



**UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA**

---

**VIVIANI GUSMÃO MORETTO PRÓSPERO**

**EFEITO DA RESTRIÇÃO DA TAREFA DURANTE A  
AQUISIÇÃO DA MARCHA INDEPENDENTE**

---

Londrina  
2008

**VIVIANI GUSMÃO MORETTO PRÓSPERO**

**EFEITO DA RESTRIÇÃO DA TAREFA DURANTE A  
AQUISIÇÃO DA MARCHA INDEPENDENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Educação Física da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Educação Física na linha de pesquisa Aquisição e Desempenho de Habilidades Motoras.

Orientadora: Profa. Dra. Inara Marques

Londrina  
2008

**VIVIANI GUSMÃO MORETTO PRÓSPERO**

**EFEITO DA RESTRIÇÃO DA TAREFA DURANTE A  
AQUISIÇÃO DA MARCHA INDEPENDENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Educação Física da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Educação Física.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Inara Marques  
Universidade Estadual de Londrina

---

Profa. Dra. Lílian Teresa Bucken Gobbi  
Universidade Estadual Paulista - Rio Claro

---

Prof. Dr. Pedro Paulo Deprá  
Universidade Estadual de Maringá

Londrina, 07 de abril de 2008.

## AGRADECIMENTOS

Os últimos dois anos da minha vida estiveram praticamente voltados à conclusão deste trabalho. Nessa caminhada, várias pessoas deram sua colaboração.

Primeiramente, agradeço a Deus, pois Ele foi minha ajuda espiritual, à qual muitas vezes precisei recorrer.

Uma pessoa que, além de profissional, se tornou amiga e me acompanhou durante esses anos foi a Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Inara Marques, minha orientadora. Estamos trabalhando juntas há quase quatro anos e suas idéias e paixão pela área desenvolvimental me conquistaram. Sua competência e dedicação nas orientações colaboraram para o meu crescimento profissional. Agradeço pela confiança e paciência, pois ensinar é árduo, o que a professora faz com mestria.

Muitas pessoas estiveram envolvidas, contribuindo para o desenvolvimento deste trabalho:

Ao grupo GEPEMAM meus agradecimentos. E àqueles que deram sua colaboração e me acompanharam mais diretamente nas coletas, como; o Prof Dr. Ernani Piraju e a Prof<sup>a</sup> Ms<sup>a</sup> Josiane, Prof<sup>a</sup> Débora, Fran, Greisy, Daniel, Carla e alunas Raquel, Vanessa, desculpe-me se esqueci alguém. A todos agradeço de coração. Agradecer somente com palavras seria muito pouco... Vocês foram fundamentais para o andamento do processo da minha formação.

Ao Prof. Luciano, agradeço o auxílio nas fases críticas.

A professora Dr<sup>a</sup> Lilian T. B Gobbi pela participação na banca de defesa, pela paciência e pelas sugestões que me deu durante uma tarde inteira em nosso laboratório, assim como ao professor Pedro Paulo Deprá, pela colaboração antes do início as coletas, realizando teste com bebê, e ao professor José Luiz Lopes Vieira e Paula Hentschel Lobo da Costa pela preciosa participação e contribuição.

À coordenação da creche do Hospital Universitário de Londrina pela confiança e por permitir a execução do trabalho em suas dependências.

A todos os pais que permitiram a participação de seus filhos nesta pesquisa e às professoras pré-escolares, as quais várias vezes recorremos para me ajudarem na condução do trabalho.

A minha família, mãe, pai e irmãos, por tolerar tanta ausência e terem paciência ao perceber as dificuldades pelas quais eu passava. Em especial a minha mãe Edemê. Sem sua ajuda, não seria fácil concluir este estudo, pois, ao ingressar no mestrado, tive meu primeiro filho, o Pedro, que me acompanhou durante 6 meses viajando, toda a semana, para Maringá no intuito de terminar os créditos. Minha mãe e minha tia Edenir me acompanharam nas viagens e cuidaram dele com todo o carinho enquanto eu estava ausente. Obrigada a minha prima Marilyn que cedeu seu apartamento em Maringá para que elas pudessem sentir-se mais à vontade e seguras.

Em especial, ao Marcio, meu amor... Seu apoio, incentivo, compreensão e paciência foram essenciais para completar esta etapa da minha formação. TE AMO.

**“Determinação, coragem e autoconfiança são  
fatores decisivos para o sucesso.  
Se estamos possuídos por uma inabalável  
determinação conseguiremos superá-la.  
Independentemente das circunstâncias, devemos  
ser sempre humildes, recatados e despidos de  
orgulho”.**

**Dalai Lama**

PRÓSPERO, Viviani Gusmão Moretto. **Efeito da restrição da tarefa durante a aquisição da marcha independente.** 2008. 83f. Dissertação (Mestrado em Educação Física – Aquisição e Desempenho de Habilidades Motoras) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Londrina, 2008.

## RESUMO

Desenvolvimento motor consiste em mudanças comportamentais que ocorrem em razão da cooperação de múltiplos subsistemas, dentre os quais podem se destacar as causas externas, especificamente as relacionadas à restrição da tarefa. O objetivo geral deste estudo, portanto, foi descrever o efeito da restrição da tarefa no comprimento da passada (CP) e ângulo do antebraço (AB) durante o processo de aquisição da marcha independente (MI). A amostra foi constituída por onze bebês, cuja idade foi determinada pela data do início da MI, mais especificamente a partir dos 8 passos independentes. A tarefa consistiu em realizar a MI sobre duas condições de superfície - rígida e deformante, ao longo de 4 meses, com avaliações quinzenais. As variáveis de análise foram definidas pelo acompanhamento das mudanças do CP e do AB ao longo das 8 coletas. O CP e o AB foram analisados através da cinemática, utilizando-se o programa *Ariel Performance Anlalysis System* (APAS versão 1.4). Foi conduzido o teste GLM (General Linear Model) de medidas repetidas para avaliar os valores do CP e AB dos bebês em ocasiões sucessivas, utilizando-se da opção (2 condições x 8 coletas). Utilizou-se o procedimento de Bonferroni, para indicar diferenças entre as médias nos fatores. O resultado referente ao CP apresentou efeito significativo no fator principal “coletas” e “condições”. O resultado referente ao AB demonstrou efeito significativo no fator principal “coletas”. Os resultados demonstraram que o CP foi mais sensível à restrição da tarefa do que o AB. Portanto, os dados sugerem que as mudanças desenvolvimentais ocasionadas durante o processo de aquisição da MI vivenciadas pelos bebês precedem a seleção de um padrão ou estratégia mais adequada às demandas da tarefa e característica do contexto em que a atividade está sendo realizada.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento motor. Marcha independente. Bebê.

PRÓSPERO, Viviani Gusmão Moretto. **Effect of the task restriction during the acquisition of the independent walking.** 2008. 83f. Dissertation (Master's degree in Physical Education – Acquisition and Acting of Motive Abilities) – State University of Londrina, Londrina, Londrina, 2008.

### ABSTRACT

Motor development involves behavioral changes occurring due to the cooperation of multiple subsystems, among which are the external causes – specifically the ones related to task restriction. Therefore the aim general of this study was to describe the effect of task restriction on the step length (SL) and the fore arm angle (FA) during the acquisition process of independent walking (IW). The sample used consisted of eleven babies whose age was determined by the starting date of IW, more specifically from 8 independent steps on. The task was to perform the IW on two different surface conditions – hard and deforming, for four months, with evaluations every fifteen days. The analysis variables were defined by monitoring the SL and FA changes during the 8 collections. The SL and FA were analyzed through cinemathics, with the *Ariel Performance Analysis System* (APAS version 1.4) software. The GLM (General Linear Model) test was conducted, with repeated measures in order to evaluate the values of SL and FA of babies in different successive occasions, and with the option 2 conditions x 8 collections. The Bonferroni's procedure was used to indicate differences among the means in the factors. The result referring to SL showed a significant effect on the main factors "collections" and "conditions". The result related to FA showed a significant effect on the main factor "collections". The results demonstrated that the SL was more sensitive to the task restriction than the FA. Consequently, the data suggest that developmental changes occurring during the acquisition process of IW experienced by the babies precede the selection of a pattern or strategy more adequate to the task demands and characteristic of the context in which the activity is being performed.

