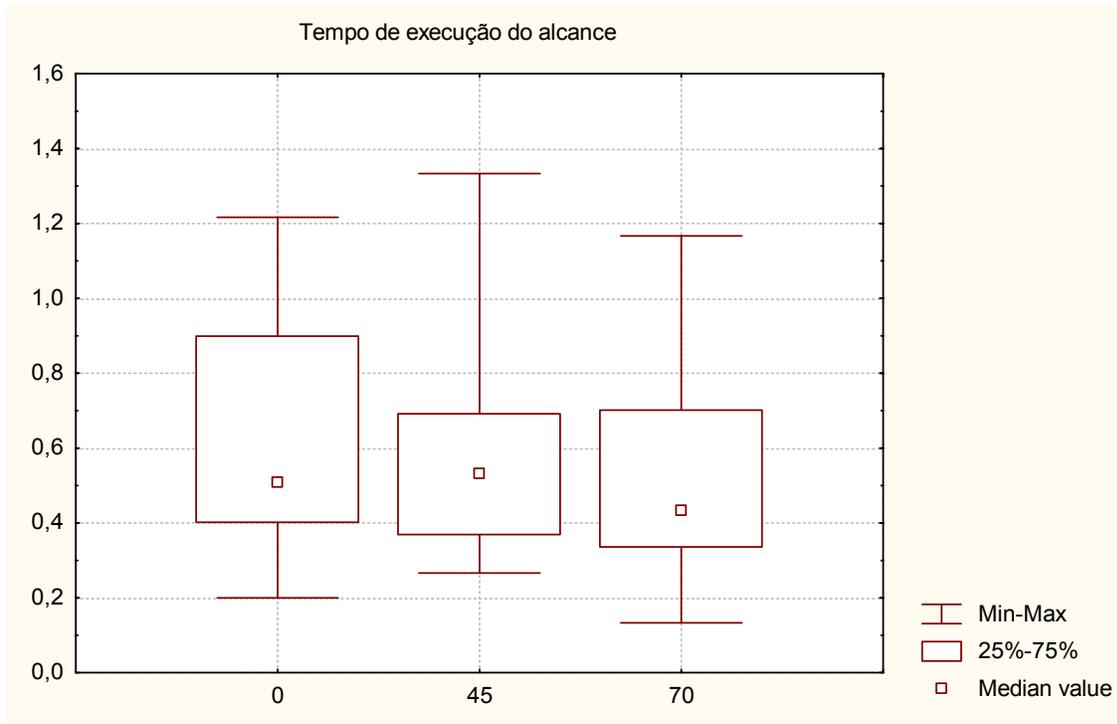


FIGURA 7: Mediana da duração dos alcances, em segundos, para as três posturas (0°, 45° e 70°), pelos quatro lactentes (A, B, C e D).

Podemos observar na Figura 7 que os valores encontrados para o tempo de execução do alcance, nas três posturas estudadas, foram semelhantes.

### Índice de retidão

O índice de retidão (IR) indica quantas vezes o lactente realizou uma trajetória maior em relação à menor distância que a mão poderia ter percorrido. O cálculo é dado pela razão entre a distância percorrida pela mão e a menor distância que poderia ser percorrida nesta trajetória. IR igual a 1 indica que o alcance foi realizado na menor distância possível; IR maior que 1 indica o quanto a trajetória do alcance foi maior que a menor distância que a mão poderia ter percorrido. Na Tabela 7 estão apresentados a média e desvio padrão do IR para os quatro lactentes que realizaram o alcance e cujas imagens foram analisadas. No apêndice B constam os dados brutos dos índices de retidão para cada alcance realizado pelo lactente.

TABELA 7: Média e desvio padrão do índice de retidão do alcances realizados por quatro lactentes, nas posturas supina (0°), reclinada (45°) e sentada (70°).

<b>Lactente</b>	<b>0°</b>	<b>45°</b>	<b>70°</b>
<b>A</b>	1,562 (0,274)	1,500 (0,575)	1,289 (0,185)
<b>B</b>	1,700 (0)	2,116 (1,258)	1,673 (0,395)
<b>C</b>	2,335 (0)	1,969 (0,755)	1,535 (0,341)
<b>D</b>	1,444 (0,238)	1,910 (0,161)	1,175 (0,143)

*Média (desvio padrão)*

Para verificarmos se houve diferença significativa no índice de retidão, aplicamos o teste t, com  $p \leq 0,05$ . O teste indicou diferenças significativas entre as posturas supina e reclinada ( $p=0,0015$ ) e supina e sentada ( $p=0,0025$ ). Não foram encontradas diferenças entre as posturas reclinada e sentada ( $p=0,3012$ ).

### **Variação dos ângulos de ombro e cotovelo durante o alcance.**

Na análise do alcance encontramos variabilidade de trajetórias e de valores angulares para alcances realizados em uma única postura, para o mesmo lactente. Assim sendo, optamos por trabalhar com a mediana dos alcances em cada uma das posturas com o objetivo de realizar a análise qualitativa. A variabilidade nos ângulos de flexão/extensão e abdução/ adução de ombro e flexão/extensão de cotovelo podem ser visualizados no Apêndice C.

Inicialmente serão apresentados os resultados do lactente A. Podemos observar na Figura 8 a mediana dos ângulos de ombro e cotovelo (graus), nas posturas supina (0°), reclinada (45°) e sentada (70°).

8.1	Supino (0°)	8.4	Reclinado (45°)	8.7	Sentada
-----	-------------	-----	-----------------	-----	---------

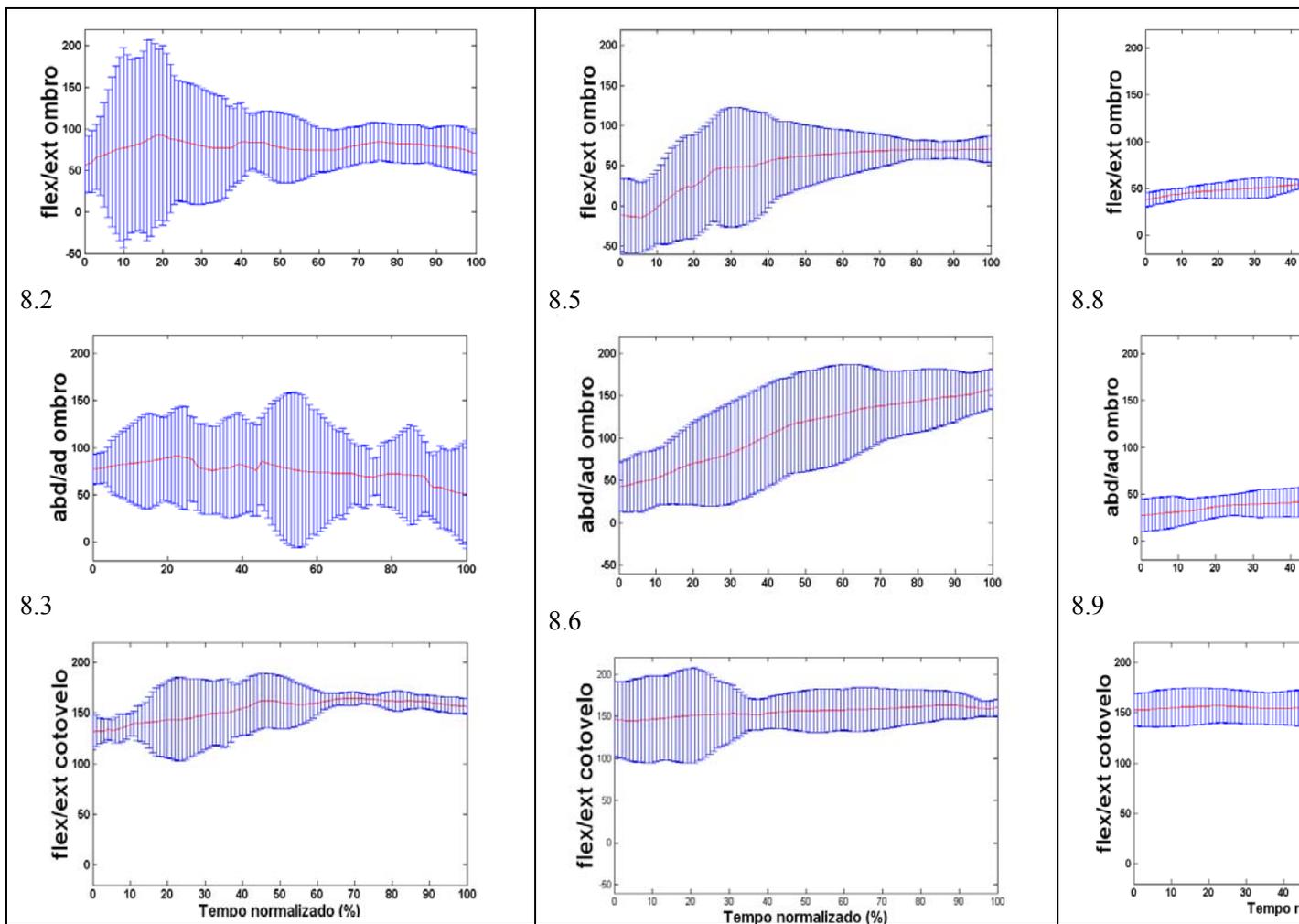


FIGURA 8: Mediana e erro padrão dos alcances realizados pelo lactente A em relação à variação dos ângulos de ombro e cotovelo (flexão/extensão de ombro, abdução/adição de ombro e flexão/extensão de cotovelo), em graus, pelo tempo normalizado (0 a 100%).

**Supino (0°)**

Observamos que o lactente fez a flexão (Figura 8.1) e abdução (Figura 8.2) do ombro em apenas 20% do tempo total do alcance, enquanto estendeu o cotovelo (Figura 8.3) até aproximadamente 45% do tempo. Após 50% do tempo, o lactente fez adução de ombro até o momento que a mão tocou o brinquedo.

**Reclinado (45°)**

Na postura reclinada, o lactente realizou o movimento de alcance por meio do aumento linear da flexão (Figura 8.4) e abdução (Figura 8.5) de ombro e extensão de cotovelo (Figura 8.6) sendo a curva de flexão de ombro a primeira a atingir o platô.

**Sentada (70°)**

Na postura sentada, podemos verificar o aumento linear na flexão (Figura 8.7) e abdução (Figura 8.8) de ombro durante todo o alcance e na flexão do cotovelo (Figura 8.9) somente após 20% do tempo. Observamos também que a extensão do cotovelo ocorreu após 80% do tempo total de alcance.

Se analisarmos as articulações de ombro e cotovelo separadamente, observamos que nas posturas reclinada e sentada o ombro comportou-se de maneira semelhante.

Podemos observar na Figura 9 a mediana dos ângulos ombro e cotovelo (graus), nas posturas supina (0°), reclinada (45°) e sentada (70°) para o lactente B.

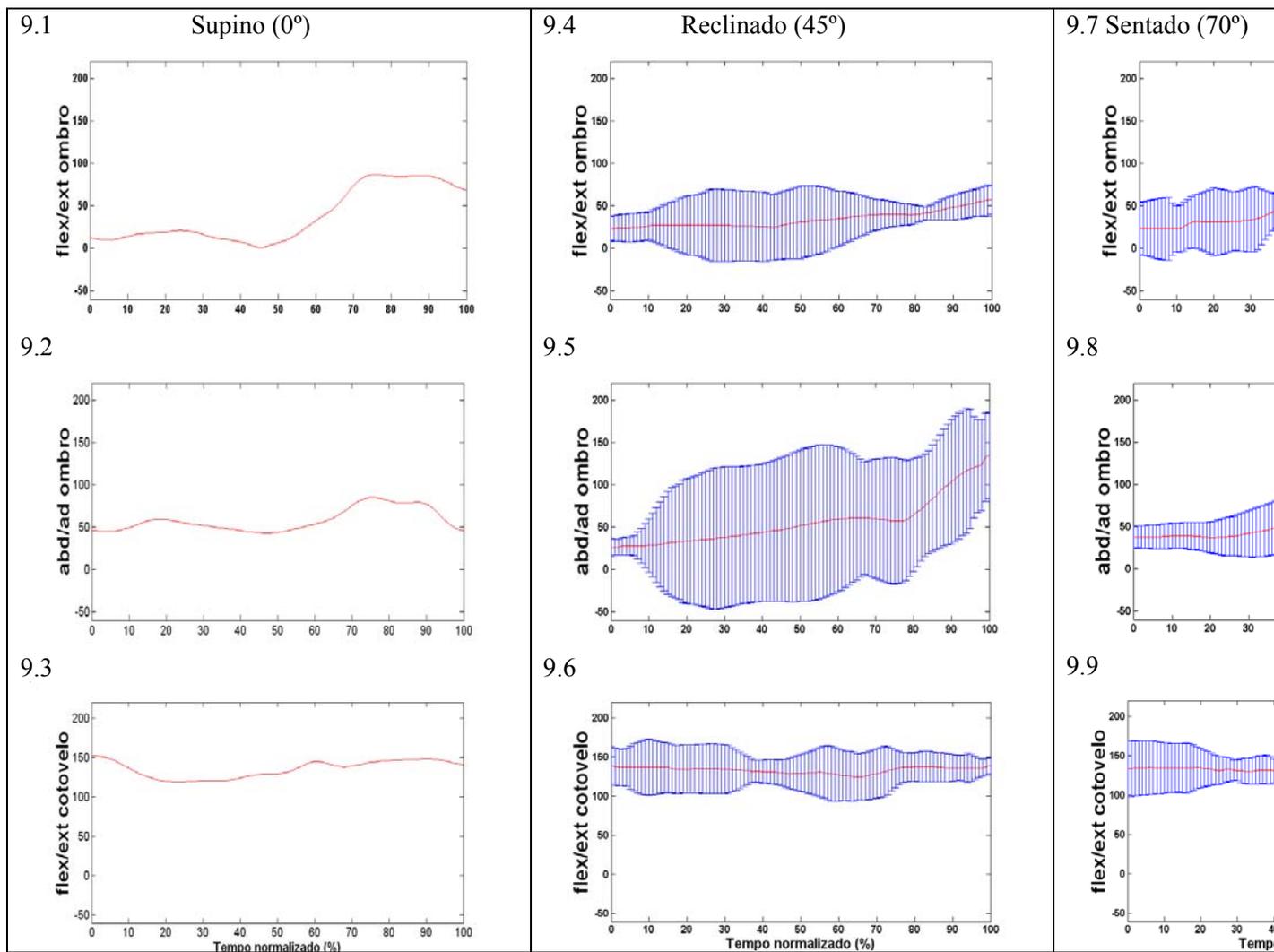


FIGURA 9: Mediana e erro padrão dos alcances realizados pelo lactente B em relação à variação dos ângulos de ombro e cotovelo (flexão/extensão de ombro, abdução/adição de ombro e flexão/extensão de cotovelo), em graus, pelo tempo normalizado (0 a 100%).

**Supino (0°)**

Podemos observar que o lactente fez a flexão do cotovelo (Figura 9.3) no início do movimento e após 40% do tempo de alcance fez flexão (Figura 9.1) e abdução (Figura 9.2) do ombro e extensão do cotovelo, simultaneamente. Nos últimos 10% de tempo, podemos verificar a adução do ombro até que a mão do lactente tocou o brinquedo, sendo o valor angular semelhante ao início do movimento.

**Reclinada (45°)**

Na postura reclinada observamos o comportamento de flexão do cotovelo (Figura 9.6) seguido de flexão (Figura 9.4) e adução (Figura 9.5) de ombro. Em aproximadamente 65% do tempo, ocorre a extensão de cotovelo e tornam-se mais acentuados o aumento na flexão e abdução de ombro. Notamos também que o ângulo da articulação no cotovelo no início e final do alcance são semelhantes.

**Sentado (70°)**

Podemos visualizar o aumento linear da flexão (Figura 9.7) e abdução (Figura 9.8) de ombro durante todo o alcance. Em relação à articulação do cotovelo (Figura 9.9), observamos a flexão durante 70% do tempo, e extensão de aproximadamente 10° nos últimos 30% do tempo.

Verificamos que o lactente B fez uso da flexão/extensão de cotovelo em diferentes momentos do alcance, nas três posturas as quais ele foi avaliado.

Podemos observar na Figura 10 a mediana dos ângulos ombro e cotovelo nas três posturas para o lactente C.