**Keywords:** Motor development. Independent walking. Baby.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Comparação entre passo e passada .....	23
<b>Figura 2</b> – Subdivisões do apoio e suas relações com o padrão de contato bilateral com o solo.....	24
<b>Figura 3</b> – Categorias das restrições que especificam um padrão ótimo de coordenação e controle .....	34
<b>Figura 4</b> – Ilustração da condição experimental.....	40
<b>Figura 5</b> – Figura esquemática dos pontos fixados para digitalização e análise .....	42
<b>Figura 6</b> – Demonstração do valor adquirido para o comprimento da passada.....	44
<b>Figura 7</b> – Figura ilustrativa da análise do ângulo do antebraço (AB).....	45
<b>Figura 8</b> – Caracterização da posição dos braços segundo Ledebt (2000) .....	46
<b>Figura 9</b> – Valores do comprimento da passada (CP) e desvio-padrão do ciclo representativo dos bebês durante as oito coletas nas duas condições da tarefa: condição rígida e deformante .....	49
<b>Figura 10</b> – Média dos valores do comprimento da passada nas duas condições em cada coleta no decurso do estudo .....	50
<b>Figura 11</b> – Valores médios do CP na condição rígida e deformante .....	50
<b>Figura 12</b> – Resultado dos valores médios do ângulo do antebraço dos bebês durante as oito coletas nas duas condições da tarefa: condição rígida e deformante .....	52
<b>Figura 13</b> – Média dos valores do AB nas duas condições em cada coleta ao longo do experimento .....	53
<b>Figura 14</b> – Média do AB na condição rígida e deformante .....	53
<b>Figura 15</b> – Descrições do comportamento do punho em relação ao ombro e cotovelo no eixo y ao longo das oito coletas na condição rígida.....	55
<b>Figura 16</b> – Descrições do comportamento do punho em relação ao ombro e cotovelo no eixo y, ao longo das oito coletas, na condição deformante .....	56
<b>Figura 17</b> – Valor médio do comprimento da passada (CP) e ângulo do antebraço (AB), ao longo das oito coletas, na condição rígida .....	58

**Figura 18** – Valor médio do comprimento de passada (CP) e ângulo do ante braço (AB), ao longo das oito coletas, na condição deformante .....59

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>MI</b>	Marcha Independente
<b>CP</b>	Comprimento da Passada
<b>AB</b>	Ângulo do Antebraço
<b>VD</b>	Variáveis Dependentes
<b>VI</b>	Variáveis Independentes
<b>GLM</b>	General Linear Model
<b>APAS</b>	Ariel Performance Analysis System

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1 QUESTÕES DE ESTUDO .....	16
1.2 OBJETIVOS .....	16
1.2.1 Objetivo Geral .....	16
1.2.2 Objetivos Específicos .....	16
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	18
2.1 O INÍCIO DA MARCHA INDEPENDENTE .....	18
2.2 DESCRIÇÕES DAS FASES DA MARCHA INDEPENDENTE .....	21
2.3 CICLO CINEMÁTICO DA MARCHA.....	22
<b>3 FATORES QUE INFLUENCIAM A AQUISIÇÃO DA MARCHA INDEPENDENTE</b> .....	25
3.1 SÍNTESE DOS PARÂMETROS ENVOLVIDOS NO PROCESSO DE AQUISIÇÃO DA MARCHA INDEPENDENTE .....	27
3.2 RESTRIÇÕES .....	32
3.2.1 Efeito das Restrições no Comportamento Motor .....	32
<b>4 MÉTODO</b> .....	38
4.1 PARTICIPANTES .....	38
4.2 TAREFA E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS .....	39
4.3 INSTRUMENTOS.....	39
4.4 PROCEDIMENTOS .....	41
4.4.1 Coleta de Dados .....	41
4.4.2 Delineamento .....	42
4.5 ANÁLISE DOS DADOS .....	43
4.5.1 Análise Estatística .....	47
<b>5 RESULTADOS</b> .....	48
5.1 ANÁLISES DO COMPRIMENTO DA PASSADA .....	48
5.2 ANÁLISES DO ÂNGULO DO ANTEBRAÇO .....	51
5.2.1 Análise Descritiva da Posição do Braço: Guarda Alta, Média e Baixa .....	54

5.3 COMPARAÇÃO DOS VALORES MÉDIOS DO COMPRIMENTO DA PASSADA E ÂNGULO DO ANTEBRAÇO NA CONDIÇÃO RÍGIDA E DEFORMANTE AO LONGO DAS OITO COLETAS .....	57
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>60</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>68</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>75</b>
Anexo A.....	76
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>78</b>
Apêndice A.....	79
Apêndice B.....	82

## 1 INTRODUÇÃO

A marcha é um padrão locomotor cíclico e complexo. Suas descrições, em geral tratam do que acontece no curso de apenas um ciclo de passada ou passo, supondo-se que os ciclos subseqüentes ou eventos observáveis no ciclo sejam semelhantes (INMAN; RALSTON; TODD, 1998). Assim, a meta de vários pesquisadores tem sido descrever as mudanças que ocorrem durante a aquisição da marcha independente (MI) e o modo como ocorrem essas mudanças, assim como verificar que parâmetros são alterados em função do tempo (ADOLPH; VEREIJKEN; SHROUT, 2003; BRIL; BRENIÈRE, 1992; BRENIÈRE; BRIL, 1998; BRIL; LEDEBT, 1998; BURNETT; JOHNSON, 1971; EKE-OKORO; GREGORIC; LARSSON, 1997; LEDEBT, 2000).

Para os bebês adquirirem a MI, são necessários ajustes corporais e controle dos segmentos, tais como: controle postural para vencer a gravidade ao mover o corpo à frente; equilíbrio; força; posição dos braços e integração das informações sensoriais (BRIL; BRENIÈRE, 1992; LEDEBT, 2000). Essas mudanças ocorrem ao longo do 1º ano, destacando-se o aparecimento de vários marcos motores que antecedem de fato a MI. E à medida que se estabelecem tais marcos, a MI se altera tanto na complexidade quanto na qualidade das execuções motoras, permitindo que os bebês estabeleçam novas relações com o mundo exterior. Assim, ao se locomover sozinho, o bebê aprimora seu comportamento locomotor e ganha autonomia no ambiente, caracterizando-se isso como um importante marco desenvolvimental pós-natal, muito esperado pelos familiares.

Em razão da importância desse processo, diversos estudos têm tentado verificar através da cinemática, que alterações se notam nos bebês no decorrer da aquisição da marcha, e se elas são aptas a fornecer informações relevantes sobre o seu processo de desenvolvimento. Bril e Brenière (1992), por exemplo, procuraram investigar os aspectos de controle postural dinâmico, analisando a velocidade de progressão, a cadência, o comprimento de passada, a largura da base e a aceleração. Já Cheron, Bouillot e Dan (2001) propuseram uma análise dos padrões gerais dos segmentos corporais dos membros inferiores através da elevação angular e estabilização do tronco no início da MI comparando os resultados alcançados pelos bebês com os de adultos.

Como os membros superiores, além dos inferiores, podem desempenhar um papel funcional durante a aquisição da MI, a posição dos braços também tem sido descrita por muitos autores como uma característica importante que colabora para o controle da postura do corpo, melhorando a eficiência da marcha (ELFTMAN, 1939; MURRAY, 1967). Assim, um dos pontos destacados no papel funcional da MI é relacionado à posição dos braços denominados de guarda alta, média e baixa. McGraw (1989) destaca, em seus estudos, a posição dos braços dos bebês no início da MI, relatando que inicialmente eles se apresentavam em guarda alta, ou seja, estendidos paralelamente à cabeça e abduzidos, sendo sua função proteger o bebê contra as quedas. Atualmente os estudos sugerem que a postura de guarda alta, exerce, na verdade, um papel funcional mais importante que simplesmente proteger o bebê contra quedas. Atenta a essa discussão, Ledebt (2000) procurou observar se havia alguma relação entre a diminuição da largura dos passos e o abaixamento da posição dos braços de guarda alta para a média em bebês. Os resultados de seu estudo sugerem existir um forte efeito dos braços sobre o controle postural durante a aquisição da MI, ressaltando que as mudanças na posição dos braços coincidem com a diminuição da largura dos passos durante a MI.

Por outro lado, Kubo e Ulrich (2006), numa análise biomecânica da posição de guarda alta dos braços durante a aquisição da MI, argumentaram que existe uma variabilidade em soluções para cumprir exigências de estabilidade postural e propulsão para frente no desenvolvimento da MI. Segundo estas autoras, a posição de guarda alta parece ser uma das opções múltiplas, embora temporária e não necessária para todos os bebês. Na verdade, ela é utilizada por um subconjunto distinto de bebês no início da marcha. Dessa forma, ela emerge quando é necessária para se locomover e desaparece quando se torna desnecessária.

Assim, para entender a aquisição da MI, faz-se necessário conhecer também as alterações desenvolvimentais que ocorrem nos membros inferiores e superiores, considerando-se sua importante participação funcional na aquisição da MI. Atualmente, a explicação acerca do fenômeno “desenvolvimento motor” é de que o comportamento motor humano se apresenta como um sistema complexo, constituído de inúmeros subsistemas e muitas interações entre eles (MANOEL, 2000; MARQUES, 2003). Por outro lado, sabe-se pouco sobre quais fatores podem interferir nesse processo, especialmente se considerarmos que o processo de desenvolvimento motor é visto como consequência da ação de inúmeros

subsistemas em cooperação. Portanto, a marcha seria adquirida a partir do resultado da combinação dinâmica de diversos subsistemas num determinado contexto (THELEN; ULRICH 1991), sendo denominada por Newell (1986) de restrição.

Na concepção de Newell, restrição limita ou encoraja o movimento do indivíduo, sendo classificada, como restrição orgânica ou do indivíduo, do ambiente e da tarefa (NEWELL, 1986) que, de maneira conjunta, influenciariam no desenvolvimento da coordenação e controle das habilidades motoras. Dessa forma, qualquer alteração na interação destas restrições pode levar à mudança no estado final do movimento ao longo da vida. Essencial, portanto, é o estudo sobre o efeito dessas restrições no processo de desenvolvimento motor, especificamente na aquisição da MI, uma vez que a investigação dessas pode possibilitar a descoberta de períodos críticos cujas transformações desenvolvimentais podem se destacar.

Alguns estudos já foram conduzidos dentro desta perspectiva. Adolph (1995) conduziu um estudo em que bebês apresentaram uma regressão no padrão do andar para o engatinhar quando submetidas a uma inclinação da plataforma utilizada para a locomoção. Lima, Secco, Miyasike e Gobbi (2001) e Gobbi, Menuchi, Uehara e Silva (2003) também realizaram dois estudos em crianças, os quais observaram alteração na quantidade e no comprimento médio das passadas, quando essas foram submetidas em diferentes alturas da superfície de locomoção. Os resultados demonstraram que as crianças tiveram aumento na quantidade de passadas e diminuição no comprimento médio da passada, sugerindo que a restrição imposta pela altura da superfície de locomoção favoreceu o emprego de estratégias adaptativas, indicando uma regressão no padrão locomotor das crianças. Esses estudos enfocaram, portanto, o efeito da restrição da tarefa, alterando parâmetros ou situação na condição da MI, reforçando, assim, a idéia de que a variação nas restrições pode desencadear mudanças na organização da resposta motora. Há, portanto, a necessidade de investigar o efeito imediato dessas restrições na organização da MI, especialmente no período que compreende a sua aquisição.

Assim, o objetivo deste estudo foi descrever o efeito da restrição da tarefa no comprimento da passada (CP) e no ângulo do antebraço (AB), no processo de aquisição da MI.

Embora existam prévios artigos anteriores sobre o CP e as posições dos braços dos bebês no início da MI, ainda são necessários estudos que verifiquem essas variáveis quando os bebês são submetidos à restrição da tarefa, especialmente no seu período de aquisição.

A questão que se estabelece aqui é “como” os bebês organizam o CP e AB durante a aquisição da MI sobre duas condições diferentes.

Para atingir o objetivo e responder ao questionamento, foi proposto um estudo cinemático longitudinal, no qual os participantes realizaram a MI sobre duas condições de superfície: rígida e deformante.

## **1.1 QUESTÃO DE ESTUDO**

- 1) Haverá alteração na organização da resposta motora referente ao CP e ao AB no desenvolvimento da MI entre as condições de superfície: rígida e deformante?

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

- Descrever o efeito da restrição da tarefa no CP e AB durante o processo de aquisição da MI.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Comparar o CP na aquisição da MI entre duas condições diferentes de superfície: rígida e deformante;

- Comparar o AB na aquisição da MI entre duas condições diferentes de superfície: rígida e deformante;
- Identificar as posições dos braços de guarda alta, média e baixa nas duas condições de superfície: rígida e deformante.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O INÍCIO DA MARCHA INDEPENDENTE

O início da aquisição da MI pode ser visto como uma mudança de fase, na qual ocorrem alterações motoras imprescindíveis que marcam o desenvolvimento motor individual do bebê.

Mesmo antes da MI o desejo de movimentar o corpo já é presente nos seres humanos. O bebê adquire primeiramente as habilidades de estabilidade: controle da cabeça, postura corporal vertical sentada, após rasteja, engatinha e em seguida adquire a façanha motora da postura vertical ereta sem apoio, que faz com que ele inicie sua MI (HAYWOOD; GETCHELL, 2004; PAYNE; ISAACS, 2007). Ao se locomover sozinho, o bebê começa a explorar as ofertas do meio ambiente a descobrir as relações entre elas e perceber que é mais independente com o meio que o cerca.

Atualmente, o padrão da marcha tem sido extensamente estudado na área de desenvolvimento motor. Particularmente em bebês, a MI tem sido alvo de muitas investigações, pois as mudanças que ocorrem no repertório motor desde a posição horizontal até a posição ereta independente, apesar de complexas, são visíveis num curto espaço de tempo.

Dessa forma, observa-se que até o início da MI são várias as seqüências de marcos motores que surgem e há muitos fatores que influenciam o aparecimento dos passos dos bebês. Essas mudanças iniciais permitem que o bebê adquira habilidades necessárias e úteis para a marcha, ou seja, ele ganha experiência para apoiar o corpo ereto contra a gravidade, para o equilíbrio, balanço e movimentos recíprocos. Um exemplo do surgimento dos passos dos bebês é o reflexo da marcha, que eles apresentam até aproximadamente 4 meses de idade quando tocam seus pés em uma condição rígida (HAYWOOD; GETCHELL, 2004). Essa questão polêmica despertou o interesse de muitos estudos, (MCGRAW, 1940; THELEN; FISHER, 1982; ZELAZO, 1983; ZELAZO; ZELAZO; KOLB, 1972), sob diferentes pontos de vista.

De acordo com a visão maturacional, os reflexos desapareceriam próximo do terceiro e quarto mês após o nascimento (HAYWOOD; GETCHELL, 2004; MCGRAW (1940) e a MI emergiria conforme o avanço da maturação do córtex cerebral. Segundo McGraw (1940), os reflexos são considerados movimentos involuntários e teriam de desaparecer para ocorrerem os movimentos voluntários, ou seja, estas duas categorias de movimentos seriam desvinculadas. Por outro lado, Thelen e Fisher (1982) ressaltaram que seria improvável que a evidência do desaparecimento do reflexo da marcha e o aparecimento da MI fossem de responsabilidade única do sistema neural.

Há também quem acredita que o reflexo da marcha desapareça pela falta de prática. Zelazo, Zelazo e Kolb (1972) em seu estudo, verificaram que os bebês do grupo de prática obtiveram mais respostas da marcha e apresentaram melhor execução dos movimentos que os que não tiveram tal experiência. Para esses autores, portanto, o desaparecimento do reflexo foi devido ao desuso e que não seria necessária a inibição do reflexo antes da habilidade voluntária. Além disso, ressaltam que, a estimulação do reflexo locomotor pode melhorar a aquisição de movimentos ou da locomoção voluntária pelo bebê.

Mais recentemente, Thelen (1995), Thelen e Fisher (1983) e Thelen e Ulrich (1991) também promoveram uma série de estudos tentando verificar a inibição do reflexo antes que o movimento voluntário pudesse aparecer. Primeiramente examinaram as restrições de mudanças individuais durante o início da infância e observaram que os bebês apresentaram um aumento dramático no peso da perna, a princípio de gordura, durante os primeiros dois meses. O resultado apontou uma quantidade de passos reflexos diminuídos, sugerindo que o conceito de ganho de peso pode ser uma explicação viável para o desaparecimento do reflexo. Portanto, a autora deduziu que o bebê não tem força para levantar as pernas ainda mais pesadas. Para tentar esclarecer essas dúvidas Thelen e Fisher (1983) realizou um novo experimento mudando as condições ambientais. Ao introduzir os bebês dentro da água, foi observado que eles demonstraram um aumento na taxa de passos quando o peso de suas pernas foi aliviado por submergir na água, conseqüentemente a redução de peso nas pernas pela submersão aumentou a freqüência dos passos.

Em outro estudo, Thelen (1986a), utilizando uma esteira para estimular os passos de bebês de 7 meses de idade, verificou que elas

desempenharam imediatamente movimentos de passos alternados apresentando um padrão de coordenação dos movimentos de membros inferiores parecido ao padrão de locomoção maduro.

A partir desses estudos, Thelen, Ulrich e Jensen (1990) passaram a defender que o desenvolvimento motor apresenta muitos processos ontogenéticos complexos que também estão por trás dessa progressão desenvolvimental aparentemente linear, concluindo que o surgimento das passadas dos bebês, no primeiro ano de vida, pode ser consequência, de fato, da interação entre as restrições do organismo, ambiente e tarefa.