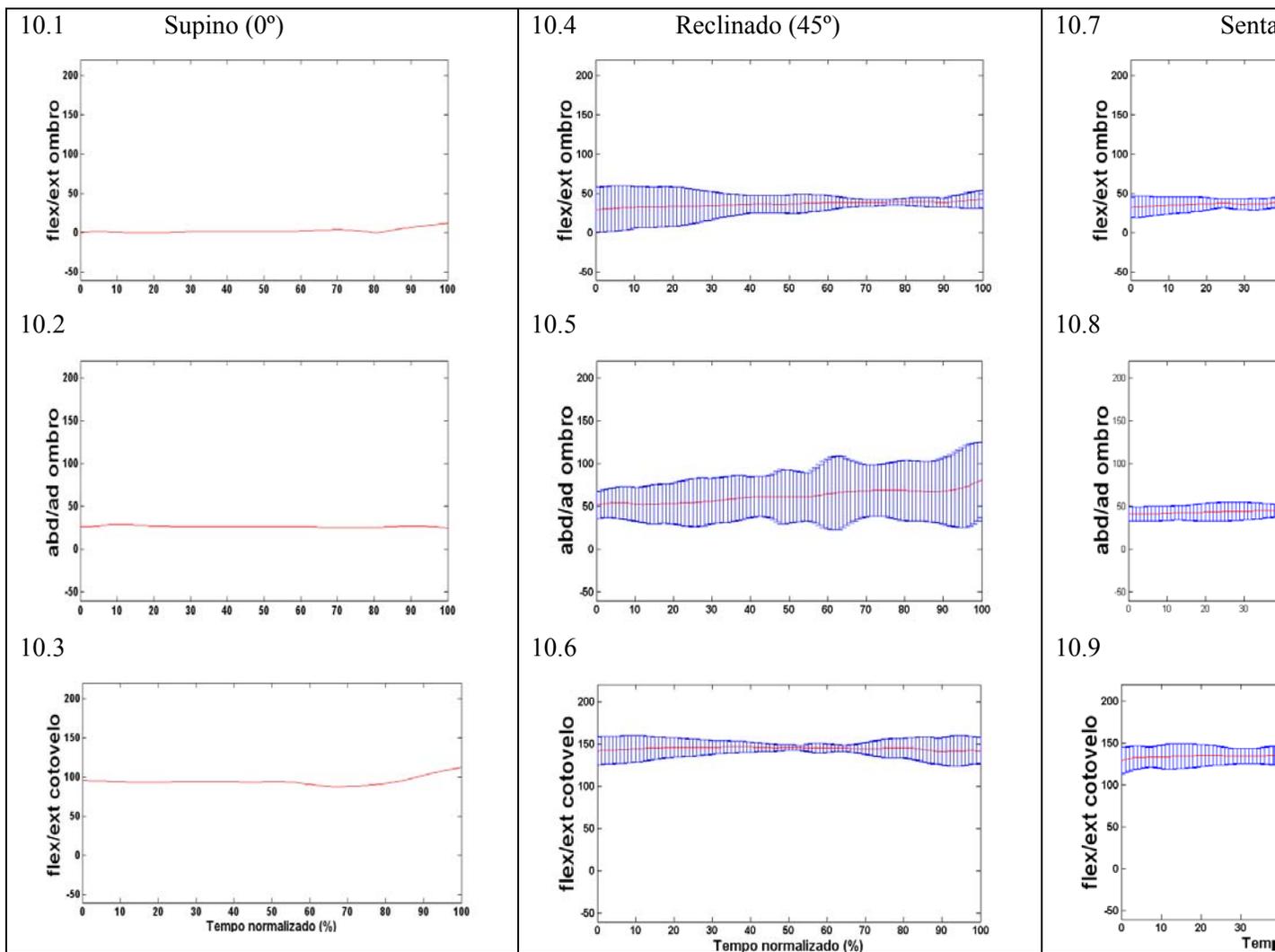


FIGURA 10: Mediana e erro padrão dos alcances realizados pelo lactente C em relação à variação dos ângulos de ombro e cotovelo (flexão/extensão de ombro, abdução/adução de ombro e flexão/extensão de cotovelo), em graus, pelo tempo normalizado (0 a 100%).

**Supino (0°)**

Podemos observar que o lactente fez a flexão de ombro (Figura 10.1) e extensão de cotovelo (Figura 10.3) após 70% do tempo de seu primeiro movimento em direção ao brinquedo. Notemos que o ângulo de abdução de ombro (Figura 10.2) apresentou uma variação de apenas 5°.

**Reclinada (45°)**

Podemos visualizar que a flexão (Figura 10.4) e abdução (Figura 10.5) de ombro aumentaram linearmente durante todo o alcance. Em relação ao cotovelo (Figura 10.6), podemos observar a extensão no início do movimento e uma flexão após 80% do tempo. No entanto, a variação angular do cotovelo foi de aproximadamente 5°, o que torna possível considerar que o lactente manteve o cotovelo estendido a aproximadamente 144° durante todo o movimento.

**Sentada (70°)**

Observamos que a flexão de ombro (Figura 10.7) e extensão de cotovelo (Figura 10.9) aumentaram linearmente até aproximadamente 85-90% do tempo, quando atingiram um platô. Quanto à abdução do ombro (Figura 10.8), verificamos seu aumento linear até 65% do tempo, quando o lactente fez a adução do ombro sendo o alcance finalizado com o mesmo ângulo de abdução de ombro do início do movimento.

Podemos observar na Figura 11 a mediana dos ângulos ombro e cotovelo (graus), nas posturas supina (0°), reclinada (45°) e sentada (70°) para o lactente D.

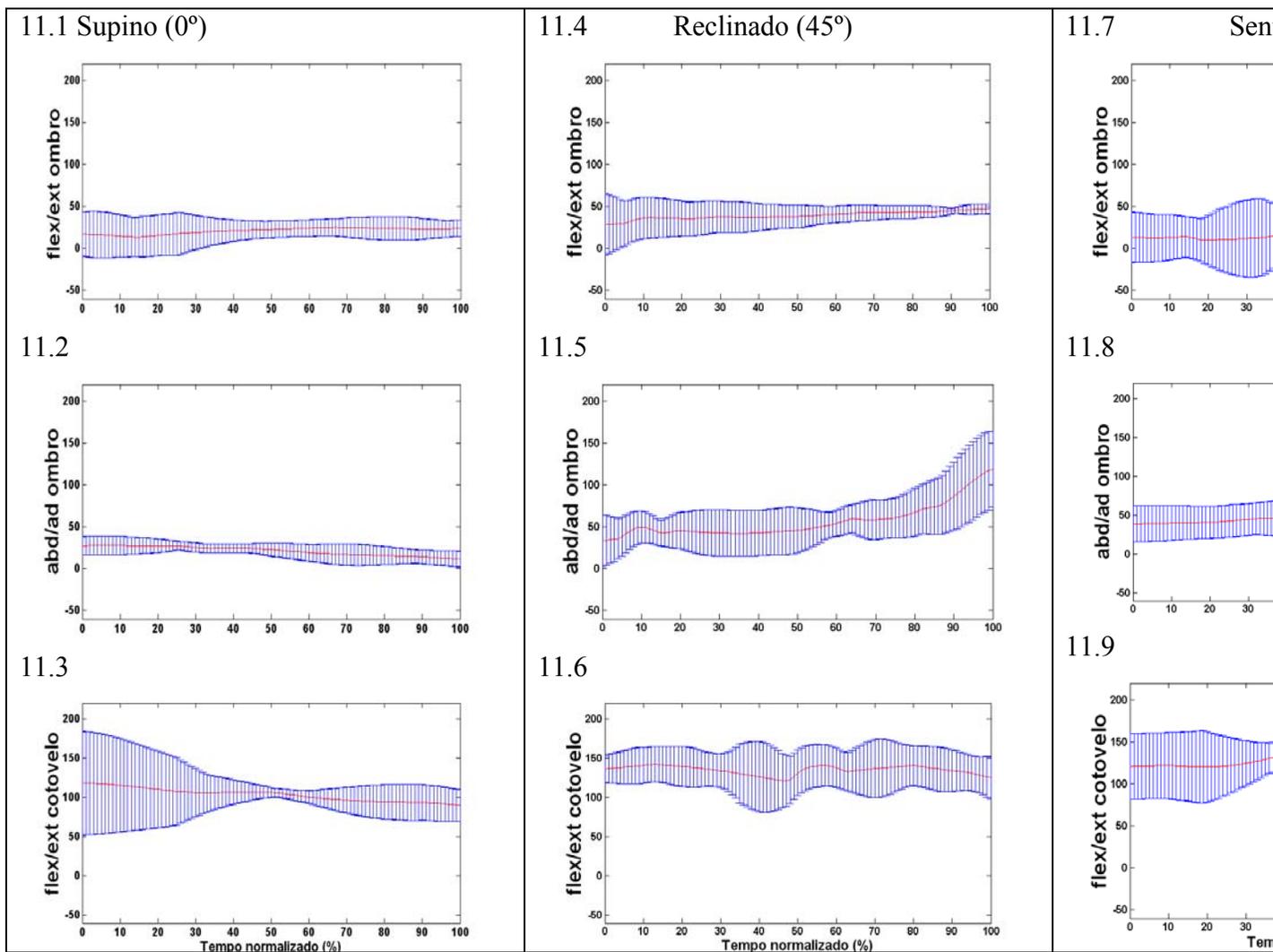


FIGURA 11: Mediana e erro padrão dos alcances realizados pelo lactente D em relação à variação dos ângulos de ombro e cotovelo (flexão/extensão de ombro, abdução/adução de ombro e flexão/extensão de cotovelo), em graus, pelo tempo normalizado (0 a 100%)

**Supino (0°)**

Podemos observar o declínio linear da curva na flexão de cotovelo (Figura 11.3) e adução (Figura 11.2) de ombro enquanto a flexão de ombro (Figura 11.1) aumentou linearmente.

**Reclinada (45°)**

Observamos o aumento linear na flexão do ombro (Figura 11.4) e o aumento em exponencial na abdução do ombro (Figura 11.5). Em relação ao cotovelo (Figura 11.6), este apresentou um comportamento irregular de flexão até 50% do tempo seguido de uma rápida extensão voltando a fazer a flexão em 80% do tempo.

**Sentado (70°)**

Verificamos o aumento simultâneo, em aproximadamente 20% do tempo, da flexão (Figura 11.7) e abdução (Figura 11.8) de ombro e extensão de cotovelo (Figura 11.9).

Notamos que o lactente D usou de estratégias diferentes, de acordo com sua postura, para realizar o alcance.

**DISCUSSÃO**

O propósito desse estudo foi verificar se mudanças na postura do corpo do lactente (restrição do ambiente) influenciam no alcance de objetos e qual dessas posturas poderia favorecer a execução do alcance por lactentes de 4 meses de vida. Mais especificamente, objetivamos verificar a influência das diferentes posturas na frequência de alcances, índice de retidão, tempo e variação dos ângulos de ombro e cotovelo. Nesta seção, discutiremos os resultados obtidos cujas explicações serão baseadas na abordagem dos sistemas dinâmicos.

Inicialmente, tínhamos o propósito de avaliar uma amostra maior de sujeitos porém, do grupo de treze lactentes avaliados no presente estudo, apenas cinco fizeram o alcance aos quatro meses de vida. Este achado é condizente com a literatura e justifica o fato dos trabalhos realizados com lactentes apresentarem uma amostra pequena. No estudo de Fallang et al. (2000), dos doze lactentes que participaram da pesquisa a qual avaliava o alcance na postura supina, apenas nove realizaram o alcance aos quatro meses de vida. Out et al. (1998) avaliaram o alcance de oito lactentes nas posturas supina e sentada. Deste grupo, os autores verificaram que um lactente fez o alcance com doze semanas de vida, um com dezesseis semanas e seis com vinte semanas. Thelen et al. (1996), na avaliação de quatro lactentes, observaram que um lactente apresentou o comportamento com doze semanas, um com quinze semanas e dois com vinte semanas. Portanto, podemos verificar que não há uma idade específica para a aquisição do alcance mas esta pode variar em um intervalo de tempo que parece ser de doze à vinte semanas para lactentes considerados normais, a termo. Todos os estudos citados sobre o número de lactentes que fizeram alcance aos quatro meses avaliaram o alcance na população norte-americana ou norueguesa. Santos, Gabbard e Gonçalves (2001) realizaram um estudo comparando a população norte-americana e brasileira, por meio da “Bayley Scales of Infant Development – II”, o qual ela conseguiu observar que os lactentes americanos adquiriam a postura

sentada anteriormente à população brasileira e que fatores culturais e costumes estariam influenciando nesta diferença. Segundo a abordagem dos sistemas dinâmicos a emergência do comportamento não depende apenas da maturação do SNC mas também de fatores externos, como confirmado por Thelen (1993), Savelsbergh e Van der Kamp (1994), Ferreira e Barela (2000) e Rocha (2002). No presente estudo foram avaliadas a influência de fatores ambientais em relação aos diferentes posicionamentos do lactente no espaço e não de fatores culturais ou sócio-econômicos que pudessem interferir na aquisição do comportamento. Nossos resultados mostraram que em três lactentes a postura supina interferiu na apresentação do comportamento sendo observado apenas um alcance nessa postura. Na postura reclinada houve aumento na frequência de alcances para três lactentes da amostra enquanto na postura sentada observamos um aumento significativo na frequência de alcances em relação à supina. Este é um dado importante que pode ser utilizado na estimulação de lactentes quando o objetivo é aumentar a frequência de sucessos na realização do alcance. Wade e Jones (1997) consideram que a postura, o movimento e o ambiente estão baseados numa relação de percepção e ação. Desta forma, através da execução do movimento e conseqüentemente repetidos ciclo de percepção do mesmo, este comportamento permitirá a escolha de um padrão mais eficiente de alcance. Portanto, a postura sentada pode favorecer aquisição do alcance por facilitar que mais alcances sejam realizados.

Do nosso grupo de lactentes, sete não realizaram o alcance em nenhuma das posturas. A justificativa para esse resultado pode ser devido à falta de motivação dos lactentes para a realização do alcance, ou porque esses lactentes não conseguiram se adaptar à cadeira, ao ambiente e ao pesquisador. Este resultado não pode ser suportado pelos estudos de Bergmeier (1992) e Ennouri e Bloch (1996) que verificaram o alcance de

recém-nascidos na postura sentada. Esperávamos que a postura sentada facilitasse a execução do movimento a tal ponto que todos pudessem realizar ao menos um alcance. Este pode ser um indício de que a postura sentada facilite o alcance apenas dos lactentes os quais esse comportamento já tenha sido incorporado em seu repertório motor.

Essa divergência de idades de aquisição do alcance também pode ser atribuída à particular dinâmica intrínseca, ou seja, cada lactente possui uma particular tendência à organização dos sistemas, no qual as propriedades intrínsecas passam a ser diferentes e, conseqüentemente, isso influencia na época de emergência do comportamento.

### **Frequência de alcances bimanuais e unimanuais**

Na comparação entre a frequência total de alcances em cada uma das posturas, foram encontradas diferenças significativas entre as posturas sentada e supina. Esse resultado está, em parte, de acordo com os achados de Savelsbergh e Van de Kamp (1994) que encontraram uma frequência maior de alcances na postura sentada à 90° em relação a reclinada à 60° e supina à 0°, para lactentes com idade de 16 semanas ( $\pm 5$  dias). O fato de não termos encontrado diferença entre a postura reclinada e sentada pode ser justificado pelas diferenças no ângulo de inclinação do tronco.

Em nosso estudo, tínhamos inicialmente o propósito de avaliar os lactentes na postura sentada a 90°. No entanto, observamos em um estudo preliminar que esta inclinação era desconfortável para os lactentes e que a manutenção da cabeça na linha média parecia exigir grande controle do lactente. Por isso, optamos por diminuir 20° desta inclinação avaliando os lactentes à 70°. A fim de obtermos uma maior diferença angular entre o sentado e reclinado, alteramos o ângulo de 60° para 45°. Não sabemos se essa variação de 20° e 15° para as posturas sentada e reclinada, respectivamente, interferiu nos resultados a

ponto de não encontrarmos diferenças significativas com a postura reclinada. Porém, esta é uma hipótese que não pode ser descartada e que merece ser estudada.

O mesmo resultado de uma maior frequência estatisticamente significativa de alcances sentado (80°) que em supino (0°) foi encontrada por Out et al. (1998). Em relação à inclinação do tronco na postura sentada, Out et al. (1998) usaram 80° com a horizontal, o que também difere do presente estudo. Portanto, podemos verificar que existe grande divergência na literatura devido aos diferentes desenhos metodológicos adotados para o estudo do alcance, o que torna difícil a comparação entre os resultados. No entanto, existe um consenso de que a postura sentada favorece a execução do alcance de lactentes de 4 meses de vida em relação à supina.

Embora os lactentes tenham apresentado uma tendência em realizar alcances unimanuais na postura reclinada à 45°, nossos resultados mostraram diferenças significativas para os alcances unimanuais e bimanuais apenas na postura sentada à 70°. Portanto, sugerimos que a postura sentada favorece a execução de alcances unimanuais. Este resultado confirma os achados de Rochat e Goubet (1995) de que os lactentes que não adquiriram controle postural sentado tendem a lateralizar o alcance, realizando mais alcances unimanuais que bimanuais porque um dos membros superiores estaria auxiliando na manutenção do equilíbrio do corpo. Esses autores verificaram em seu estudo que os lactentes sem controle postural sentado apresentaram maior tendência a realizar os alcances unimanuais com a mão direita. Rochat e Goubet (1995) levantam a hipótese de que o membro superior esquerdo auxiliaria na manutenção do equilíbrio ou apoio ao peso do corpo, sendo a falta de controle postural uma restrição. Em uma abordagem dinâmica, a falta de controle postural pode ser considerada uma restrição do organismo sendo os graus de liberdade de tronco reduzidos pelo apoio do membro superior esquerdo para a

manutenção do equilíbrio. No entanto, no presente estudo não foram encontradas diferenças significativas entre os alcances realizados com o membro superior esquerdo e direito. Um estudo sobre o desenvolvimento da coordenação bimanual foi realizado por Corbetta e Thelen (1996) a partir da avaliação semanal do alcance de quatro lactentes durante seu primeiro ano de vida. As autoras observaram grande variabilidade e instabilidade de coordenação. Seus resultados mostraram diferentes preferências entre o alcance uni e bimanual no início do desenvolvimento sendo que esta preferência se modificou durante o primeiro ano de vida sem seguir um padrão específico. Desta forma, Corbetta e Thelen (1996) sugerem que o desenvolvimento de comportamentos direcionados a um objetivo pode estar relacionado à preferência do lactente por uma forma intrínseca de coordenação a qual constitui o substrato para a emergência de um padrão comportamental. No presente estudo encontramos divergências entre os tipos de coordenação (unimanual ou bimanual) de cada lactente, o que pode ser justificado pela existência dessa dinâmica intrínseca que confere individualidade ao movimento executado. Observamos também que essa dinâmica intrínseca não se manteve estável quando foi imposta uma restrição do ambiente, ou seja, as diferentes posturas influenciaram na maneira com a qual o lactente realizou o movimento. Portanto, a coordenação entre os membros superiores é ainda um comportamento instável, o qual perturbações impostas ao sistema pela restrição do ambiente modificam a forma de apresentação deste comportamento.