Um desses marcos motores que antecede a MI é a estabilização do corpo na posição vertical, conhecida como marcha apoiada. Essa fase ocorre por volta dos 8-10 meses de idade e os bebês começam a andar segurando nos móveis ou com auxílio de uma pessoa. A duração da marcha apoiada pode variar entre indivíduos, porém em bebês normais pode durar cerca de dois meses. A marcha apoiada é claramente uma fase de transição que conduz à marcha independente (SKINNER, 1998).

O início, de fato, da MI é entendido como a capacidade do bebê realizar uma seqüência de passos sem apoio e sem quedas (BRIL; LEDEBT, 1998; LEDEBT, 2000), e geralmente ocorre por volta dos 9 meses de idade (PAYNE; ISAACS, 2007). Segundo Burnett e Johnson (1971), a MI ocorre por volta dos 12,5 meses, com variação de 9 a 17 meses. No entanto, observa-se que bebês de mesma idade cronológica poderão adquirir a MI em períodos diferentes.

Alguns estudos colocaram, como critério de identificação do início da MI em bebês, a capacidade de exibir 5 a 10 passos sem ajuda (BRENIÈRE; BRIL, 1998; BRIL; BRENIÈRE, 1992; YAGURAMAKI; KIMURA, 2002); outros estudos defendem que este evento deva ser considerado quando o bebê consegue realizar de 4 a 6 passos consecutivos e independentes (KUBO; ULRICH, 2006). Há, ainda, quem considere a MI a partir da observação de 3 passos sem queda (LEDEBT, 2000). Existe, portanto, segundo Bortolaia (2004), uma indefinição com relação à quantidade de passos que deveria ser considerada para se estabelecer o marco desenvolvimental da MI.

Enfim, a marcha é uma atividade cotidiana entre os humanos, mas muito complexa devido à grande força gravitacional em direção ao movimento do corpo, enquanto este é suportado sob uma perna (BRIL; LEDEBT, 1998). A sua

aquisição depende do desenvolvimento de muitos componentes como força, equilíbrio, coordenação, etc., e, provavelmente, seja impossível isolar apenas uma ação ou parâmetro responsável pelo desenvolvimento global desta habilidade.

No capítulo abaixo será feita uma breve revisão sobre a descrição e definição da MI, suas fases e ciclos.

## **2.2 DESCRIÇÕES DAS FASES DA MARCHA INDEPENDENTE**

A marcha é a forma de deslocamento natural do corpo em se mover de um local para outro. Considerada um padrão cíclico, ela envolve seqüência, na qual o corpo é suportado primeiro por uma perna e depois pela outra, com perda e retomada de equilíbrio (BORTOLAIA, 2004; HAMIL; KNUTZEN, 1999; INMAN; RALSTON; TODD, 1998). Nessa seqüência, a condição prévia de apoio pode ser classificada pela direção das forças aplicadas para frente, principalmente pelos músculos que agem nos membros inferiores. O mecanismo que age na marcha requer a habilidade de fornecer a liberação do pé-chão como o balanço dos membros contrários de uma direção para trás para uma para frente e o equilíbrio na posição vertical que não deve ser mantido somente no momento de alternar as bases únicas de apoio, mas também por períodos em que somente um pé, ou a parte da frente de um pé fornece a única base de apoio (MURRAY, 1967).

A marcha humana é uma função do processo de locomoção no qual o corpo ereto e em movimento é apoiado primeiro por uma das pernas e depois pela outra. Conforme o corpo em movimento passa para a perna de apoio, a outra perna balança para frente, preparando-se para a próxima fase de apoio. Um dos pés está sempre no chão e, durante o período em que o apoio é transferido da perna apoiada para a perna que avança, há um breve momento em que os dois pés ficam no chão (duplo apoio). Conforme o indivíduo acelera os passos, esses períodos de duplo apoio transformam em frações cada vez menores do ciclo da marcha, até que, finalmente, quando a pessoa começa a correr, desaparecem no conjunto e são substituídos por breves períodos em que nenhum dos pés está no solo (duplo balanço). As alternâncias cíclicas da função de apoio de cada perna e a existência de um período de transferência, em que ambos os pés estão no solo, são

características essenciais do processo de locomoção, conhecidas como marcha (INMAN; RALSTON; TODD, 1998).

A habilidade de se locomover independentemente supõe alguns requisitos básicos os quais Murray (1967) coloca como: 1) suportar a corpo na vertical; 2) manter o equilíbrio na posição vertical; e 3) executar a propulsão para frente que Inman, Ralston e Todd (1998) consideram como: 1) forças contínuas de reação do solo que apóiam o corpo; 2) movimento periódico de cada um dos pés de uma posição de apoio para a seguinte na direção da progressão. Segundo Inman, Ralston e Todd (1998), esses elementos originam movimentos corporais específicos que são bastante observados durante a MI que inclui início, parada, mudanças na velocidade, alterações na direção e adaptações para as mudanças da inclinação do terreno. Os mesmos autores ressaltam ainda que, para cada passo, ocorrem 3 desvios diferentes a partir da progressão à frente: a velocidade corporal aumenta e diminui ligeiramente, o corpo se eleva e cai alguns centímetros e oscila ligeiramente de um lado para outro. Segundo este autor, tais requisitos são indispensáveis para qualquer forma de marcha bípede e estão relacionados entre si de modo sistemático.

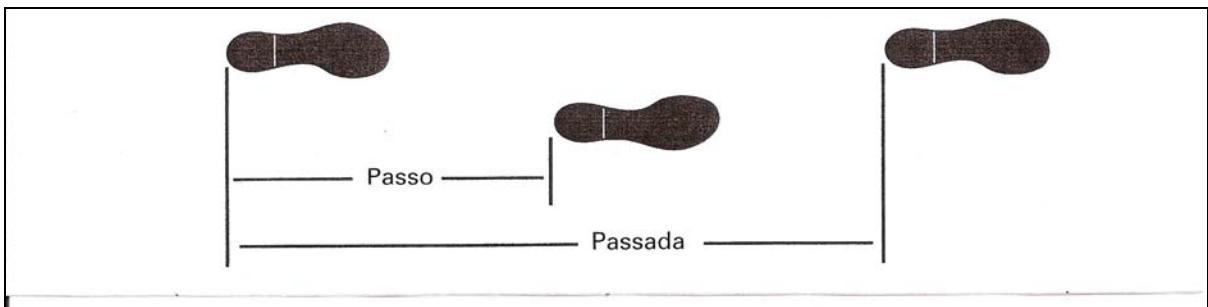
### **2.3 CICLO CINEMÁTICO DO MARCHA**

A análise cinemática descreve as posições, velocidades e acelerações dos corpos, sem referências às causas do movimento. Uma análise cinemática pode ser qualitativa e a quantitativa. Qualitativa é uma descrição não-numérica com base nas informações. Quantitativa implica um resultado numérico com base em medidas de dados coletados durante o desempenho do movimento (HAMIL; KNUTZEN, 1999). Portanto, para analisar a seqüência da MI, deve-se conhecer o seu ciclo, que é definido sobre um intervalo de tempo durante o qual uma seqüência de eventos sucessivos e regulares se completa (SUTHERLAND; KAUFMAN; MOITOZA, 1998). No entanto, esta ação é determinada por alguns parâmetros.

Parâmetros típicos como passo e passada são identificados dentro desta ação e são distintos entre si. Por exemplo, passo refere-se ao intervalo entre

dois membros e passada é equivalente ao ciclo da marcha, que é representado pelo primeiro contato com o pé no solo até o toque novamente do mesmo pé (figura 1). Portanto, o movimento da marcha é definido como uma seqüência de eventos que constituem de passada e passo, nos quais existem dois passos em cada passada (HAMIL; KNUTZEN, 1999; PERRY, 2005).

Por ser um movimento cíclico, esta ação não se constitui de início e fim e, portanto, qualquer evento ou contato do calcanhar com a condição (toque com o calcanhar) pode ser selecionado como o início do ciclo de marcha (PERRY, 2005).