### **Tempo**

Na revisão da literatura, encontramos apenas um estudo, de Savelsbergh e Van der Kamp (1994), que analisou o tempo de duração do alcance em dois grupos de lactentes (12 a 19 semanas e 20 a 27 semanas de vida) nas posturas sentada (90°), reclinada (60°) e

supina (0°). O presente estudo mostrou que o tempo gasto pelos lactentes para fazer o alcance foi semelhante nas três posturas analisadas. Este resultado contradiz os achados de Savelsbergh e Van der Kamp (1994) os quais observaram que os lactentes com a mesma faixa etária do presente estudo apresentaram um tempo menor para os alcances realizados nas posturas supina e reclinada em comparação à postura sentada. Esses mesmos autores verificaram que os lactentes mais velhos, com idade de 20 a 27 semanas de vida, apresentaram um tempo semelhante nas três posturas com o alcance dos lactentes mais jovens na postura sentada. Como os lactentes mais velhos tendem a apresentar um alcance aprimorado em comparação aos lactentes mais jovens, a duração maior do alcance seria indício de um movimento coordenado se tomarmos como base o estudo de Savelsbergh e Van der Kamp (1994). No entanto, analisar a variável tempo, independente da velocidade ou da distância percorrida, pode levar-nos a conclusões equivocadas porque uma duração maior pode ter ocorrido porque a trajetória percorrida pela mão foi maior ou porque, apesar de percorrer o caminho mais curto, a velocidade do movimento foi menor. Portanto, supomos que o tempo isolado não é uma boa variável sobre a qual conclusões a respeito do alcance possam ser embasadas.

### **Índice de retidão**

Com base nos resultados estatísticos, verificamos que houve diferença significativa entre as posturas supina (0°) e reclinada (45°) e supina e sentada (70°). Entre as posturas reclinada (45°) e sentada (70°) não foram encontradas diferenças significativas. Isto indica que a postura supina interferiu na trajetória do movimento de alcance realizado pelo lactente. Este resultado contraria os achados de Out et al (1998) que avaliaram o índice de retidão no alcance de lactentes com idade de 12, 16 e 20 semanas. Esses autores não

encontraram diferenças significativas entre as posturas supina e sentada para o índice de retidão. Out et al. (1998) sugerem como justificativa para diferentes posturas não interferirem no comportamento do índice de retidão que os lactentes buscam manter o padrão de alcance de tal forma que não são observadas mudanças nas variáveis cinemáticas. Desta forma, as perturbações e instabilidades seriam visíveis através de outras variáveis que dariam o suporte para que a cinemática do movimento não fosse perturbada. Em seus resultados, esses autores encontraram variação da atividade eletromiográfica em relação às posturas e sugeriram que as diferentes ativações musculares compensariam a manutenção das variáveis cinemáticas. Desta forma, os achados de Out et al. (1998) não podem ser aplicados pois houve alteração no comportamento da variável índice de retidão nas diferentes posturas, exceto entre as posturas reclinada e sentada. Com base nos resultados do presente estudo podemos supor que as restrições do ambiente impostas por meio dos diferentes posicionamentos influenciaram na biomecânica do movimento através do índice de retidão. Sugerimos que o lactente percebe as mudanças nos “affordances” decorrentes das diferentes inclinações de tronco e organiza o movimento de alcance de acordo com sua percepção, alterando a cinemática do movimento.

Se observarmos o índice de retidão nas três posturas, podemos verificar que nas posturas reclinada e sentada o lactente fez uma maior trajetória para um mesmo período de tempo. Este pode ser um indício de que nessas posturas o lactente consegue realizar um movimento mais rápido que em supino. A causa do movimento ser mais lento, devido à menor trajetória em supino, pode indicar que o alcance ainda é um padrão instável de comportamento aos 4 meses de vida, sendo o sistema perturbado pela ação da gravidade sobre o membro superior, exigindo um torque muscular maior. Essa perturbação trouxe instabilidade ao sistema, mostrada através do índice de retidão na postura supina.

Van der Fits et al (1999) verificaram que na postura sentada houve preferência, por parte dos lactentes de seu estudo, pela ativação da musculatura de pescoço. Os autores relatam que isso reflete a alta demanda de estabilização da cabeça no espaço na postura vertical quando comparada à horizontal. Desse modo, podemos supor que na postura sentada o lactente tem muitas variáveis para serem controladas a fim de realizar o alcance e estabilizar a cabeça. Esta afirmação pode levar-nos a um questionamento: como a postura supina parece oferecer um bom apoio de cabeça e tronco porque o desempenho do lactente em relação ao alcance nessa postura é menor? Essa pergunta já foi respondida quando comparamos o membro superior na postura supina a um pêndulo invertido e a uma alavanca de terceira classe com um braço de alavanca maior que sentado e reclinado. Desta forma, podemos verificar que ao alterarmos a restrição do ambiente, que neste caso foi a orientação do lactente em relação à gravidade, essa mudança repercutiu na organização do sistema para realizar o alcance e manter a cabeça na linha média.

Outro fator importante que interfere no alcance realizado na postura sentada foi levantado por Rochat e Goubet (1995), os quais observaram que o grupo de lactentes de seu estudo, com idade entre 150 e 201 dias, posicionados à 80° com horizontal, inclinavam o tronco antes de aproximar a mão do brinquedo. Baseado no estudo desses autores, podemos sugerir que os lactentes que ainda não adquiriram o sentar independente tendem a restringir os graus de liberdade dos membros superiores e liberar graus de liberdade no tronco, inclinando-o para frente para realizar o alcance. Tal fato foi observado nos lactentes do presente estudo, porém não quantificado. Isso indica que os lactentes apresentam muitas variáveis para serem organizadas, como a manutenção da cabeça no espaço e o movimento de tronco e membros superiores.

### **Variação dos ângulos de ombro e cotovelo**

Para discutirmos a variação dos ângulos de ombro e cotovelo dos quatro lactentes que realizaram o alcance optamos por uma análise individual com o objetivo de verificarmos as estratégias de comportamento utilizadas na execução do movimento. A partir dessa análise individualizada, pontos gerais foram abordados com o objetivo de levantarmos hipóteses sobre a influência da posição do corpo no espaço no alcance de lactentes com quatro meses de vida.

O lactente A usou de estratégias diferentes de acordo com o seu posicionamento para realizar o alcance, sendo essas diferenças observadas principalmente entre as posturas supina e reclinada e entre supina e sentada. Na postura supina, observamos a necessidade do lactente em realizar ajustes após 50% do tempo gasto no alcance. Desta forma, ele percebe o “affordance” e através da percepção direta ele faz os ajustes necessários para que a mão toque o objeto em resposta às restrições do ambiente e da tarefa. Devido ao fato de metade do alcance consistir no movimento de aproximação da mão até o brinquedo e metade de ajuste para que o toque aconteça, podemos sugerir que o lactente A apresentou um desempenho inferior na postura supina em relação à reclinada e sentada, confirmando a hipótese de que em supino o membro superior pode ser comparado a um pêndulo invertido, podendo ser facilmente perturbado. Outro ponto importante a ser observado foi que o lactente A usou da flexão no cotovelo de 20% a 80% do tempo de alcance na postura sentada a qual sugere que ele fez uso da diminuição do braço de alavanca para realizar o movimento. Portanto, mudanças na “affordance” fizeram com que o lactente utilizasse diferentes estratégias de comportamento de acordo com a postura a qual ele se encontrava. Como o alcance ainda é um padrão instável no repertório motor deste lactente, tais

mudanças perturbaram o sistema sendo esta instabilidade observada pela variação dos componentes angulares do movimento (ângulos de ombro e cotovelo) nas três posturas.

O lactente B usou da flexão do cotovelo para diminuir o braço de alavanca nos momentos em que o torque gravitacional sobre o membro superior era maior para cada uma das três posturas. É interessante notar que o lactente fez uso da mesma estratégia em todas as posturas avaliadas. Isso pode indicar que a flexão de cotovelo é um atrator forte pois com ela o lactente consegue reduzir os graus de liberdade no momento em que o torque muscular necessário para que a mão se desloque até o brinquedo é maior. A instabilidade do lactente não foi representada pelo repertório motor escolhido para a realização do alcance mas pela frequência com a qual ele é realizado, sendo esta inferior na postura supina. Outro ponto importante a ser levantado foi que, na postura supina, houve um período do alcance correspondente ao intervalo de tempo entre 20 e 40%, o qual indica que o lactente fez ajustes angulares antes de iniciar o movimento em direção ao brinquedo.

Para o lactente C, podemos notar que em supino ele realizou o alcance por meio da flexão de ombro e extensão de cotovelo após 70% do tempo de seu primeiro movimento em direção ao brinquedo. Isso significa que a maior parte da trajetória foi realizado em apenas 30% do tempo total de alcance, sendo este um movimento coordenado. Podemos sugerir que do início do alcance até 70% do tempo o lactente C fez ajustes angulares antes de realizar um movimento amplo em direção ao brinquedo. O mesmo padrão de alcance visto em supino foi observado na postura sentada mas com o movimento distribuído durante o tempo total gasto no alcance. Outro ponto concordante entre as posturas supina e sentada foi que o lactente faz uso da adução de ombro nos últimos 5% do tempo como um ajuste final para que a mão tocasse o brinquedo. Portanto o lactente C usou a mesma estratégia para realizar o alcance nas posturas supina e sentada porém houve uma variação temporal

na execução do movimento. Na postura reclinada o lactente realizou o movimento com a articulação proximal (ombro) porque observamos que houve uma variação angular pequena na articulação do cotovelo. Portanto, verificamos que para o lactente C as estratégias na realização do alcance foram diferentes de uma postura para outra. Essas diferenças puderam ser observadas por meio de variações entre os ângulos articulares, na organização temporal e na frequência de alcance (apenas um alcance em supino). Com isso, podemos sugerir que o lactente C também possui um padrão de alcance instável sendo esta instabilidade possível de ser observada em três diferentes variáveis para as posturas avaliadas nesse estudo.

No lactente D, podemos observar na postura supina um comportamento diferente em relação às outras posturas e aos outros lactentes. Esse resultado deve-se a grande variabilidade de trajetórias realizadas na postura supina. Verificamos também que para cada postura ele apresentou uma estratégia diferente de alcance sendo que curva da postura sentada mostrou maior tendência a uma forma arredondada. Portanto, a restrição do ambiente perturbou o sistema, resultando em diferentes estratégias para o alcance. Para o lactente D, a perturbação foi observada nos componentes angulares e na frequência do movimento.

Portanto, com base nas considerações apresentadas, verificamos que um lactente (B) manteve o padrão de alcance apesar da perturbação imposta pelas diferentes posturas. Observamos também que três lactentes (A, C e D) alteraram seu padrão em cada uma das posturas. Segundo Thelen e Smith (1994), na perspectiva dinâmica, o desempenho emerge de uma confluência de subsistemas dentro de uma tarefa e ambiente particulares. De acordo com as autoras, alguns padrões de comportamento são muito estáveis em determinadas condições e instáveis em outras. Desta forma, nossa predição de que o membro superior

em supino teria o comportamento de um pêndulo invertido o qual qualquer perturbação seria refletida nas variáveis cinemáticas foi confirmada por três lactentes que alteraram seu padrão de alcance nessa postura. Esta habilidade de reajustar o padrão em resposta à uma restrição é resultado da habilidade dos sistemas em reorganiza-se dinamicamente (Thelen & Smith, 1994).

Em relação à predição do uso da flexão de cotovelo para diminuir o braço de alavanca nos intervalos da trajetória os quais o torque muscular exigido seria maior foi confirmado por um lactente em todas as posturas (B) e por outro (A) na postura sentada. Outro lactente (D) também apresentou flexão de cotovelo na metade da trajetória do movimento porém este movimento mostrou-se irregular. O fato de o lactente fazer uso da estratégia de fletir o cotovelo não indica que seu alcance seja mais aprimorado que os demais pois não é possível confirmar se tal aprimoramento pode ser refletido pela diminuição do braço de alavanca ou pelo aumento da força muscular para vencer o torque gravitacional (sem a necessidade de fletir o cotovelo). Isso ressalta a questão da individualidade de que cada lactente possui uma dinâmica intrínseca e responderá de acordo com sua tendência particular às restrições impostas pelo ambiente, organismo e tarefa.

Quando observamos a variação angular inter-indivíduos verificamos um padrão de comportamento semelhante de ombro no plano sagital e cotovelo na postura reclinada para o lactente A (Figura 8.4,8.5 e 8.6) e na postura sentada para os lactentes C (Figura 10.7, 10.8 e 10.9) e D (Figura 11.7, 11.8 e 11.9). Observando essas curvas podemos sugerir que elas enquadram-se na definição que Thelen et al. (1996) consideram como um bom alcance que é aquele o qual a mão move-se em direção ao objeto desejado de forma reta e direta. Além disso, notamos também que nessas posturas, esses lactentes apresentaram sua maior

freqüência de alcances com um predomínio de alcances unimanuais (postura sentada) e de uma maior trajetória (postura reclinada e sentada). Desta forma, podemos inferir que as semelhanças observadas no padrão de alcance analisado (três lactentes) podem ser atribuídas à postura corporal, ou seja, as posturas reclinada e sentada proporcionaram maior estabilidade no padrão de alcance manual.

Outra importante informação que a análise dos ângulos de ombro e cotovelo propiciaram foi a observação em três lactentes (A, B e C), na postura supina, de um período de tempo no qual as curvas indicam a presença de ajustes durante a trajetória do alcance para iniciar um movimento mais amplo ou para finalizá-lo com o toque da mão no brinquedo.

Ao modificar o posicionamento do lactente, o sistema modificou espontaneamente sua organização, sendo a alteração visível ou na freqüência, ou no índice de retidão, ou na variação angular. Isso pode ser indício de que o organismo possui uma dinâmica intrínseca e se organiza de tal forma a preservar determinados elementos (padrão de movimento ou freqüência), sendo a perturbação demonstrada por outros elementos. O fato de o lactente manter o padrão de alcance nas três posturas ou executá-lo com a mesma freqüência não é determinado pela idade pois se assim fosse todos os lactentes apresentariam o mesmo padrão ou a mesma freqüência. Durante sua vida pós-natal, esses lactentes se desenvolveram em diferentes condições ambientes, com diferentes tarefas a serem realizadas, o que proporcionou uma organização intrínseca dos sistemas e, desta forma, um comportamento diferente. Isso torna a comparação entre os lactentes difícil já que as restrições do ambiente têm se mostrado importantes no desenvolvimento. De acordo com Newell (1986), o desempenho habilidoso, como reflexo de um padrão ótimo de coordenação e controle, será determinado na interação entre as restrições de organismo,

ambiente e tarefa. Este padrão ótimo de coordenação e controle para uma dada tarefa será individualmente específico. Por isso, os indivíduos respondem às restrições impostas de maneiras diferentes, levando ao produto de diferentes padrões de coordenação e controle para a mesma restrição da tarefa (diferentes maneiras de realizar o alcance para a mesma postura).

Em resumo, os resultados do presente estudo levam-nos a conclusão de que alterações nas restrições do ambiente, por meio de mudanças no posicionamento do lactente do espaço, afetam o desempenho na execução do movimento de alcance. Dentre as posturas avaliadas, a sentada parece favorecer o alcance manual por meio de uma maior frequência; de uma maior trajetória da mão pela observação de menos ajustes (diminuição das oscilações) durante a trajetória do alcance.

### **Limitações e Sugestões**

A principal limitação do estudo foi a idade estudada, 4 meses de vida. Apesar da importância da avaliação nessa idade que a literatura como o período de aquisição do alcance, o ideal seria um estudo longitudinal até a idade de 6 meses, quando o lactente é capaz de orientar seu alcance de acordo com as propriedades do objeto. Outra limitação foi o tamanho da amostra, de apenas 5 lactentes que realizaram o alcance aos 4 meses de vida.

Como sugestão, o estudo poderia ganhar um desenho longitudinal, analisando o alcance desde sua aquisição até que o lactente adquira o controle postural sentado. A variável velocidade do movimento poderia ser analisada pois, segundo Thelen (1998), esta é uma variável importante que reflete a quantidade de energia liberada para os membros superiores realizarem o movimento, além de ser um parâmetro crítico em muitos aspectos do controle motor.



Os resultados obtidos no presente estudo sugerem que:

- as posturas supina (0°), reclinada (45°) e sentada (70°) influenciam no desempenho do alcance em lactentes com idade de 4 meses de vida. A postura sentada favoreceu maior frequência de alcances, principalmente unimanuais. O tempo gasto na realização do alcance foi semelhante nas três posturas analisadas. O índice de retidão foi significativamente maior nas posturas reclinada e sentada. A variação dos ângulos de ombro e cotovelo mostrou o uso de diferentes estratégias de alcance de acordo com a postura do lactente.
  