Fonte: PERRY, 2005

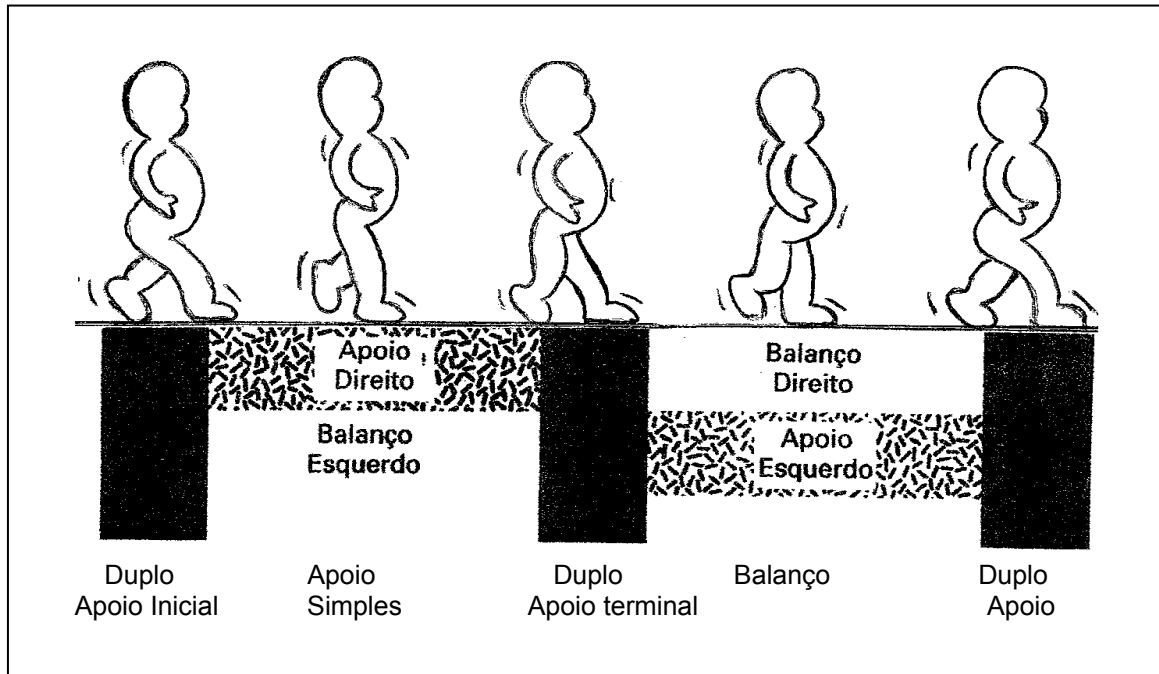
**Figura 1** – Comparação entre passo e passada

O marcha normal é dividido em dois períodos - fase de apoio que constitui 60% do ciclo da marcha e fase de balanço que constitui 40% do ciclo da marcha. A primeira corresponde ao período em que o pé está em contato com o solo e a segunda é definida pelo tempo em que o pé é elevado da condição e permanece no ar (PERRY, 2005).

O período em que durante a marcha o pé está em apoio pode ser dividido em três intervalos, *duplo apoio inicial*, *apoio simples*, *duplo apoio terminal*, na seqüência de contato entre o solo e os dois pés. Tanto no início quanto no fim do ciclo da marcha existe um período em que o pé se encontra em duplo apoio e outro período em que somente um pé está em contato com o solo, apoio simples.

O início do ciclo da marcha é marcado por um *duplo apoio inicial*, pois é o momento em que os dois pés estão no solo depois do contato inicial. O *apoio simples* inicia-se quando o pé oposto é elevado para o balanço e o *duplo apoio terminal* inicia-se com o contato entre o solo e o outro pé (contato inicial

contralateral) até que o membro original de apoio seja elevado para balanço (desprendimento dos dedos ipsilateral) (figura 2).



**Fonte:** "Subdivisões da marcha" adaptadas de Perry (2005)

**Figura 2** – Subdivisões do apoio e suas relações com o padrão de contato bilateral com o solo. Barras escuras verticais representam o período de duplo apoio (pés direito e esquerdo). Barra horizontal sombreada corresponde ao apoio simples. O apoio total inclui três intervalos: o duplo apoio inicial, o apoio simples, e o duplo apoio terminal. O balanço é representado pela barra clara que se segue ao duplo apoio terminal. Observe que o apoio simples do membro direito é, ao mesmo tempo, intervalo do balanço esquerdo. Durante o balanço direito, há o apoio simples do membro esquerdo. A terceira barra vertical (duplo apoio) inicia o próximo ciclo de marcha

Nos capítulos a seguir será feita uma breve revisão dos aspectos que podem influenciar no processo de aquisição da MI, síntese dos parâmetros que são alterados durante o desenvolvimento da marcha e o efeito das restrições no comportamento motor, especificamente no processo da MI.

### 3 FATORES QUE INFLUENCIAM A AQUISIÇÃO DA MARCHA INDEPENDENTE

Todos os seres humanos são biomecanicamente organizados para se locomover independentemente, desde que não exista nenhum problema neurológico/esquelético que possa impedir o acontecimento deste marco referencial.

Ao redor do primeiro ano, o bebê necessita adaptar-se a várias condições em que há instabilidade na posição vertical ereta. O fato de mover-se para frente em direção a um objeto requer integração de múltiplas características: coordenação dos segmentos dentro de um contexto dinâmico, força muscular, maturidade da integração sensorial e reflexos posturais (THELEN; ULRICH; JENSEN, 1990).

Biomecanicamente, no caso dos bebês, existe uma desvantagem para que essa posição vertical ereta ocorra facilmente. Em geral, esses bebês têm uma imaturidade motora global, cabeça e tronco proporcionalmente grandes, membros fracos e pequenos e ombros estreitos. Do nascimento até aproximadamente os oito meses de idade ocorre um acelerado crescimento e mudanças na proporção e composição corporal que facilitam a MI. As pernas se alongam em relação ao tronco e o crescimento do tronco e dos membros ultrapassa o crescimento da cabeça. As pernas contribuem com 37% da estatura total de uma criança com um ano de idade. Nos primeiros meses de vida existe rápido aumento de gordura corporal seguido de diminuição proximamente ao completar um ano de vida. Observa-se também um aumento na composição de fibras musculares que pode promover aumento da força para facilitar a ocorrência da habilidade de locomoção (THELEN; ULRICH; JENSEN, 1990).

Ao iniciar a MI o bebê deverá manter o equilíbrio e isto requer cuidado em administrar muitas forças e torques agindo sobre o sistema. Para manter a postura vertical ereta, o impulso angular aplicado ao tronco deve ser zero, caso contrário o segmento do tronco pode estar sujeito a uma aceleração angular que o desequilibra. A MI é um padrão de movimento complexo que exige equilíbrio para a estabilização do centro de massa, força e coordenação dos membros inferiores para suportar as mudanças de base de apoio. O sistema desloca o centro de massa de um apoio para outro e fornece uma propulsão para frente, absorve o impacto e

controla os padrões alternados dos músculos flexores-extensores de múltiplos segmentos (THELEN; ULRICH; JENSEN, 1990).

Alguns autores ressaltaram várias razões para acreditar que o crescimento diferencial dos segmentos do corpo e as alterações na composição ajudam a determinar o perfil desenvolvimental global da marcha e podem contribuir para a variabilidade individual em atingir este marco motor (ADOLPH; VEREIJKEN; SHROUT, 2003; THELEN; ULRICH; JENSEN, 1990; THELEN; FISHER; RIDLEY-JOHNSON, 1984).

Para Adolph, Vereijken e Shrou (2003), vários fatores desenvolvimentais como crescimento das dimensões corporais, mudanças na idade relativa, maturação neuromuscular e execução prática dos movimentos podem influenciar na MI. Entre os fatores desenvolvimentais citam: a força e o controle postural como causas da melhoria do desenvolvimento da marcha e ressaltam que os bebês deverão ter força suficiente para suportar o peso do seu corpo e apoiá-lo em um pé só para a propulsão à frente. Acompanhando esse raciocínio, Brenière e Bril (1998) concluíram que os bebês podem andar, apesar da falta de força exigida para manter o equilíbrio, porém, eles caminham com instabilidade, caindo frequentemente entre as tentativas.

Durante a fase da MI, os bebês sofrem várias transformações nas dimensões corporais. Brenière e Bril (1998) ressaltaram ainda que o crescimento por si só não facilita o desenvolvimento da capacidade muscular porque o peso do corpo aumenta na proporção de 1 para 6 entre o início e o final do crescimento. Portanto, os músculos da perna não só têm de compensar o *deficit* da aceleração vertical do centro de massa na capacidade postural, mas também têm de compensar este aumento de peso.

Segundo Adolph, Vereijken e Shrou (2003), o crescimento corporal também poderá afetar a força e o equilíbrio por alterar e restringir os movimentos. Dessa forma, a taxa de gordura poderá afetar a posição ereta dos bebês, pois, para sustentar e elevar as pernas mais pesadas, será necessária mais força (THELEN; FISHER; RIDLEY-JOHNSON, 1984). Os bebês que adquirem mais gordura corporal e têm forma mais cilíndrica iniciam a marcha mais tarde do que os bebês mais finos, visto que, é necessário mais força para estabilizar e mover um corpo mais pesado (ADOLPH, 1997; ADOLPH; VEREIJKEN; SHROUT, 2003).