- a postura sentada parece favorecer o alcance manual por meio de uma maior frequência, maior trajetória da mão e menos ajustes durante a trajetória do alcance.

Portanto, os resultados obtidos confirmam a hipótese de que o alcance é influenciado pelas restrições do ambiente em lactentes de 4 meses de vida.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANDRADE, L.A. **Análise de marcha: protocolo experimental a partir de variáveis cinemáticas e antropométricas.** (Mestrado em Educação Física) Faculdade de Educação Física, Unicamp, Campinas. 2002.

BARELA, J.A. Ciclo percepção-ação no desenvolvimento motor. In: Teixeira, L.A. **Avanços em comportamento motor.** Movimento, São Paulo, 40-61, 2001.

BARROS, R.M.L.; BRENZIKOFER, R.; LEITE, N.J.; FIGUEROA, P.J. Desenvolvimento e avaliação de um sistema para análise cinemática tridimensional de movimentos humanos. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica.** 15: 79-86, 1999.

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

BERNSTEIN, N. **The coordination and regulation of movements.** New York, Pergamon, 1967.

BRANDÃO S.J. **Bases do tratamento por estimulação precoce da paralisia cerebral ou dismetria cerebral ontogênica.** 2ª edição, São Paulo, Atheneu, 1992.

CAMPBELL, S.K.; LINDEN, D.W.V.; PALISANO, R.J. **Physical Therapy for Children.** WB Saunders Company, 1995.

CLARK, J.E. Motor Development. In: **Encyclopedia of human behavior** . 3: 245-55, 1994.

CORBETTA, D.; THELEN, E. The developmental origins of bimanual coordination: a Dynamic Perspective. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance.** 22: 502-22, 1996.

CORBETTA, D.; THELEN, E. JOHNSON, K. Motor constraints on the development of perception-action matching in infant reaching. **Infant Behavior & Development.** 23: 351-74, 2000.

ENNOURI,K., BLOCH,H. Visual control of hand approach movements in new-borns. **British Journal of Developmental Psychology**, 14, 327-38, 1996.

FAGARD, J.; PEZÉ, A. Age changes in interlimb coupling and the development of bimanual coordination. **Journal of Motor Behavior**. 29: 199-208, 1997.

FAGARD, J. Linked proximal and distal changes in the reaching behavior of 5- to 12-month-old human infants grasping objects of different sizes. **Infant Behavior & Development**. 23: 317-29, 2000.

FALLANG, B.; SAUSTAD, O.D.; HADDERS-ALGRA, M. Goal directed reaching and postural control in supine position in healthy infants. **Behavioural Brain Research**. 115: 9-18, 2000.

FERREIRA, J.N; BARELA J.A. Passadas desencadeadas por esteira rolante me crianças portadoras de paralisia cerebral. **Revista da SOBAMA**. 5(1): 39-44,2000.

FIGUEROA, P.J.; NEUCIMAR, J.L.; BARROS, R.M.K. A flexible software for tracking of markers used in human motion analysis. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**. 72, 155-65, 2003.

GESELL, A.; AMES, B.L. The development of handedness. **The Journal of Genetic Psychology**, 70, 155-75, 1947.

GIBSON, E.J. The concept of affordances indevelopment: the renaissance of functionalism. In: Collins.. **The concept of development**, Minnesota Symposium on Child Psychology Hillsdale, N J: Erlbaum, 15, 55-81, 1982.

GIBSON, E.J. Exploratory behavior in the development of perceiving, acting, and the acquiring of knowledge. **Advances in Infancy Research**. Abtex Publishing Company, Norwood, 1988.

HADDERS-ALGRA, M. The neuronal group selection theory: a framework to explain variation in normal motor development. **Developmental Medicine & Child Neurology**. 42: 566-72, 2000.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K.M. **Bases biomecânicas do movimento humano**. São Paulo, Manole, 1999.

KUGLER, P.N.; KELSO, J.A.S.; TURVEY, M.T. On the concept of coordinative structures as dissipative structures I. Theoretical lines of convergence. In G. E. Stelmach & J. Requin. **Tutorials in Motor Behavior**. New York, 3-47, 1980.

LOCKMAN, J.J.; THELEN, E. Developmental biodynamics: brain, body, behavior connects. **Child Development**. 64, 953-59, 1993.

LOPES, V.B. **Desenvolvimento motor de bebês segundo a “Alberta Infant Motor Scale”**. 2003. Tese (mestrado em fisioterapia). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

MCGRAW, M.B. **The neuromuscular maturation of the human infant**. New York: Hafner, 1945.

MAUERBERG-DECASTRO, E.; ANGULO-KINZLER, R. Vantagens e limitações das ferramentas usadas para investigar padrões de comportamento motor segundo a abordagem dos sistemas dinâmicos. In: Teixeira, L.A. **Avanços em comportamento motor**. Movimento, São Paulo, 63-87, 2001.

MEER, A.L.H.v., WEEL F.R.v., LEE, D.N. The functional significance of arm movements in neonates. **Science**, 267: 693-95, 1995.

NEWELL, K.M. Physical constraints to development of motor skills. In: Thomas, J.I. **Motor development skills during childhood and adolescence**, 105-120, 1984.

NEWELL, K.M. Constraints on the development of coordination. In: Wade, M.G; Whitine, H.T.A. **Motor development in children: aspects of coordination an control**. Boston: Martin Nihoff, 341-60, 1986.

NEWELL, K.M. Change in movement skill: learning, retention and transfer. In: Latash, M.L. ; Turvey, M.I. **Dexterity An its development**. New Jersey, LGA, 1996.

OUT, L; VAN SOEST, A.J.; SAVELSBERGH, G.J.P.; HOPKINS, B. The effect of posture on early reaching movement. **Journal of Motor Behavior**. 30:260-72, 1998.

PELLEGRINI, A.M. Auto-organização e desenvolvimento motor. **Aprendizagem e controle motor**. 299-318, 1996.

PELLEGRINI, A.M. Percepção-ação e controle motor no estudo do comportamento motor. **Motriz**. 7(1): 49-56, 2001.

PRETCHL, H.F.R.; BEINTEMA, D.J. The neurological examination of the full-term newborn infant. **Clinics in Developmentl Medicine**. 12:1-73,1964.

RAU, G.; DISSELHORST-KLUG, C.; SCHMIDT, R. Movement biomechanics goes upwards: from the leg to the arm. **Journal of Biomechanics**. 33: 1207-1216, 2000.

REED, E.S. An outline of a theory of action systems. **Journal of Motor Behavior**, 14, 2 ,98-134, 1982.

ROCHA, N.C.F. **A influência da postura corporal nas habilidades manuais nos primeiros quatro meses de vida do bebê**. Tese (mestrado em fisioterapia). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

ROCHAT, P.; GOUBERT, N. Development of sitting and reaching in 5-to-6-month-old infants. **Infant behavior and developmen**, 18: 53-68, 1995.

SANTOS, D.C.C.; GABBARD, C.; GONÇALVES, V.M.G. Motor Development during the first year: a comparative study. **J. Genet. Psychol**. 162(2): 143-53, 2001.

SAVELSBERGH, G.J.P.; VAN DER KAMP, J. The effect of body orientation to gravity on early infant reaching. **Journal of experimental child psychology**, 58: 510-28, 1994.

SAVELSBERGH, G.J.P.; VAN DER KAMP, J. The coordination of infant's reaching, grasping, catching and posture: a natural physical approach. In: Savelsbergh, G.J.P. **The development of coordination in infancy**. Elsevier Science Publishers, 1994.

SAVELSBERGH, G.J.P.; VON HOFSTEN, C.; JONSSON, B. The coupling of head, reach and grasp movement in nine months old infant prehension. **Scandinavian journal of psychology**, 38: 325-33, 1997.

THELEN, E., FISHER, D.M. Newborn stepping: na explanation for a "disappearing reflex". **Developmental psychology**, 18: 760-75, 1982.

THELEN, E.; KELSO, J.A.S.; FOGEL, A. Self-organizing systems and infant motor development. **Developmental Review**. 7, 39-65, 1987.

THELEN, E. The (re) discovery of motor development: learning new things from an old field. **Developmental Psychology**, 25, 946-49, 1989.

THELEN, E. et al. The transition to reaching: mapping intention and intrinsic dynamics. **Child development**, 64: 1058-98, 1993.

THELEN, E.; SMITH, L. **A Dynamic systems approach to the development of cognition and action**. London: Bradford Book, 1994.

*THELEN, E. Motor development: a new syntesis. American Psychologist, 50: 79-95, 1995.*

THELEN, E.; CORBETTA, D.; SPENCER, J.P. Development of reaching during the first year: role of movement speed. **Journal of experimental psychology: human perception and performance**, 22: 1059-76, 1996.

THELEN, E.; SPENCER, J.P. Postural control during reaching in young infants: a dynamic systems approach. **Neuroscience and biobehavioral review**, 22: 507-14, 1998.

VAN DER FITS, I.B.M.; HADDERS-ALGRA, M. The development of postural response patterns during reaching in healthy infants. **Neuroscience and biobehavioral reviews**, 22: 521-26, 1998.

VAN DER FITS, I.B.M.; KLIP, A.W.J.; VAN EYKERN, L.A.; HADDERS-ALGRA, M. Postural adjustments during spontaneous and goal-directed arm movements in the first half year of life. **Behavioural brain research**, 106: 75-90, 1999.

VON HOFSTEN, C. Development of visually directed reaching: the approach phase. **Journal of Human Movement Studies**, 160-78, 1979.

VON HOFSTEN, C. Eye-hand coordination in the newborn. **Developmental Psychology**. 18(3), 450-61, 1982.

VON HOFSTEN, C. FAZEL-ZANDY, S. Development of visually guided hand orientation in reaching. **Journal of experimental Child Psychology**. 38: 208-19, 1984.

WADE, M.G; JONES, G. The role of vision and spatial orientation in maintenance of posture. **Physical Therapy**, 77(6): 619-28, 1997.

## EXPERIMENTO 1 – PADRONIZAÇÃO DO PROTOCOLO PARA ANÁLISE CINEMÁTICA DO MOVIMENTO DE ALCANCE MANUAL: ESTUDO PRELIMINAR

### OBJETIVO

Este estudo foi realizado com o objetivo principal de verificar a eficácia da aplicabilidade de uma metodologia para coleta de dados e análise do movimento de alcance manual em lactentes.

### SUJEITOS

Este estudo preliminar teve um desenho misto e contou com uma amostra de quatro lactentes, considerados saudáveis, com idade de 4 a 6 meses ( $5 \pm 0,816$ ) de vida, índice de Apgar entre 8 e 10 no primeiro e quinto minutos, peso superior a 2500g, idade gestacional de 39 e 40 semanas, sendo todos do sexo masculino. As características dos lactentes participantes dessa primeira fase do estudo podem ser visualizadas na Tabela 9.

TABELA 9: Caracterização dos lactentes que participaram do Experimento 1.

Lactente	Data de nascimento	IG (semanas)	Sexo	Apgar no 1' e 5'	PN (kg)	EN (cm)
1	06/02/03	40	M	8/9	3460	51
2	09/06/03	39	M	9/10	2530	49
3	17/02/03	40	M	9/10	3750	50
4	08/02/03	39	M	9/9	3320	49
<b>M</b>	-	<b>39,5</b>	-	<b>8,75 / 9,5</b>	<b>3265</b>	<b>49,75</b>
<b>DP</b>		<b>0,58</b>		<b>0,5 / 0,58</b>	<b>521,7</b>	<b>0,96</b>

*idade gestacional (IG), sexo (F=feminino e M=masculino), índice de Apgar no 1' e 5' minutos (Apgar 1' e 5'), peso ao nascimento (PN) e estatura ao nascimento (EN)*

---

**Critérios de Inclusão**

Os critérios de inclusão foram idade gestacional superior a 37 semanas, índice de Apgar igual ou superior a 8 no primeiro e quinto minutos, peso ao nascimento superior a 2500g, ausência de complicações durante a gestação ou parto, e o consentimento dos pais quanto a participação de seus filhos no projeto.

**Critérios de exclusão**

Como critérios de exclusão estabelecemos todos aqueles que não satisfazem os itens dos critérios de inclusão, além de qualquer alteração no desenvolvimento sensorial e/ou neuro-psico-motor do lactente.

**EQUIPAMENTOS E MATERIAIS**

O estudo foi realizado no Lapen (Laboratório de Pesquisa em Neuropediatria), onde utilizamos um termômetro digital (Ebro), graduado em Celsius, para a aferição da temperatura ambiente e um condicionador de ar quente/frio (Carrier) para a manutenção da temperatura entre 26° e 27°. Foram usados dois iluminadores (Unitek), com lâmpadas de 1000W e 500W para que os marcadores refletissem adequadamente a luz que incidisse sobre eles.

Para aferir o peso do lactente, utilizou-se uma balança pediátrica digital (Filizola) e para as medidas antropométricas de membro superior, uma fita métrica. Um cronômetro (Mondaine) foi usado para determinar o tempo o qual o brinquedo era apresentado para o lactente. Sete tipos de brinquedos atrativos foram selecionados para serem apresentados ao lactente, sendo destes cinco de látex (duas bolas amarelas com 5 e 2 cm de diâmetro, um microfone, uma lagarta e uma aranha) e dois de plástico (um jogo de chaves e uma joaninha musical).

---

O lactente foi posicionado ou em um bebê conforto (Burigotto) ou em uma cadeira desenvolvida pelo Departamento de Engenharia de Materiais da UFSCar, especialmente desenhada para este estudo, ambos colocados sobre um tablado de madeira (1,50 x 1,00 x 0,45m). Para a avaliação na postura supina, foi utilizado também um colchonete de PVA, sendo que este possuía as mesmas dimensões do tablado.

Para a análise cinemática do movimento de alcance manual, dois sistemas foram testados: Sistema APAS (Ariel Performance Analysis System) e o Sistema Dvideow, desenvolvido pelo Laboratório de instrumentação biomecânica (LIB) da Unicamp (processo Fapesp 00/01293-1)

## **MATERIAIS DE CONSUMO**

Como material de consumo, utilizamos álcool e toalha para limpeza do colchonete, da balança e dos brinquedos. Para a confecção dos marcadores usamos pérolas de bijuteria e bolas de isopor, ambos com 1 e 0,5 cm de diâmetro. As bolas de isopor foram mergulhadas em tinta reflexiva do tipo Codite (3M) e presas a um pequeno círculo de tecido tipo napa. As pérolas foram costuradas em círculos de tecido semelhantes àqueles utilizados com as bolas de isopor. A fixação dos marcadores nas articulações de ombro, cotovelo e punho do lactente foi realizada com micropore, por ser anti-alérgico.

## **MATERIAIS PARA AQUISIÇÃO E REGISTRO DOS DADOS**

Um termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo I) foi redigido e aprovado pelo Comitê de Ética da UFSCar, conforme determinam as normas para estudos em seres humanos. Formulamos um roteiro de anamnese, constando de dados de

identificação, dados do nascimento, resumo da história pré, peri e pós-natal e informações relacionadas às condições clínicas do lactente (Anexo II). Utilizamos um cartão de agendamento para ser entregue aos pais com a data das próximas avaliações.

Para registro dos dados utilizamos duas câmeras de vídeo digitais Sony (miniDV DCR TRV30 e Hi8 DCR TRV530) e uma JVC (GY DV-300), fixadas em tripés. Fitas de vídeo digitais foram usadas para a filmagem das avaliações. Para transformar as imagens digitais em arquivos com formato AVI, utilizamos o software Adobe Premier 6.5. A aquisição das imagens e a análise do movimento foram realizadas por meio de um computador Pentium 4 com 80 GB de memória.

## **PROCEDIMENTOS**

A seguir serão apresentados os procedimentos deste estudo que tiveram por objetivo definir a metodologia a ser utilizada no estudo definitivo. Para tanto, é necessário descrever os procedimentos de montagem do laboratório, a calibração do sistema de referência e a definição do protocolo experimental.

### **Posicionamento das câmeras**

Inicialmente, para a captura das imagens, utilizamos duas câmeras filmadoras, posicionadas uma anterior e outra posteriormente ao tablado, sobre o qual localizava-se o bebê conforto. Desta forma, tínhamos uma câmera situada posterior e superiormente ao bebê conforto (câmera 1), a uma altura de 2,00 m. A outra câmera (câmera 2), localizada anteriormente, a uma distância de 0,95 m do bebê conforto, foi posicionada a uma altura de 1,10 m para a filmagem na postura supino e 0,85 m de altura nas posturas semi-reclinado e sentado. Desta forma, poderíamos realizar a análise tridimensional do

movimento, pois a câmera 2 permitia a visão dos mesmos pontos que a câmera 1, simultaneamente. Tal conformação pode ser observada na Figura 12.

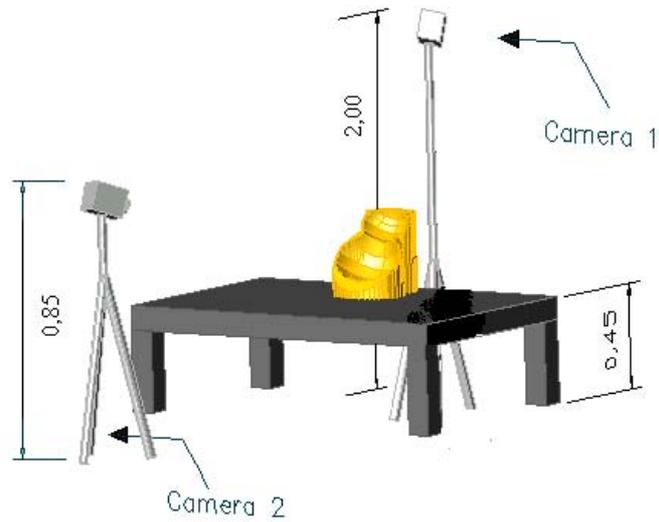


FIGURA 12A: Perspectiva esquemática do arranjo experimental

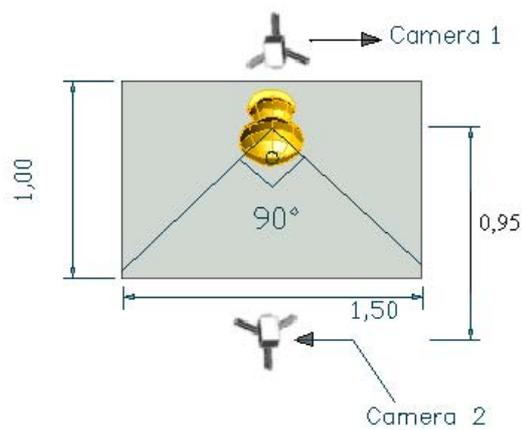


FIGURA 12B: Planta esquemática do arranjo experimental

---

Após a definição do posicionamento do tablado e das câmeras, o sistema de referência foi montado, formando um cubo ao redor do bebê conforto. Segundo Andrade (2002), para a descrição do movimento é necessário conhecer a posição de um ponto no espaço em relação a um referencial, em função do tempo. Por isso, fez-se necessária a construção de um sistema de referências controlado que informe ao software a localização de pontos no espaço. Tal procedimento de montagem será descrito a seguir, no item calibração do sistema.

### **Calibração do sistema**

Foram instaladas, no teto do laboratório, duas vigas de perfilado, paralelas entre si, que permitem o encaixe de dois fios de aço em cada uma delas. Em cada fio de 2,30 m de comprimento, afixou-se em sua extremidade inferior um chumbo de 3 cm de diâmetro e peso de 50g. Os calibradores, ou seja, os fios foram colocados de maneira a formar um retângulo de aproximadamente 0,480 x 0,320m. Ao longo dos fios foram fixados 10 marcadores do tipo pérola de bijuteria com 1 cm de diâmetro, a uma distância aproximada de 10 cm entre eles. As pérolas de número 6 tiveram uma marcação especial na porção do fio imediatamente superior e inferior à ela para que, no momento da calibração do sistema, este fosse o ponto de referência para que soubéssemos qual era a posição correspondente àquela pérola já que, pelo enquadramento, não tínhamos a visão de todas elas.

Foi requerida a ajuda de um aluno de iniciação científica da engenharia civil da USP São Carlos que, para determinar as coordenadas locais XYZ dos marcadores dispostos no espaço por meio dos fios de aço, utilizou-se de um teodolito mecânico com precisão de 1' e uma trena metálica de 3m com graduação em milímetros. As coordenadas XZ são coordenadas planas relativas ao ponto “o” (0,0) batizado no Lapen

---

conforme consta no Apêndice D. A coordenada Y foi tomada como sendo a diferença de altura entre os marcadores e o ponto de origem do sistema. Foi garantida uma precisão de 5mm para todas as medidas obtidas, conforme mostra o Anexo III.

O calibrador, ou seja, os fios de aço com os marcadores eram filmados antes do início de cada avaliação. A calibração do sistema deve ser feita com os parâmetros da câmera no modo manual, sendo o “shutter” e foco fixados antes da filmagem do calibrador. A partir deste momento, a câmera não deve ser desligada e a posição e os parâmetros não podem ser modificados até o término do experimento. Desta forma, garantiremos que a precisão da coleta de dados seja mantida, ou seja, a distância focal durante a filmagem da calibração e do experimento sejam iguais. Após terminar o processo de calibração, os fios eram retirados para que os lactentes não se distraíssem tentando apreender as pérolas, durante o experimento.

## **PROTOCOLO EXPERIMENTAL**

O estudo está de acordo com as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos e foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética e Pesquisa da Universidade (Anexo IV).

Informamos aos pais dos lactentes a importância do estudo e seus propósitos. Após explicação dos procedimentos e o aceite dos pais, estes assinaram um termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo I) permitindo a participação de seu filho no estudo.

Em seguida, foi realizada uma entrevista com os pais para o preenchimento dos itens da Ficha de Anamnese (Anexo II), ministrada apenas na primeira avaliação do lactente. Os pais permaneceram durante todo o experimento dentro do Lapen, em um local onde seu filho não pudesse vê-los.

---

A temperatura do local foi mantida entre 26° e 27°, por meio de um condicionador de ar quente/frio.

Desses quatro lactentes que participaram do experimento, dois foram avaliados aos 4, 5 e 6 meses de vida; um, aos 4 e 5 meses; e um, aos 5 e 6 meses; totalizando 10 avaliações.

No momento da avaliação o lactente deveria estar em estado de alerta inativo (com olhos abertos, sem choro e não exibindo movimentos grosseiros) ou ativo (com olhos abertos, sem choro, mas exibindo movimentos grosseiros), correspondentes aos estados 3 e 4, segundo a escala comportamental de Prechtl e Beintema (1964). Tomamos o cuidado para que a avaliação fosse realizada no intervalo entre as mamadas (1 e 1 hora e meia) para que a fome não interferisse no comportamento do lactente, e que a avaliação não coincidissem com as datas de vacinação.

A mãe era instruída a retirar a roupa do lactente, em um lugar reservado para este fim. No colo da mãe, foram mensurados os dados antropométricos de comprimento do braço e antebraço e cirtometria de braço, cotovelo e punho do lactente e, posteriormente, ele foi colocado em uma balança digital para ser pesado.

Foram fixados os marcadores de isopor nos pontos referentes ao ombro (borda externa do acrômio), cotovelo (epicôndilo lateral do úmero) e punho (processo estilóide da ulna), de ambos os membros superiores, tomando-se o cuidado para que o lactente não os retirasse. Para isso, pedimos o auxílio dos pais para que chamassem a atenção da lactente durante a colocação dos marcadores.

Foram estabelecidas três condições experimentais, realizadas nas posturas sentada (90°), reclinada (60°) e supina (0°), conforme adotado por Salvesbergh e Kamp (1994). Os procedimentos foram os mesmos para cada condição, alterando-se apenas o ângulo de inclinação do bebê conforto que, conseqüentemente, mudava a inclinação do

tronco do lactente. Em cada uma das condições, apresentamos como estímulo ao alcance sete brinquedos, conforme mostra a Figura 13. Deu-se preferência por apresentar inicialmente a bola amarela, com uma face desenhada, porque autores como Out et al (1998), Rochat e Goubet (1995), Savelsbergh e van der Kamp (1994), entre outros utilizam uma bola com desenhos como estímulo para o alcance.



FIGURA 13: Foto dos brinquedos testados para servirem de estímulo para o lactente.

Todos os lactentes do experimento 1 foram, primeiramente, avaliados na condição experimental do bebê conforto a 90°, seguido de bebê conforto a 45°, e por último, supino no colchonete (0°). O lactente era colocado na primeira postura, ou seja, no bebê conforto a 90°, onde permanecia durante 10 segundos sem qualquer estímulo. Esse período, chamado de linha de base, foi determinado para que pudessemos verificar o comportamento dos membros superiores do lactente sem a presença de estímulo e também para que ele se acomodasse à postura. Passado esse período, a bola amarela de 5cm era oferecida na altura do manúbrio do esterno, a uma distância correspondente ao comprimento entre o ombro e punho do membro superior do lactente. Se o lactente

---

demonstrasse interesse pelo brinquedo, este era apresentado três vezes por um período de três minutos para cada apresentação, em uma mesma postura, tempo este semelhante ao adotado por Rochat (1987). Do contrário, se o lactente não se interessasse pelo brinquedo, este era substituído pelo próximo. Este procedimento era repetido para as posições de bebê conforto a 45° e supino no colchonete. O tempo total do experimento foi de aproximadamente 30 minutos.

Após o término da avaliação, os pais recebiam o cartão de agendamento com a data e o horário em que eles deveriam retornar com o lactente no próximo mês.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O estudo piloto teve por objetivo padronizar a metodologia a ser utilizada para a coleta de dados definitivos sobre o movimento de alcance manual de lactentes. Tal procedimento permitiu que fossem estabelecidos os itens da Ficha de Anamnese, a disposição das câmeras de vídeo e dos marcadores no lactente, a inclinação do bebê conforto, a iluminação necessária, o tempo de filmagem, o brinquedo que serviu de estímulo ao alcance e a posição na qual ele seria apresentado. Portanto, não houve a preocupação em realizar uma análise estatística dos dados obtidos sendo desta forma, realizada apenas uma análise qualitativa. Os resultados serão apresentados de acordo com os itens listados acima, a fim de explaná-los de forma mais clara.

### **Itens da ficha de anamnese**

Na Ficha de Anamnese, além dos itens que determinavam os critérios de inclusão e exclusão do lactente e seus dados pessoais, acrescentou-se o tipo de alimentação que o lactente recebia a fim de observarmos se o aleitamento materno era um referencial para o desenvolvimento mais acelerado do alcance manual em lactentes.

---

Outros itens incluídos foram a postura preferencial do lactente e se esta era a postura a qual ele era mantido por mais tempo e se ele conseguia manter-se sentado sozinho, sem apoio. Com isso, poderemos inferir se o melhor desempenho do alcance do lactente em determinada postura está relacionado com a postura a qual ele permanece por mais tempo em casa e se o controle de tronco desenvolvido, observado pela manutenção da postura sentada sem apoio, implica em um padrão de alcance mais evoluído.

### **Posicionamento das Câmeras**

As câmeras, inicialmente, foram posicionadas à frente e atrás do lactente, conforme mostrou as Figuras 12A e 12B. Porém, a posição da câmera 2 não permitia que todos os marcadores pudessem ser visualizados e também, quando o lactente estendia os membros superiores, havia a sobreposição da imagem dos marcadores a qual prejudicou o rastreamento automático dos pontos na aplicação do sistema de análise. Além disso, a necessidade de mudança na altura da câmera 2 para a filmagem apenas da postura supina exigia que o sistema fosse calibrado novamente, o que acarretaria em um aumento na duração da avaliação e cansaço do lactente antes do final do experimento. Com isso, observamos a necessidade de uma terceira câmera para que, desta forma, nós tivéssemos uma câmera responsável pela filmagem de cada um dos membros superiores do lactente. Assim, o posicionamento adotado foi uma câmera imediatamente atrás, a uma altura de 2,00 m, uma à direita e outra a esquerda do bebê conforto, ambas a uma altura de 1,40m. Tal arranjo experimental pode ser visualizado nas Figuras 14A e 14B.



FIGURA 14A: Conformação das câmeras que registram a movimentação do membro superior esquerdo do lactente.



FIGURA 14B: Conformação das câmeras que registram a movimentação do membro superior direito do lactente.

---

Com essas mudanças, pudemos observar uma melhora em relação à visualização dos marcadores, porém, quando a criança realizava a flexão de ombro e cotovelo com pronação de antebraço, os pontos deixavam de ser visualizados. Por isso, optamos por aproximar as câmeras do tablado, alterando a distância de 1,80 para 1,17 m, diminuir a altura dos tripés das duas câmeras situadas lateralmente ao tablado, de 1,40 para 1,20 m e aumentar o ângulo entre as câmeras, de 90° para 130°.

### **Os marcadores**

Os marcadores inicialmente escolhidos foram pequenas bolas de isopor, com 1 cm de diâmetro, mergulhadas em tinta reflexiva e fixados a um pequeno círculo de tecido. Para usarmos esse tipo de marcação foi necessária a utilização de uma iluminação direta sobre os marcadores que, conseqüentemente incidiam sobre o lactente, a fim de que, pela reflexão da luz, os marcadores fossem mais facilmente reconhecidos pelo sistema. Porém, observamos que a luz direcionada para o lactente interferia em seu comportamento. Por isso, passamos a utilizar bijuterias esféricas do tipo pérola, também com 1 cm de diâmetro, as quais refletiam sem a necessidade da incidência direta da luz.

Verificamos que não seria possível descartar a utilização de uma iluminação especial, posicionada próximo às câmeras para que a reflexão fosse direcionada para a lente das mesmas. Então, posicionamos dois iluminadores com difusor, para obtermos uma iluminação difusa que não incomodasse a criança e, no entanto, favorecesse a reflexão das pérolas. Inicialmente, de lâmpadas de 1000 W, que se apresentaram muito intensa, adotamos lâmpadas com potência de 500 W. Testamos os marcadores de isopor com tinta reflexiva e as pérolas, agora ambos com 0,5 cm de diâmetro, a fim de

---

obtermos maior precisão. O melhor resultado foi obtido pelo marcador de pérola com 0,5 cm de diâmetro, que passou a ser adotado para o estudo definitivo.

Com relação ao local onde fixou-se os marcadores no lactente, aquele situado no processo estilóide da ulna precisou ser deslocado para o centro do punho, entre o rádio e a ulna, pois quando o lactente realizava a pronação e supinação do antebraço ele era encoberto em alguma das três câmeras.

### **A Cadeira**

A angulação de 0° para postura supina, 60° para reclinada e 90° para sentada foram adotadas baseado no estudo de Savelsbergh e van der Kamp (1994). Porém, observamos que, ao utilizarmos o bebê conforto, essas inclinações não seriam precisas, principalmente na postura supina. Pensamos, então, em retirar o lactente do bebê conforto e colocá-lo deitado diretamente no colchonete de PVA, mas para isso seria necessário modificar o ângulo de inclinação das câmeras, o que acarretaria em uma nova calibração do sistema e um atraso na duração do experimento. Baseado nisso, houve a necessidade de uma cadeira que permitisse maior precisão desses ângulos e que, ao mesmo tempo, o lactente não precisasse ser retirado da mesma.

Foi realizada uma parceria com o Departamento de Engenharia de Materiais da UFSCar e o resultado foi uma cadeira especial que atendia às nossas necessidades de controle dos ângulos. Tal cadeira possui um assento que pode ser retirado para que, desta forma, não seja necessário tirar a criança da cadeira para posicioná-la em supino. Além disso, ela confere maior precisão na inclinação do apoio para o tronco. Há também um sistema de cinta, que prende o lactente na altura dos mamilos e garante sua segurança e estabilidade na postura, e um suporte para a manutenção e controle da distância do brinquedo.

---

Após testes realizados na cadeira, observamos que a inclinação de 90° era desconfortável e os lactentes que apresentavam menor controle de tronco mantinham o tórax fletido. Por isso, adotamos como postura sentada a inclinação de 70° onde o tronco do lactente mantinha-se ereto e os mesmos aceitaram melhor tal posição. Como o sentado passou a ter uma angulação próxima à 60°, passamos a postura reclinada para 45° com o objetivo de manter a diferença em relação à gravidade nas três posturas, sendo esta a inclinação adotada por van der Fits et al. (1999).

### **Brinquedo**

Foram testados 7 tipos de brinquedos para que desses fosse escolhido apenas um, com o objetivo de padronizá-lo para o estudo. Entretanto, observamos que não houve um único brinquedo que despertasse a atenção de todos os lactentes. Também, vimos que, após alguns alcances, o lactente demonstrava desinteresse pelo brinquedo, sendo necessário trocá-lo para que ele continuasse realizando mais movimentos de alcance. Baseado nesses dois fatores, optamos por selecionar os brinquedos que despertaram maior interesse para a maioria dos lactentes, sendo esses o jogo de chaves, a lagarta e o microfone. Apesar dos brinquedos apresentarem formas diferentes, eles possuem tamanhos parecidos para que, desta forma, somente o efeito da postura corporal fosse manipulado.

O microfone foi utilizado apenas se o lactente não demonstrasse interesse por algum dos dois brinquedos apresentados anteriormente.

### **Tempo do experimento**

Com relação ao tempo de exposição do brinquedo, o modelo original teve que ser abandonado porque três lactentes realizaram o alcance apenas uma vez para cada

uma das três tentativas e mantiveram os membros superiores estendidos, manipulando o brinquedo durante os três minutos de apresentação. Com isso, teríamos o registro de apenas três alcances. Modificamos o protocolo para que, após o alcance, o brinquedo fosse retirado e apresentado novamente. Em um tempo de dois minutos, o brinquedo era apresentado no máximo 10 vezes, isto segundo o interesse do lactente. O novo modelo adotado para o tempo do experimento pode ser visualizado na Tabela 10.

TABELA 10: Ordenação e tempo de duração em minutos (') e segundos (") dos procedimentos de linha de base e apresentação do 1º e 2º brinquedos, nas três condições experimentais (70°, 45° e 0°)

	<b>Linha de Base</b>	<b>1º Brinquedo (jogo de chaves)</b>	<b>1º Brinquedo (lagarta)</b>	<b>Tempo Total</b>
<b>70°</b>	10''	2'	2'	4'10''
<b>45°</b>	10''	2'	2'	4'10''
<b>0°</b>	10''	2'	2'	4'10''
Tempo Total	30''	6''	6''	12'30''

### **Escolha do sistema de análise**

Inicialmente, pensávamos em usar o sistema APAS para análise dos dados por se tratar de um sistema que atendia às necessidades propostas e também porque já havíamos tido algum contato com o mesmo. Porém, sua utilização tornou-se inviável devido ao alto custo do sistema, dificuldade de aplicação e por não se ter um apoio técnico.