Outras alterações importantes a ressaltar são as mudanças no desenvolvimento neural e as experiências práticas que ocorrem ao mesmo tempo com a melhora na marcha. A maturação da estrutura neural poderia afetar a força e o equilíbrio pelo aumento da eficiência e velocidade com que os sinais motores e as informações perceptuais são interpretados e processados (ADOLPH; VEREIJKEN; SHROUT, 2003).

Independente das mudanças maturacionais do corpo e do cérebro, as experiências locomotoras com movimentos práticos na posição vertical poderiam facilitar a força e o equilíbrio (ADOLPH; VEREIJKEN; SHROUT, 2003). Por exemplo, bebês de 2 meses de idade que foram estimuladas com prática diária de exercícios na posição ereta obtiveram mais passos que o grupo-controle (ZELAZO; ZELAZO; KOLB, 1972). O mesmo autor ressalta que o maior benefício, qual seja, a permanência da resposta da marcha, é encorajar o movimento precoce. Pode ser que isso promova mais cedo as sensações de competência dessa função. Dessa forma, os exercícios físicos obtidos diariamente poderiam fortalecer os músculos das pernas e do quadril, fornecendo, conseqüentemente, maiores oportunidades para melhorar o controle do equilíbrio (ADOLPH; VEREIJKEN; SHROUT, 2003).

Observa-se que existem múltiplos componentes que podem tanto estimular a MI no decorrer do desenvolvimento do ser humano, quanto desacelerar essa habilidade; no entanto, precisam ser mais bem investigados e em situações diversas para a obtenção de detalhes que possam ajudar a conhecer quais fatores deverão ser realmente controlados para desvendar o processo de desenvolvimento da MI.

### **3.1 SÍNTESE DOS PARÂMETROS ENVOLVIDOS NO PROCESSO DE AQUISIÇÃO DA MARCHA INDEPENDENTE**

Vários parâmetros envolvidos na marcha como: comprimento de passadas, cadência, largura das passadas, velocidade e acelerações lineares do centro de massa, velocidade e acelerações angulares do segmento e posição dos braços, têm sido estudados e descritos em adultos (COUILLANDRE; BRENIÈRE, 2003; EKE-OKORO; GREGORIC; LARSSON, 1997; KAO JAMES; RINGENBACH;

MATIN, 2003; MURRAY, 1967) e em crianças (BRIL; BRENIÈRE, 1992; BRENIÈRE; BRIL, 1998; BRENIÈRE; LEDEBT, 1994; BURNETT; JOHNSON, 1971; CHERON; BOUILLOT; DAN, 2001; FORSSBERG, 1985; LEDEBT, 2000; SUTHERLAND et al.,1980). Esses parâmetros são importantes por ocasionar mudanças durante o período da MI e definir o limite de um padrão maduro.

Bril e Brenière (1992), num estudo longitudinal, constataram que, no período desenvolvimental até dois anos, os bebês exibem dois estágios de desenvolvimento da marcha: O primeiro estágio pode variar de 3 a 6 meses após o início da MI e é caracterizado pelas notáveis alterações em todos os valores dos parâmetros requeridos como: velocidade, frequência dos passos, comprimento e largura dos passos, aceleração e, também, pelas alterações nas características do relacionamento entre os parâmetros. O segundo estágio caracteriza-se por uma estabilização no curso do desenvolvimento desses parâmetros durante os 18 meses seguintes até 7-8 anos. Esses resultados sugerem um processo integrativo em que se combinam elementos independentes, que são postos a trabalharem juntos. Essa visão também foi relatada por Thelen (1986b), Thelen e Ulrich (1991) que propõem: “novas formas de comportamento emergem em interação cooperativa de múltiplos componentes dentro do contexto de uma tarefa” (p. 1), assumindo assim a não-linearidade do processo desenvolvimental. Além do mais, a não-linearidade promove alta instabilidade durante os períodos e, conseqüentemente, esses períodos estarão mais sensíveis às perturbações externas. Portanto, se um parâmetro for perturbado por algum tipo de restrição, o comportamento deste parâmetro será alterado (BRIL; BRENIÈRE, 1992).

Cheron, Bouillot e Dan (2001) também ressaltaram a existência de duas fases determinadas pelos parâmetros cinemáticos analisados do tronco e segmentos do membro inferior. A primeira fase envolve o aparecimento relativamente rápido do plano de co-variação e estabilização do tronco. A segunda fase é definida por evoluções mais lentas e constantes em relação ao tempo, as quais representam um ajustamento desenvolvido nesta mais gradualmente do que na primeira fase. Ainda no mesmo estudo, mostraram haver bastante heterogeneidade no comprimento de passada em bebês de 11 meses de idade, os quais, aos 20 meses de idade, apresentaram comprimento de passadas menos variável.

Em outro estudo, Brenière e Bril (1998) verificaram o curso desenvolvimental do controle postural e forças gravitacionais em bebês durante os primeiros 5 anos da MI. Os resultados mostraram que a capacidade postural para controlar as forças gravitacionais durante a posição de apoio simples na marcha leva aproximadamente 3-4 anos de experiência na marcha e pelo menos 5-6 anos de idade para alcançar um nível comparado com os adultos. Verificou-se na literatura que alguns pesquisadores identificaram o padrão de marcha maduro por volta dos 6-8 anos, através de análise de parâmetros cinemáticos como: comprimento de passada, velocidade, cadência, duração de suporte simples, entre outros (BRIL; BRENIÈRE, 1992; SUTHERLAND et al., 1980). Houve quem verificasse ajustamento postural e antecipatório (BRIL; LEDEBT, 1998; LEDEBT; BRIL; BRENIÈRE, 1998), e ainda quem analisasse forças musculares através de eletromiografia (OKAMOTO et al., 2003), porém, Cheron, Bouillot e Dan (2001) ressaltaram que outros padrões da marcha podem requerer um tempo mais longo para alcançar a maturação.

Outro parâmetro estudado é a largura da base dos passos dos bebês no início da MI. Para manter o equilíbrio durante as tentativas iniciais da marcha, o bebê afasta seus pés a fim de ampliar a base de apoio e facilitar o deslocamento. Com o decorrer do tempo e à medida que seu equilíbrio melhora, o bebê começa a deixar seus pés mais próximos, diminuindo a largura entre eles (PAYNE; ISAACS, 2007). Para Burnett e Johnson (1971), a média da base de apoio madura, caracterizada pelo deslocamento do pé dentro das dimensões do tronco, foi apresentada 17,5 semanas após o início da marcha, porém, foi observado que alguns bebês ainda continuaram estreitando suas bases por várias semanas. Bril e Brenière (1992) relataram que a largura dos passos para todos os bebês foi diminuindo ao longo do tempo; iniciou com 230 mm, reduzindo-se para 152 mm após 6 meses e para 111 mm no final do segundo ano da MI. Essa base ampla no início da marcha tem sido considerada um bom indicador de controle postural capaz de melhorar o equilíbrio (BRIL; BRENIÈRE 1992;) e uma estratégia para evitar quedas (BURNETT; JOHNSON, 1971). Ainda no mesmo estudo, Bril e Brenière (1992) ressaltaram a relação entre a largura da base e o comprimento dos passos através de um modelo geométrico que considera constante, a distância entre os dois pés (diminuição da largura da base) e o comprimento da passada, e ressaltam que, essa diminuição resulta no aumento do comprimento dos passos. Seus resultados apresentaram aumento no comprimento dos passos simultaneamente com

diminuição da largura da base e, conseqüentemente, aumento na velocidade das passadas até os 5 meses após o início da marcha. No entanto, a cadência tendeu à diminuição por volta dos 4-5 meses.

Outro fator que tem sido observado em vários estudos e que poderia influenciar no controle postural na aquisição da MI é a postura dos braços (BURNETT; JOHNSON, 1971; LEDEBT, 2000; MURRAY, 1967).

Burnett e Johnson (1971) ressaltaram que as extremidades dos braços no início da MI foram mantidas abduzidas, com rotação externa do ombro, flexão do cotovelo, e sustentadas em posição vertical elevadas, posição bastante conhecida como “guarda alta”, constatando que aproximadamente 10 semanas da MI os bebês registraram um abaixamento gradual dessa posição. Payne e Isaacs (2007) reforçaram que a posição de guarda alta dos braços é uma tentativa de manter a estabilidade; e ressaltam que eles não oscilam livremente no início da marcha num ritmo contraposto ao movimento das pernas como nos adultos.