Entramos em contato com o professor responsável pelo Laboratório de Instrumentação Biomecânica da Unicamp, que também é responsável pelo

---

desenvolvimento do sistema Dvideow. Após algumas reuniões, decidimos por fazer uma parceria, o que nos proporcionou todo apoio do qual precisávamos para o entendimento e utilização do sistema. O software Dvideow trouxe-nos vantagens por se tratar de um sistema flexível, que permite correções manuais, tem um baixo custo e atende às necessidades do estudo. Por todos esses fatores, ele foi adotado para o desenvolvimento do estudo definitivo.

Desta forma, a metodologia foi estabelecida para que o estudo definitivo pudesse ser iniciado.

---

**Dados brutos do índice de retidão**

Lactente A

Tentativa	0°	45°	70°
1	1,2138	1,4647	1,0516
2	1,5273	1,1096	1,2827
3	1,7604	1,1411	1,5378
4	1,2348	1,3856	1,1325
5	1,701	1,729	1,56
6	1,7572	1,2962	1,1647
7	2,0836	1,1339	1,3583
8	1,4131	1,4844	1,2252
9	1,5993	1,2146	
10	1,3301	3,0405	
Média	1,562	1,500	1,289
DP	0,274	0,575	0,185

Lactente C

Tentativa	0°	45°	70°
1	2,3348	1,724	1,3623
2		2,7723	1,455
3		2,0615	1,1365
4		2,9054	2,1343
5		1,2217	1,9701
6		1,1314	1,6993
7			1,1582
8			1,4077
9			1,4936
10			
Média	2,335	1,969	1,535
DP	0	0,755	0,341

Lactente B

Tentativa	0°	45°	70°
1	1,7001	1,6051	1,4695
2		1,0685	1,1284
3		1,8320	1,2139
4		2,1539	2,337
5		3,1265	1,4235
6		1,3105	2,0688
7		1,0882	1,4443
8		4,996	1,8312
9		1,056	1,9569
10		2,9231	1,8608
Média	1,700	2,116	1,673
DP	0	1,258	0,395

Lactente D

Tentativa	0°	45°	70°
1	1,1887	1,2746	1,3971
2	1,5569	3,9702	1,26
3	1,8585	1,4002	1,2871
4	1,4096	1,7198	1,199
5	1,3697	1,1836	1,0426
6	1,2826		1,0017
7			1,1936
8			1,0158
9			
10			
Média	1,444	1,910	1,175
DP	0,238	1,161	0,143

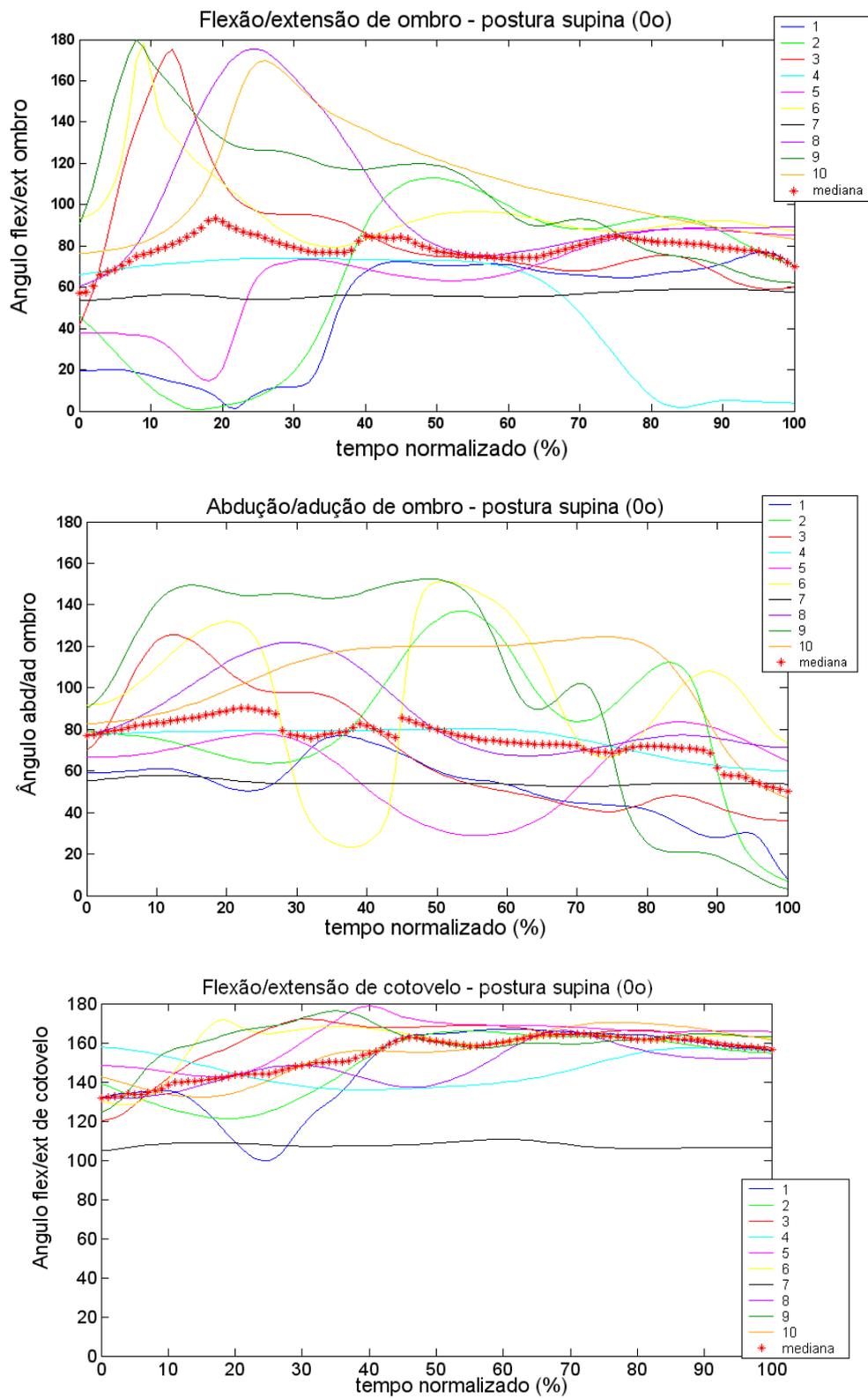


Figura 15 : Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente A na postura supina (0°).  
 Legenda: seqüência de execução dos alcances e mediana de todas as tentativas.

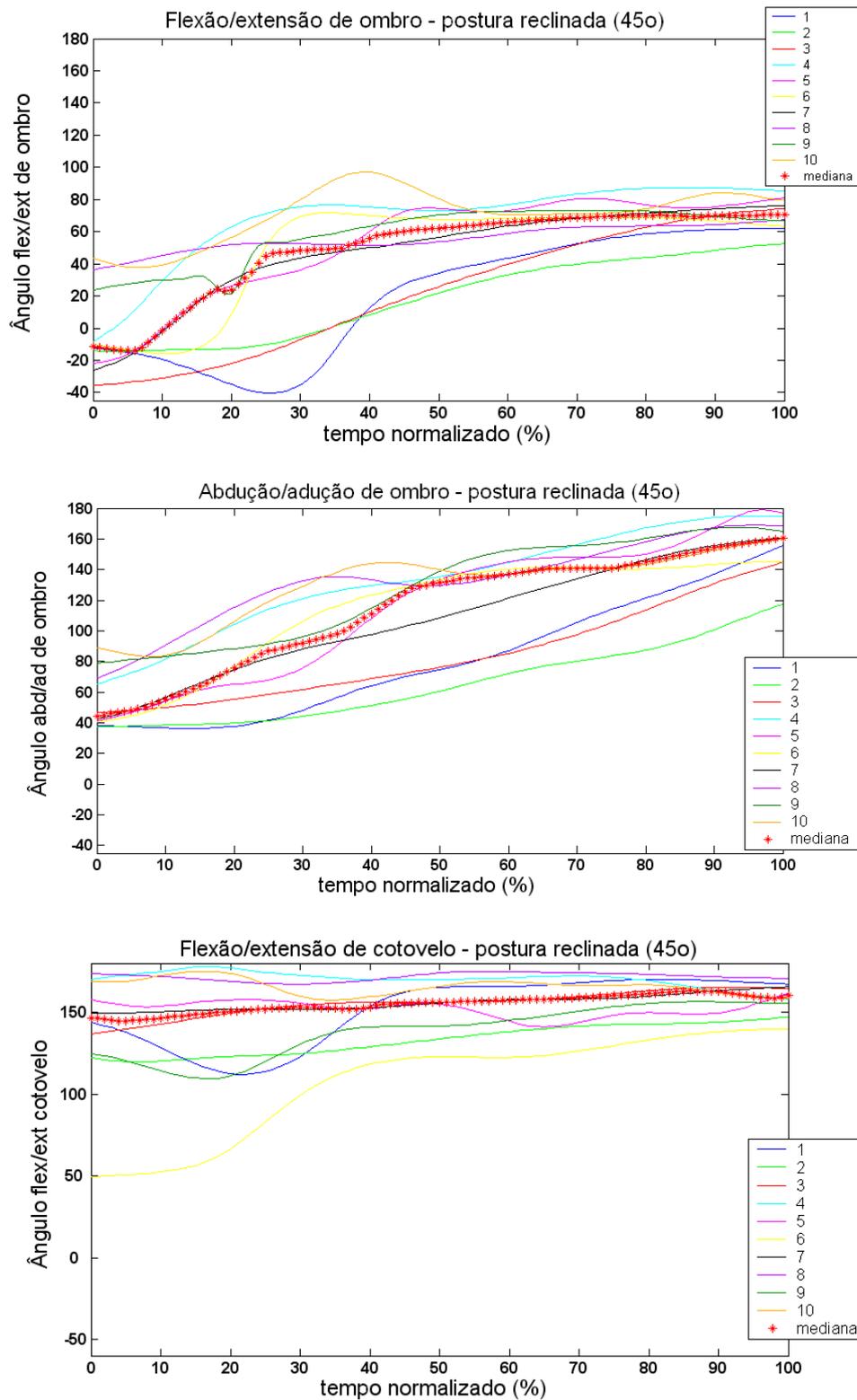


Figura 16: Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente A na postura reclinada (45°).  
 Legenda: seqüência de execução dos alcances e mediana de todas as tentativas.

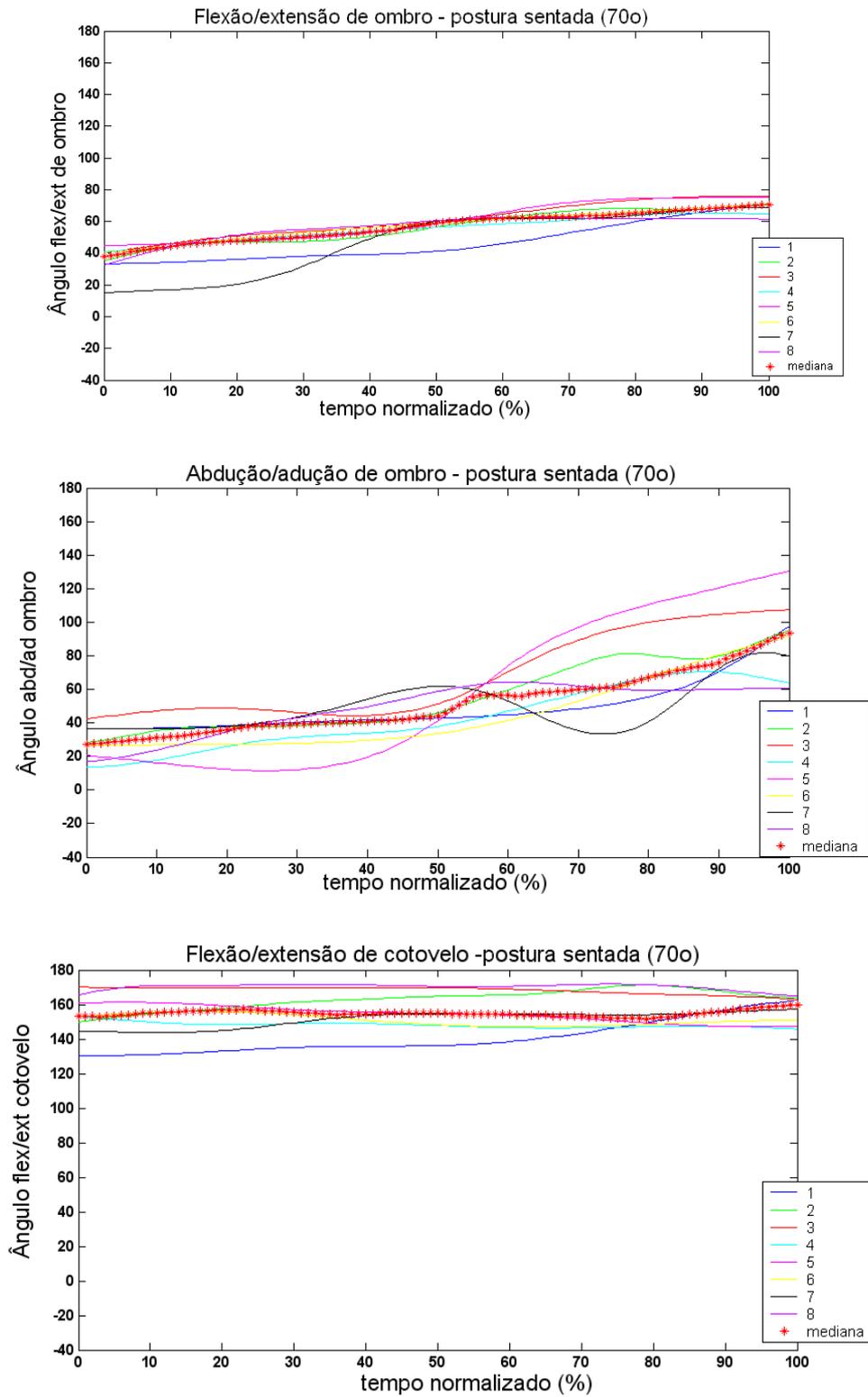


Figura 17: Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente A na postura sentada (70°).  
 Legenda: seqüência de execução dos alcances e mediana de todas as tentativas.

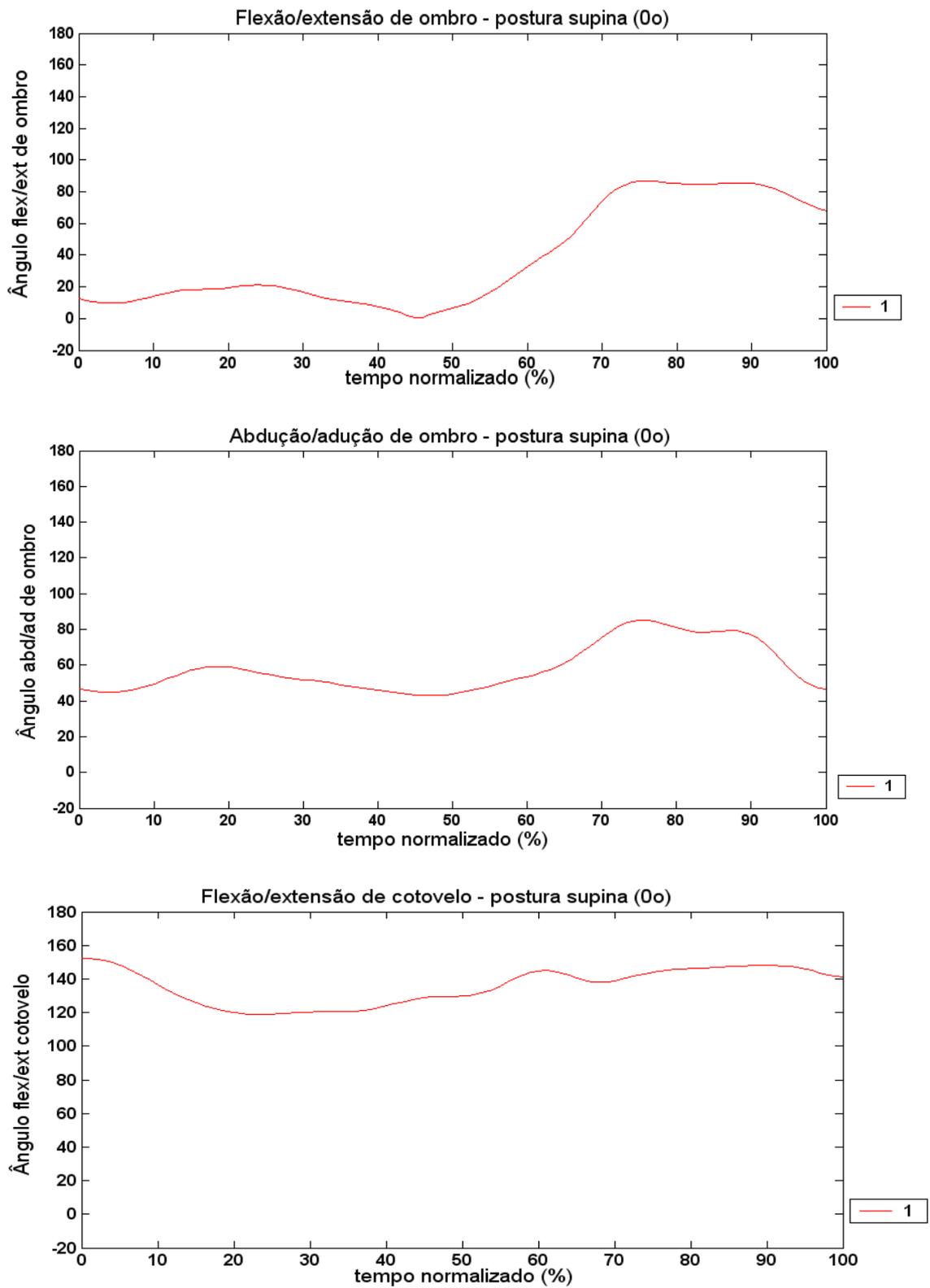


Figura 18 : Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente B na postura supina (0°).  
 Legenda: alcance realizado

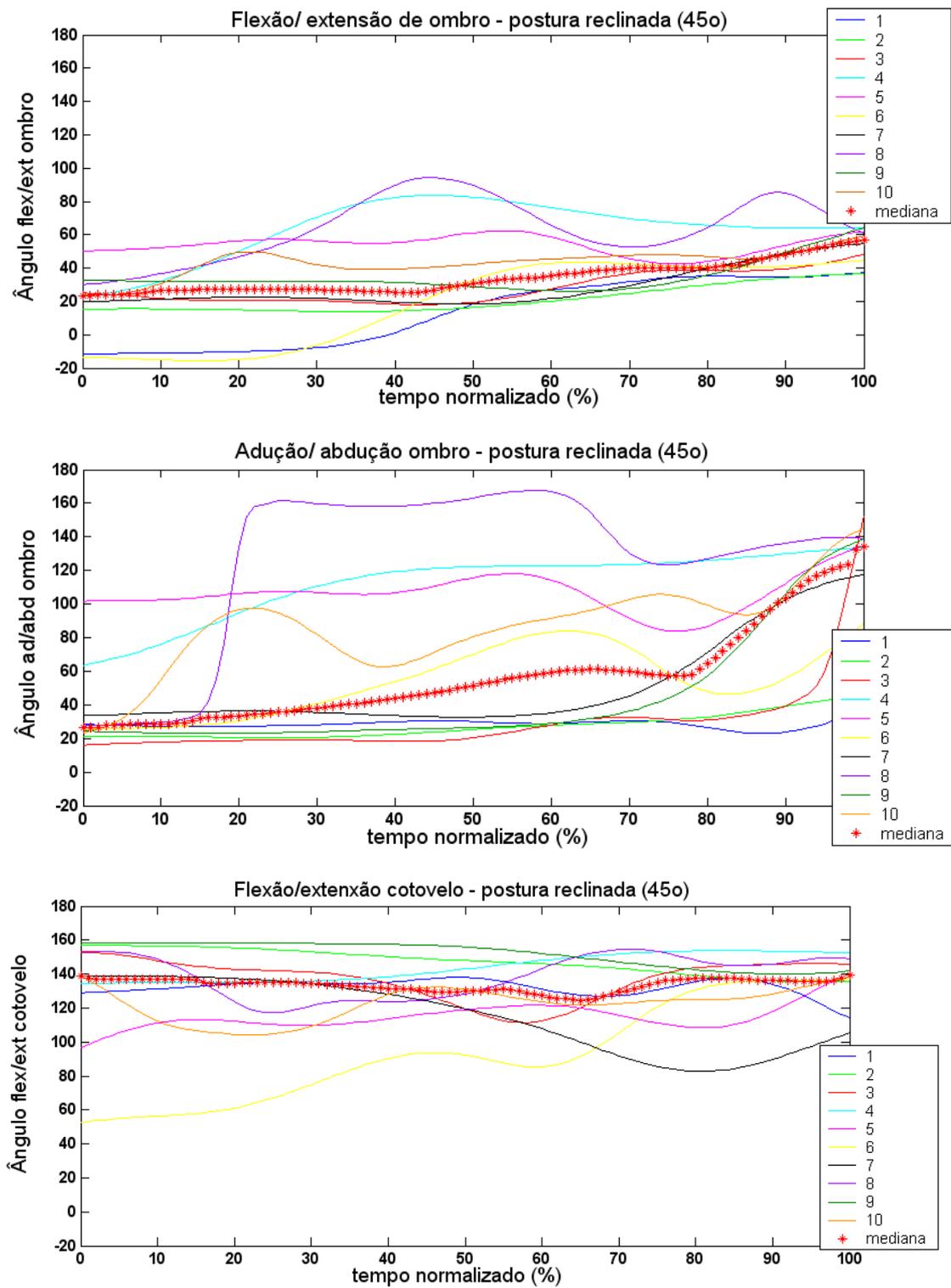


Figura 19: Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente B na postura reclinada (45°).  
 Legenda: seqüência de execução dos alcances e mediana de todas as tentativas.

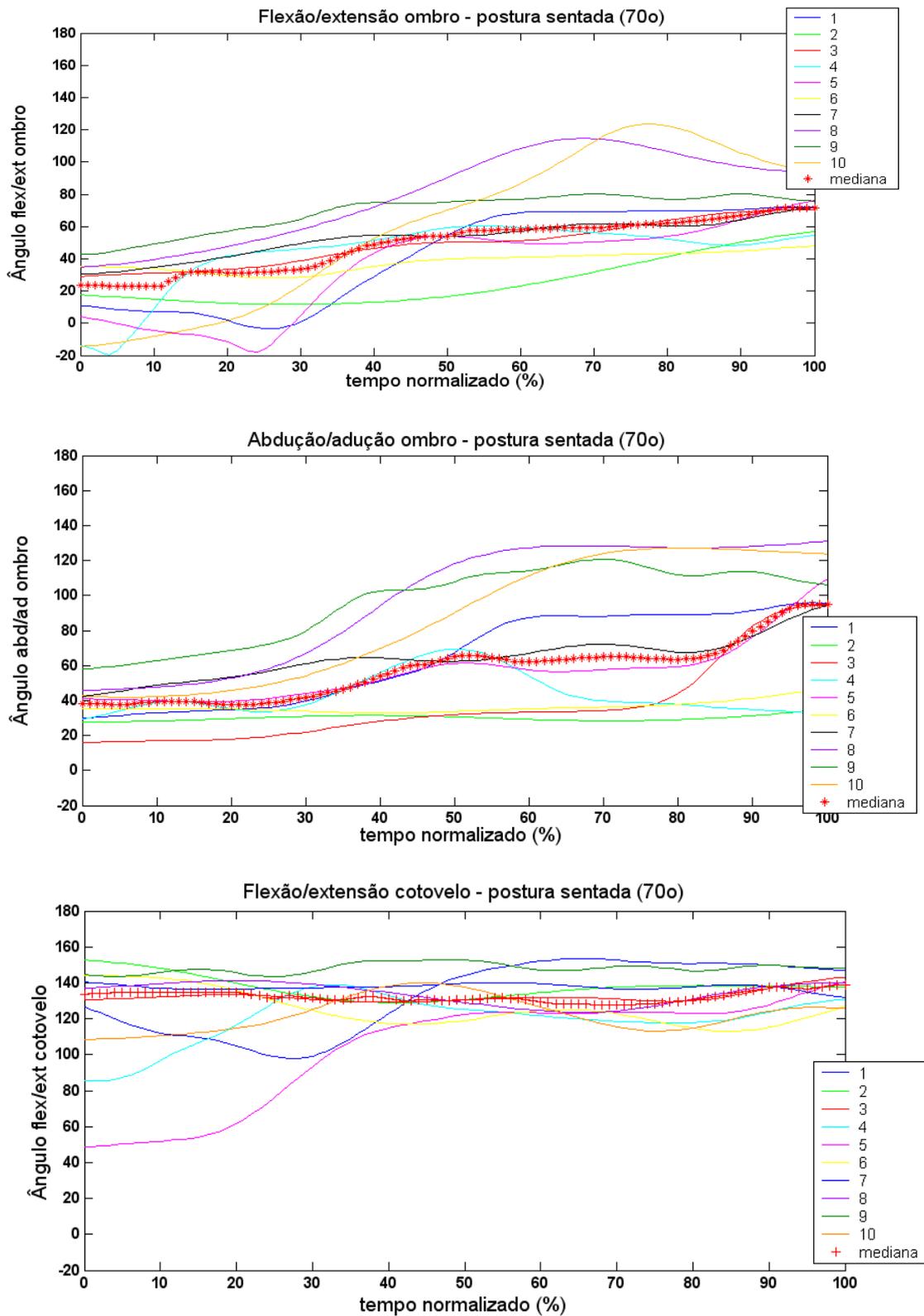


Figura 20: Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente B na postura sentada (70°).  
 Legenda: seqüência de execução dos alcances e mediana de todas as tentativas.

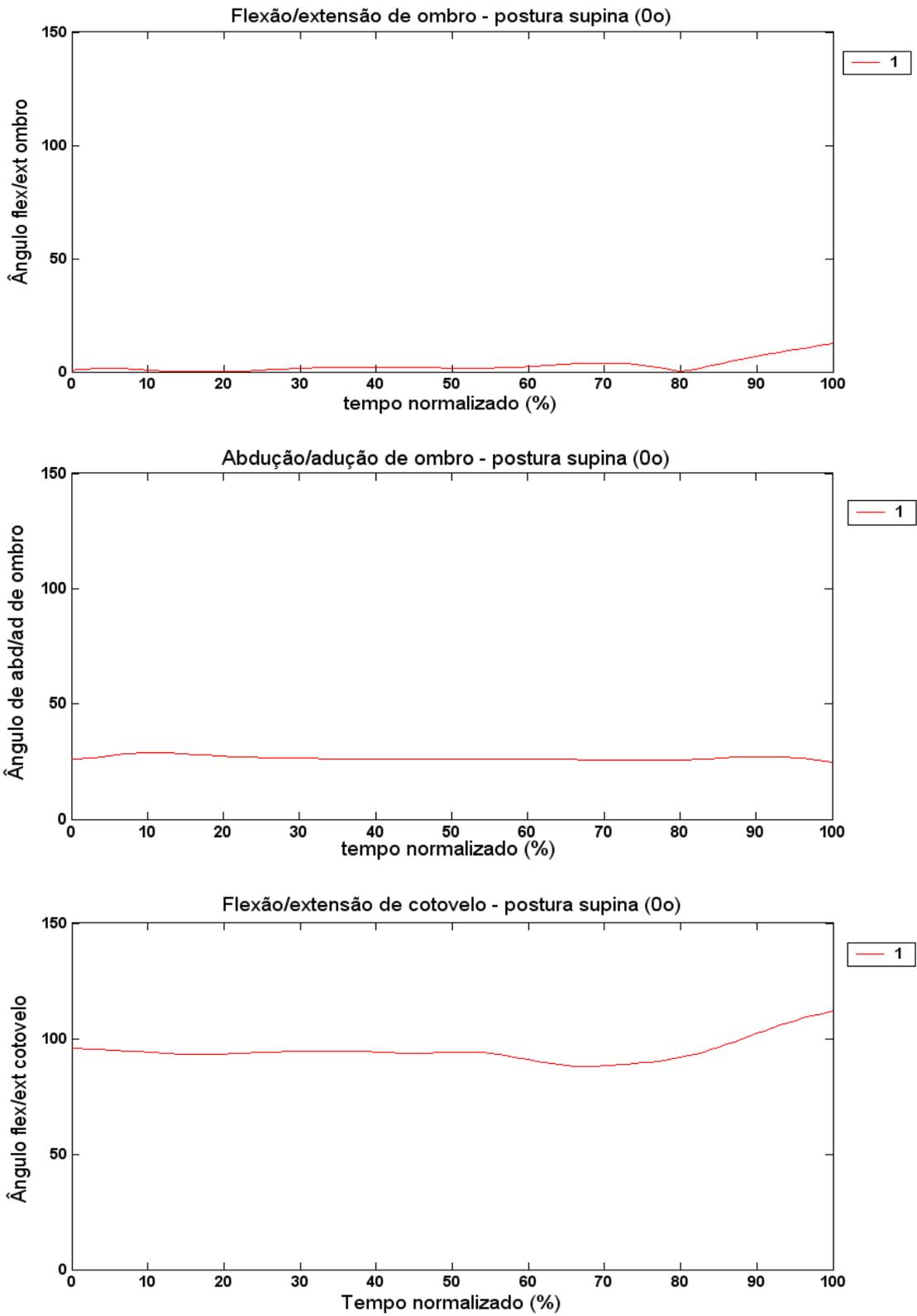


Figura 21 : Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente C na postura supina (0°).  
 Legenda: alcance realizado

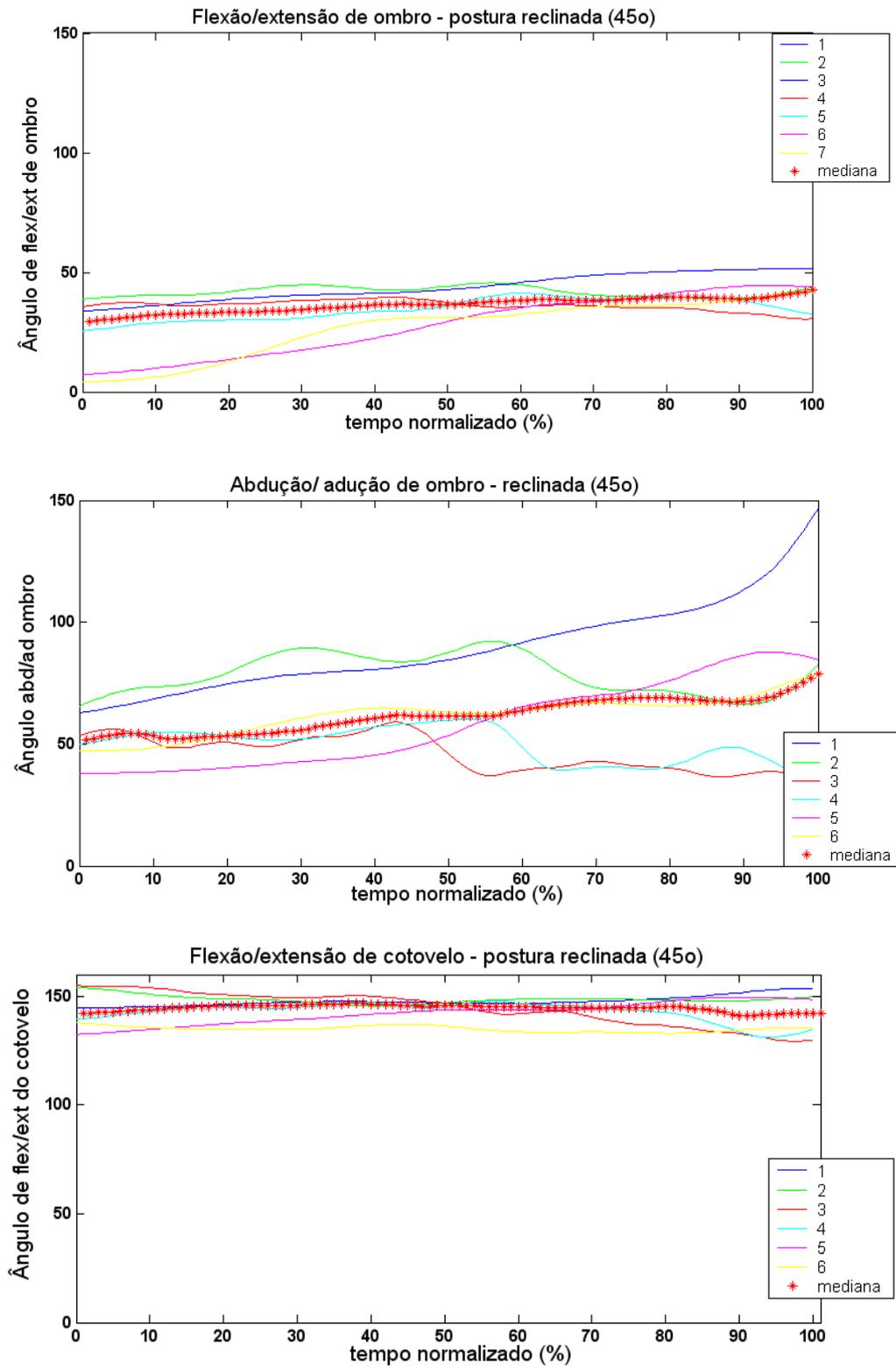


Figura 22 : Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente C na postura reclinada (45°).  
 Legenda: seqüência de execução dos alcances e mediana de todas as tentativas.