Bril e Brenière (1992); Bril e Ledebt (1998) reforçaram que esta posição pode ser resultado da dificuldade que os bebês encontram para manter o equilíbrio no início da MI. Burnett e Johnson (1971) ressaltaram que as alterações da posição dos braços acompanham o estreitamento da largura da base e que o balanço unilateral da extremidade superior, é visto freqüentemente seis semanas antes. Assim, os movimentos recíprocos bilaterais que são características do balanço dos braços podem ser percebidos por volta das 22 semanas, depois do início da MI (variação, 6-43 semanas). O mesmo autor relatou, ainda, que o balanço ritmado dos braços não é observado nos bebês no início da MI, que o desenvolvem durante a infância. Isso corrobora o que foi relatado por Sutherland et al. (1980), os quais observaram que o balanço dos braços aparece por volta de 1,5 anos e melhora sistematicamente por volta dos 3,5 anos; e Murray (1967), por sua vez ressaltou que os membros superiores demonstram participação definida e bastante variada no padrão geral da marcha em indivíduos normais, embora a rotação dos membros superiores não seja uma condição prévia da marcha.

Ledebt (2000) descreveu as alterações desenvolvimentais da postura dos braços e o movimento em relação à largura da base dos passos durante a marcha em bebês. Observou que a maioria dos bebês apresentou guarda alta no início da MI, e que a posição mais freqüente foi a guarda média, sistematicamente adotada em 10 semanas da MI. O comportamento da largura da base também foi

diminuindo durante as semanas e foi fortemente correlacionado com o abaixamento da posição dos braços, o que demonstra que o desenvolvimento dos braços como controle postural durante a marcha, se torna mais estável durante o tempo de experiência.

Resumindo, existem grandes diferenças da marcha inicial quando comparada com a marcha madura. A grande marca registrada da marcha inicial é sua inconsistência (SKINNER, 1998). Sutherland et al. (1980) observaram que, quando a marcha dos bebês é comparada com o de adulto, muitas diferenças podem ser encontradas. A frequência de passos dos bebês é bem maior, os movimentos alternados dos membros opostos, inferiores e superiores, são ausentes, o joelho permanece flexionado durante a fase de apoio, o tornozelo permanece em flexão plantar no toque com o calcanhar e há dorsiflexão que diminui durante a fase de balanço (queda relativa do pé). O mesmo autor referiu que, durante a fase de balanço, ocorre aumento na flexão e abdução do quadril e rotação pélvica. A articulação do quadril permanece em rotação durante todo o ciclo da marcha. A duração da fase única de apoio é reduzida, sendo indicativo de instabilidade de membro. Os bebês têm, caracteristicamente, base ampla. E a proporção de largura pélvica sobre a abertura dos tornozelos diminui com a maturidade. O comprimento das passadas é crescente e, conforme adquirem experiência, elas são amplas o suficiente para propiciar maiores velocidades, mesmo quando a cadência diminui.

Payne e Isaacs (2007) ressaltaram que essas características da marcha inicial são próprias para melhorar a estabilidade e que o padrão normal de caminhada dos bebês caracteriza-se por passadas curtas, rápidas e rígidas, mantendo-se os dedos apontados para frente; tudo isso possibilita uma ampla base de apoio permanecendo os pés voltados para fora (abdução dos pés). Sendo assim, inicia-se o contato do pé com o solo em posição planar, em vez de com o calcanhar e dedos na marcha de um adulto.

Os estudos citados acima identificaram parâmetros importantes no estudo da MI e ressaltaram as mudanças que ocorrem no processo de desenvolvimento, ao longo do tempo, e na forte interação que há os parâmetros estudados. Dessa forma, os resultados indicam uma mudança desenvolvimental gradual nessas variáveis que se fortalecem conforme os bebês adquirem experiência. Verificou-se também a dificuldade de excluir ou analisar apenas um parâmetro, pois, aparentemente as mudanças apresentam-se em conjunto. Bril e

Ledebt (1998) ressaltaram que, ao manipularem-se isoladamente alguns parâmetros, deve-se ter o cuidado quanto à interpretação dos efeitos e quanto à interação entre eles.

## **3.2 RESTRIÇÕES**

### **3.2.1 Efeito das Restrições no Comportamento Motor**

Atualmente sustenta-se que as alterações observáveis durante o processo de aquisição de habilidades motoras é consequência da interação de vários subsistemas, nos quais as mudanças de cada subsistema podem desencadear ou inibir mudanças qualitativas no desenvolvimento. Esses subsistemas podem ser internos, os relacionados ao organismo, e externos, aqueles que se referem à tarefa e ao contexto.

Segundo Kamm, Thelen e Jensen (1991), a interação desses múltiplos subsistemas diversifica-se numa variedade quase infinita levando, por fim, a formas relativamente estáveis. Por exemplo, para que as pernas dos bebês se movam, há a cooperação de múltiplos subsistemas. Somente no sistema musculoesquelético existem diferentes músculos e articulações que devem estar ligados cooperativamente para a ação ocorrer. Considerando-se que cada subsistema é responsável pelo comportamento da criança em um relacionamento cooperativo e interdependente com outros subsistemas, então, a sensibilidade do sistema musculoesquelético, por exemplo, pode ser entendida como uma propriedade emergente da interação dos subsistemas (KAMM; THELEN; JENSEN, 1991). Outro exemplo está na locomoção dos bebês. Os bebês rolam, rastejam, engatinham e andam. Eles usam várias formas de locomoção em diferentes tempos ou em contextos variados, mas selecionam por segurança alguma forma. Assim, as interações dos subsistemas do corpo agem em conjunto para que ocorra a MI, que permitirá ao sistema adaptar-se a diferentes condições.

Como as mudanças no desenvolvimento motor ocorrem com base na cooperação dos subsistemas e com vistas a encontrar novas soluções para as

demandas das tarefas e ambientes, o conceito de restrição vem elucidar a forma pela qual o comportamento motor pode ser influenciado por essas demandas.

Para Newell (1986), restrição é vista como uma limitação ou característica que restringe o movimento do indivíduo. Para este autor, as restrições reduzem o número de possíveis configurações de um sistema, podendo ser dependentes ou independentes do tempo, ou seja, as restrições podem variar com o passar do tempo considerando-se o nível de análise do parâmetro em consideração.

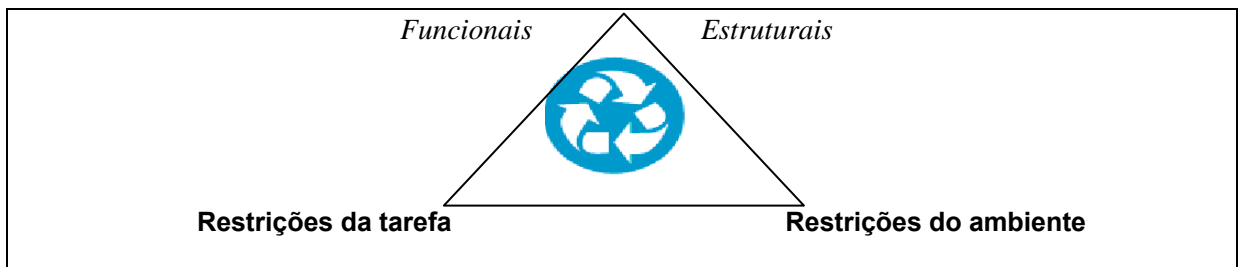
Vereijken e Bongardt (1999) definem restrição como um agente na redução dos graus de liberdade, independentemente do mecanismo de redução.

Para Haywood e Getchell (2004), restrição é algo como uma limitação - ou um canal facilitador de um movimento ou de um comportamento - que dá ao movimento uma forma particular. Assim, ao se pensar no processo de aquisição das habilidades motoras e como elas emergem e se modificam no decorrer da vida do indivíduo, as alterações nas restrições podem alterar o curso desenvolvimental do indivíduo.

Esses subsistemas, influenciadores do movimento, foram denominados por Newell (1986) de restrições e são subdivididos em três categorias: restrições do organismo, restrição ambiental e restrição da tarefa (figura 3).

As restrições do organismo são classificadas como independentes e dependentes do tempo. As independentes são tidas como estruturais, contando-se como exemplo peso corporal a altura e a forma, entre outras e são assim consideradas por causa da sua taxa de mudança desenvolvimental ser bastante lentas. As dependentes são consideradas como funcionais e caracterizadas por aspectos como o desenvolvimento das conexões sinápticas, motivação, foco de atenção, e são assim vistas pelo fato das mudanças ocorrerem em um curto período de tempo (NEWELL, 1986; HAYWOOD; GETCHELL, 2004). Newell (1986) ressalta, ainda, que uma variedade de restrições do organismo tende a especificar o padrão apropriado de coordenação para o desenvolvimento da criança.