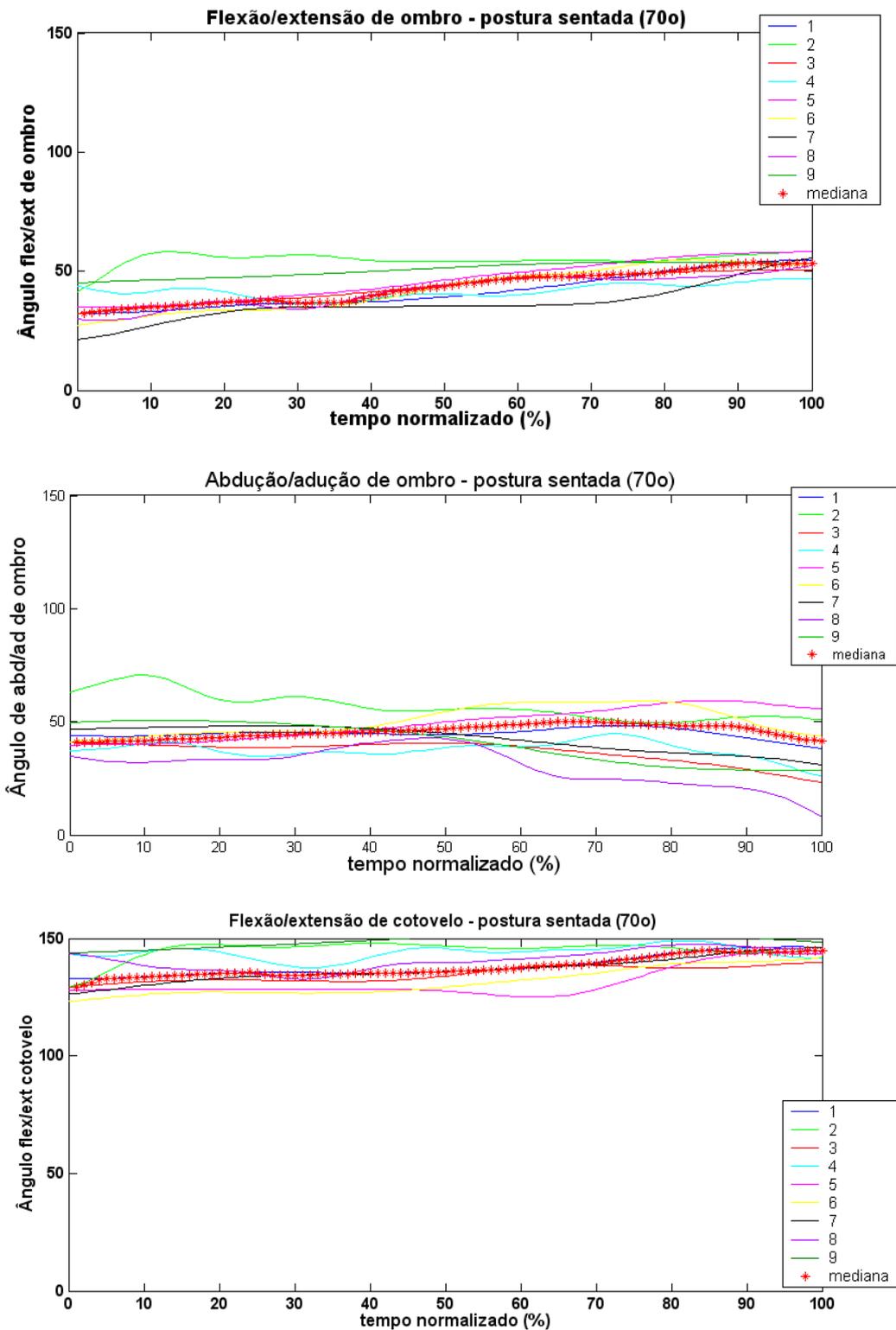


Figura 23: Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente C na postura sentada (70°).  
 Legenda: seqüência de execução dos alcances e mediana de todas as tentativas.

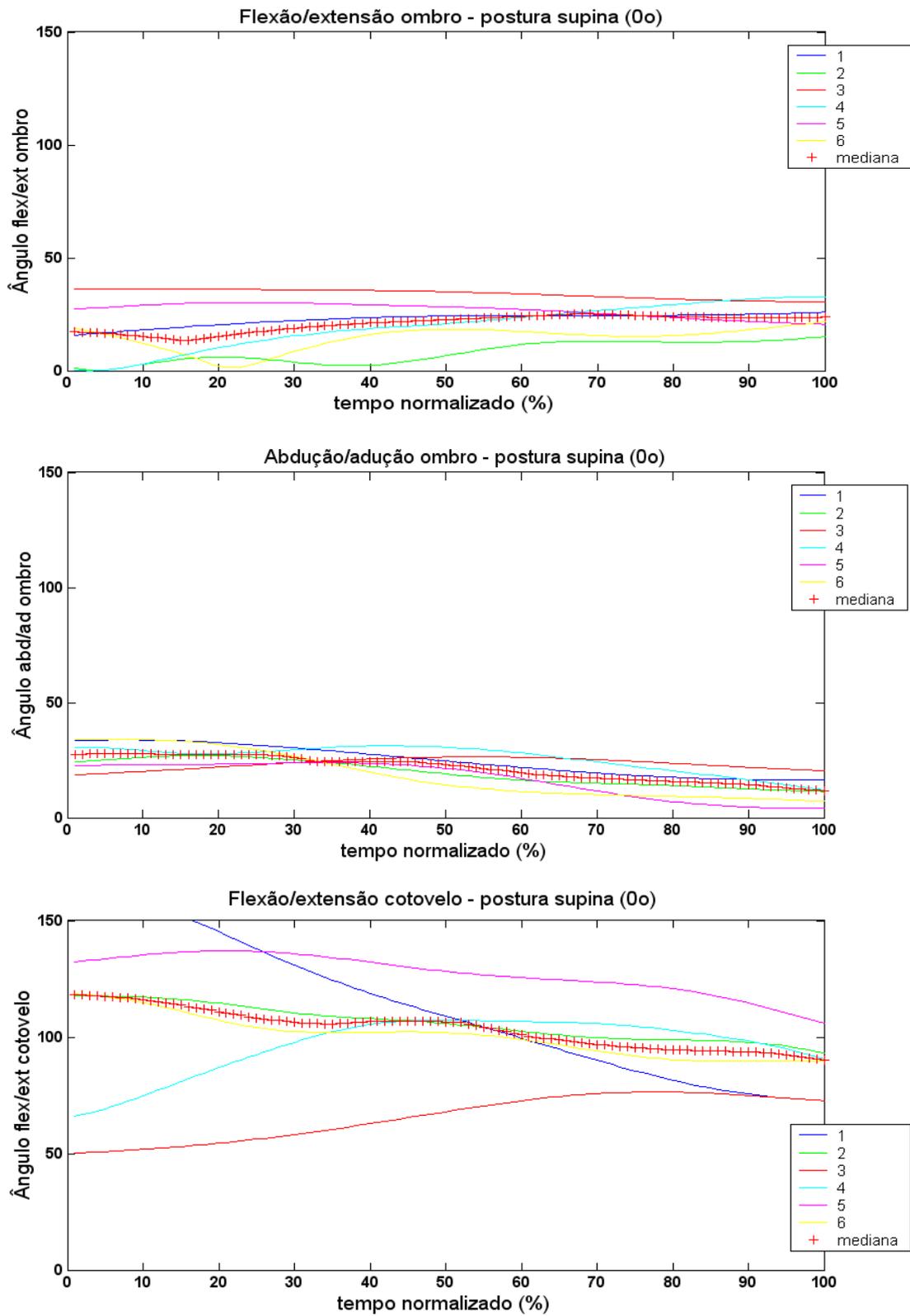


Figura 24 : Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente D na postura supina (0°).  
 Legenda: seqüência de execução dos alcances e mediana de todas as tentativas.

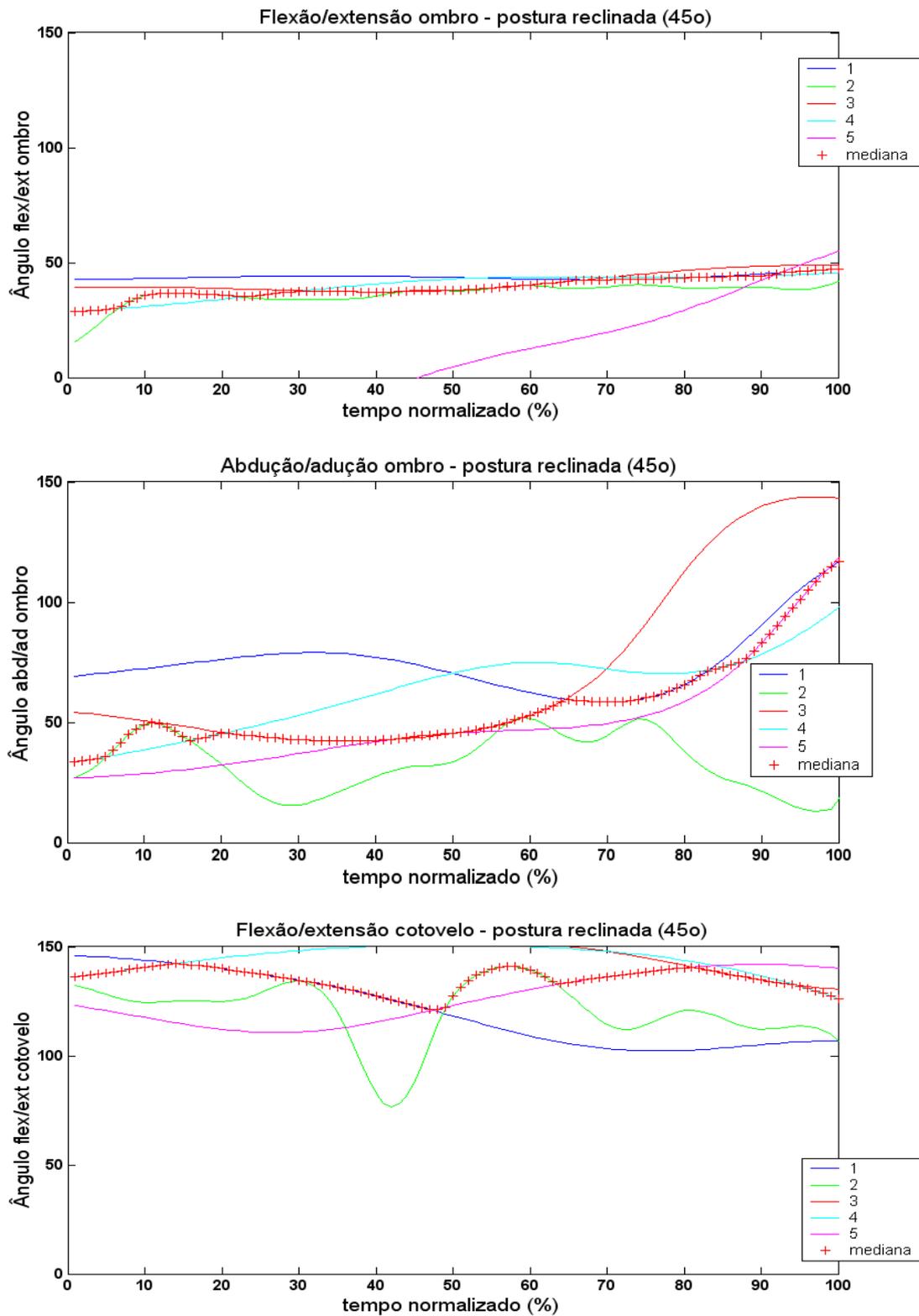


Figura 25 : Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente D na postura reclinada (45°). Legenda: seqüência de execução dos alcances e mediana de todas as tentativas.

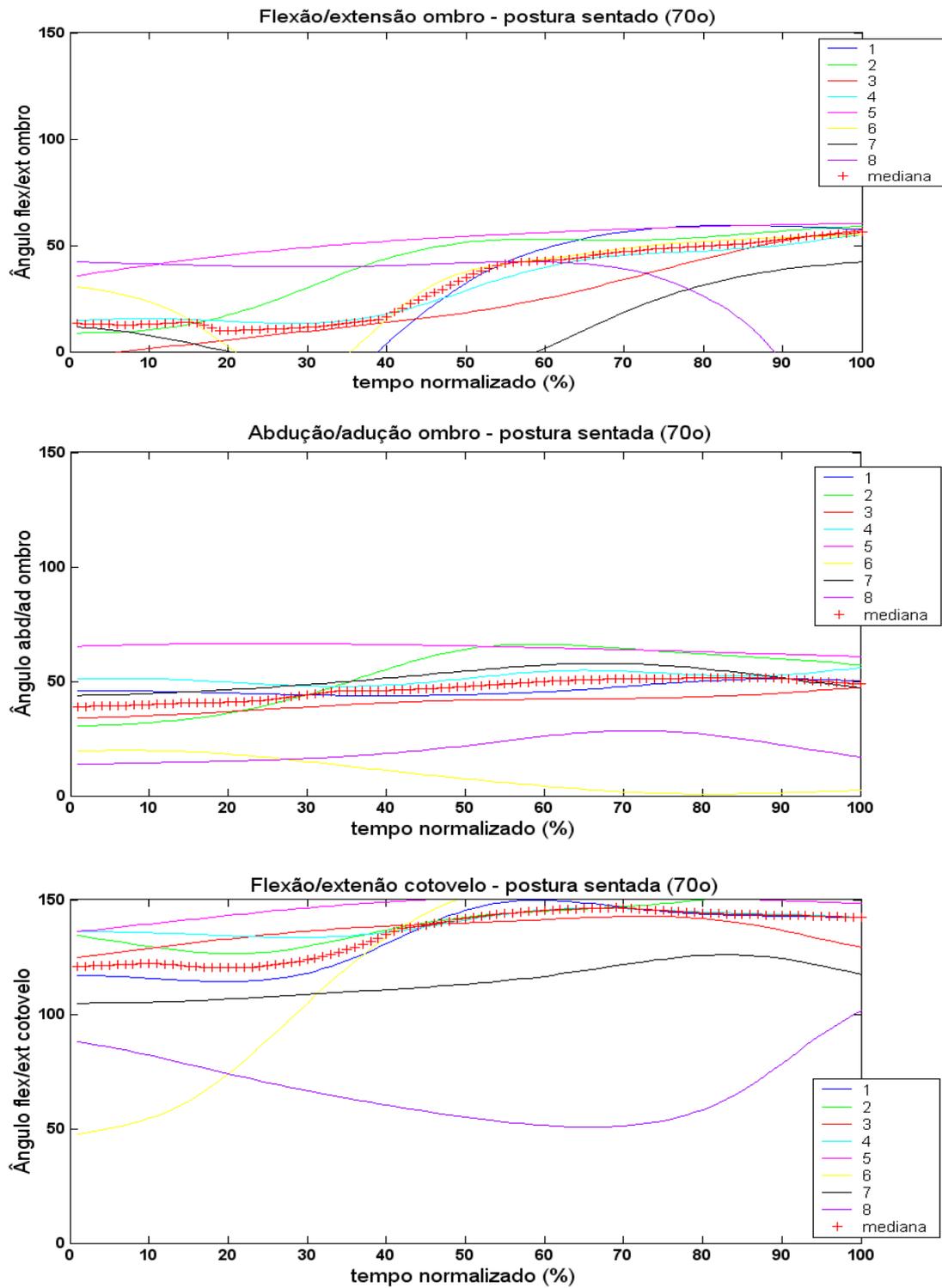


Figura 26 : Variação dos ângulos de ombro e cotovelo no alcance do lactente D na postura sentada (70°).  
 Legenda: seqüência de execução dos alcances e mediana de todas as tentativas.

---

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Eu, \_\_\_\_\_, responsável pelo(a) menor \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, residente à rua \_\_\_\_\_, telefone \_\_\_\_\_, autorizo a participação de meu (minha) filho(a) no projeto “Avaliação do movimento de alcance em bebês normais de 4 a 6 meses”. Após esclarecimentos por parte da pesquisadora, tenho pleno conhecimento dos procedimentos a serem utilizados, da relevância desse estudo e de que meu (minha) filho(a) não sofrerá qualquer dano físico, psíquico, moral ou social. Além disso, terei total liberdade de abandonar a pesquisa caso não concorde com algum procedimento ou se assim eu desejar. Permito que toda avaliação seja filmada e que esses dados possam ser utilizados para divulgação científica, respeitando o código de ética da instituição, com a garantia de que meu (minha) filho(a) não será identificado(a).

São Carlos,        de                        de 200 .

---

Assinatura do responsável

---

Raquel de Paula Carvalho  
Pesquisadora responsável

---

**FICHA DE ANAMNESE****Data:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_**Dados do pessoais**

Nome: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Fone: \_\_\_\_\_

Nome do pai: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Grau de escolaridade: \_\_\_\_\_ Profissão \_\_\_\_\_

Nome da mãe: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Grau de escolaridade: \_\_\_\_\_ Profissão \_\_\_\_\_

**Anamnese**

Idade gestacional: \_\_\_\_\_ Tipo de parto: \_\_\_\_\_

Intercorrências durante a gestação: \_\_\_\_\_

Intercorrências durante o parto: \_\_\_\_\_

Peso ao nascimento: \_\_\_\_\_ Altura ao nascimento: \_\_\_\_\_

Apgar: 1° \_\_\_\_\_ 5° \_\_\_\_\_

Intercorrências após o nascimento: \_\_\_\_\_

Faz uso de algum medicamento: \_\_\_\_\_

Alimentação: \_\_\_\_\_

Postura de preferência \_\_\_\_\_

Observações:

---

---

---

---

## Referências para o sistema de calibração

Calibrador	X	Y	Z
1	1,248	0,693	1,373
2	1,248	0,794	1,373
3	1,248	0,893	1,373
4	1,248	0,993	1,373
5	1,248	1,093	1,373
6	1,248	1,193	1,373
7	0,763	0,689	1,300
8	0,763	0,791	1,300
9	0,763	0,892	1,300
10	0,763	0,992	1,300
11	0,763	1,092	1,300
12	0,763	1,192	1,300
13	0,722	0,690	1,644
14	0,722	0,790	1,644
15	0,722	0,891	1,644
16	0,722	0,992	1,644
17	0,722	1,094	1,644
18	0,722	1,196	1,644
19	1,203	0,685	1,688
20	1,203	0,785	1,688
21	1,203	0,887	1,688
22	1,203	0,987	1,688
23	1,203	1,087	1,688
24	1,203	1,188	1,688

Coordenadas em metro (m)