Restrições do organismo



Fonte: Newell (1986)

**Figura 3** – Categorias das restrições que especificam um padrão ótimo de coordenação e controle

Restrições ambientais são geralmente reconhecidas como as restrições externas ao organismo. Qualquer restrição da interação do organismo-ambiente que não é interna ao organismo pode ser considerada como uma restrição ambiental. Geralmente essas restrições não são manipuladas pelo executante e são relativamente dependentes do tempo. Essas restrições podem incluir: gravidade, temperatura natural do ambiente, luz natural e outras características do ambiente que não são usualmente adaptados à tarefa (NEWELL, 1986). Portanto, elas refletem as condições do ambiente para a tarefa, no entanto, as características do ambiente podem ser manipuladas por um dado indivíduo alterando o ambiente no qual a atividade acontece (NEWELL, 1986; NEWELL; VAN EMERIK, 1990).

Thelen e Fisher (1983) demonstraram com muita eficácia a interação das restrições provenientes do organismo e do ambiente no desaparecimento do reflexo da marcha. Enquanto alguns estudos atribuíam o efeito da maturação neural ao desaparecimento do reflexo da marcha ocorrido entre 4 e 16 semanas, esses autores mostraram que tal reflexo reapareceu quando a criança foi submetida ao meio aquático, o que demonstra que o seu desaparecimento foi influenciado pela restrição do ambiente no qual a ação aconteceu.

Enquanto a restrição ambiental reflete as condições do ambiente sobre a tarefa, o foco das restrições da tarefa é o objetivo da atividade e da restrição específica imposta pela atividade. As propriedades do tamanho do objeto, forma, peso, textura, etc. são exemplos de restrição da tarefa.

Assim, Newell (1986) cita 3 categorias que facilitam interpretar a restrição imposta pela tarefa:

1) Objetivo da tarefa - relaciona-se com o produto ou resultado da ação. Na maior parte da tarefa o caminho percorrido para alcançar o resultado não é específico, ou seja, a maioria das tarefas não especifica o padrão de coordenação a ser utilizado pelo executante. Dessa forma, as restrições específicas da tarefa podem limitar o movimento ou dinamizar a natureza das respostas que o executante é capaz de produzir.

2) Regras específicas – as regras restringem a dinâmica das respostas na qual um padrão específico de coordenação será produzido. Isto indica que algumas tarefas são definidas somente por um dado padrão de coordenação. Sendo assim, as regras restringem a taxa de respostas dinâmicas que pode ser produzida para atingir o objetivo da tarefa sem ditar um padrão específico de respostas dinâmicas. Por exemplo: Alguns esportes como: tênis, nado peito fornece limites para o padrão de ação das respostas dinâmicas que podem ser geradas pelo executante sem especificar um padrão apropriado ou ótimo de coordenação. O padrão do executante é otimizado pelo desempenho dentro da restrição da tarefa imposta; como consequência, o padrão ótimo de coordenação e do controle para uma dada tarefa será especificamente individual.

3) Implementos ou máquinas – é uma restrição física que é representada por implementos e máquinas os quais são inseparáveis da tarefa e especificam ou restringem a resposta dinâmica. Essas restrições poderiam ser estreitamente interpretadas como restrições ambientais, mas parece oportuno manter a distinção entre restrição da tarefa e ambiente. Dessa forma, diz-se-ia que um objeto pode ser uma restrição da tarefa em uma atividade e uma restrição ambiental em outra. Por exemplo, o tamanho e peso de objetos nas tarefas ou máquinas relativas ao tamanho do corpo do indivíduo refletem as restrições físicas no ótimo padrão de coordenação em relação à meta definida para a tarefa.

Portanto, o modelo de restrição de Newell (1986) reflete a possibilidade de entender como ocorre o desenvolvimento motor, orientando e ajudando na identificação dos fatores desenvolvimentais por meio das interações que ocorrem e afetam os movimentos dos indivíduos. Newell (1986) sugere que a ordem e a regularidade observada no desenvolvimento e coordenação são devidas à similaridade das restrições impostas às crianças, ao invés de uma consequência

prescrita geneticamente. Ressalta, ainda, o efeito relacionado às três categorias de restrição no padrão de coordenação varia de acordo com a situação específica e que alterações em duas ou mais restrições podem preservar o efeito relativo de forças em um determinado padrão de coordenação. Assim, a utilização de diferentes condições como restrição da tarefa pode ser um bom método para identificar níveis de estabilidade em habilidades motoras fundamentais, tais como a MI (MAUERBERG-DE CASTRO; ÂNGULO-KINZLER, 2000).

De acordo com Xavier Filho (2001), as restrições no desenvolvimento motor podem influenciar de duas formas: existe a restrição cuja influência sobre o comportamento é transitória, isto é, dá condições para que uma habilidade motora se manifeste, porém, caso haja alteração na restrição, o padrão adquirido não é sustentado e retorna as características anteriores; e há restrições que dão origem a novas habilidades motoras as quais são mantidas mesmo quando se retiram ou modificam as restrições.

Um trabalho que reflete o impacto da restrição da tarefa foi o estudo de Newell, Scully, McDonald e Baillargeon (1989) que demonstraram que bebês de 4-9 meses de idade diferiram nas configurações de preensão de modo sistemático dependendo das propriedades, do tamanho e da forma do objeto apresentado. Assim, a melhora no controle e padrão coordenativo de um indivíduo será determinada pelas restrições que esse indivíduo recebe em uma dada atividade (NEWELL, 2003).

Outro fator a considerar é a variação cultural que revela um importante efeito ambiental nas diferenças desenvolvimentais (BRIL, 1986). A cultura de determinados países pode retardar ou acelerar a postura ereta das crianças, retardando alguns marcos desenvolvimentais, como o engatinhar (HAYWOOD; GETCHELL, 2004), como a similaridade de hábitos de determinados países pode gerar similar seqüência de desenvolvimento.

Marques (2003) considera que, para compreender o processo de aquisição de habilidades motoras, deve-se entender como as restrições do organismo, do ambiente e da tarefa agem e se conectam a ponto de produzir padrões que mudam qualitativamente ao longo do tempo.

Atualmente, os estudos em desenvolvimento motor procuram identificar os períodos de transição no alcance desses marcos motores considerando-os como resultado da ação de múltiplas causas, internas e externas

ao indivíduo. Entre as causas externas, a exposição a diferentes restrições da tarefa tem sido considerada como fundamental no desencadeamento de mudanças desenvolvimentistas e, para entender como isso ocorre, é necessário investigar o efeito de tal restrição no comportamento de indivíduos em diferentes estados de desenvolvimento. É fato que explorar uma tarefa nova pode desencadear diferentes estratégias adaptativas e mudar a organização do comportamento motor, possibilitando mapear os possíveis períodos em que alterações desenvolvimentais podem acontecer.

Enfim, são necessários estudos mais complexos que valorizem as diferenças individuais, as experiências diferenciadas, o objetivo da tarefa e ambientes distintos que valorizam o indivíduo como um ser dinâmico, como um ser capaz de organizar seu movimento de acordo com a sua interpretação às restrições capaz também de alterar ou não o comportamento em relação ao contexto em que está inserido.

## 4 MÉTODO

### 4.1 PARTICIPANTES

Participaram desta pesquisa 11 bebês de ambos os sexos, 4 meninas e 6 meninos, cuja idade foi determinada pela data de início da MI, definida como a realização de 8 passos independentes e consecutivos. Este critério foi adotado, pelo fato de que Yaguramaki e Kimura (2001) relataram não existir ainda, um consenso entre as pesquisas em definir o número de passos que determina o início da MI. A média da idade no início das coletas era de 12,09 meses, variando de (11,5 – 12,8 ± 0,42) (tabela 1). Todos os bebês selecionados foram considerados saudáveis e nascidos a termo.

**Tabela 1** – Distribuição da idade que os bebês iniciaram no estudo

<b>Participantes</b>	<b>Gênero</b>	<b>Idade de início na pesquisa (meses)</b>
<b>AM</b>	<b>F</b>	<b>11,9</b>
<b>BR</b>	<b>F</b>	<b>12,6</b>
<b>ED</b>	<b>M</b>	<b>12,7</b>
<b>GI</b>	<b>F</b>	<b>11,8</b>
<b>GA</b>	<b>M</b>	<b>11,8</b>
<b>GB</b>	<b>M</b>	<b>12,8</b>
<b>IS</b>	<b>F</b>	<b>12,1</b>
<b>IG</b>	<b>M</b>	<b>12,0</b>
<b>LU</b>	<b>M</b>	<b>11,9</b>
<b>PE</b>	<b>M</b>	<b>11,9</b>
<b>DA</b>	<b>M</b>	<b>11,5</b>
<b>Média</b>		<b>12,09</b>
<b>DP</b>		<b>0,42</b>

Os bebês participantes foram selecionados da creche do Hospital Universitário de Londrina-PR, com base nos critérios acima mencionados. A coordenação da creche e os pais ou responsáveis pelos bebês foram contatados e obtiveram maiores esclarecimentos dos objetivos e procedimentos da pesquisa. Satisfeitos com os esclarecimentos, eles autorizaram a participação dos bebês e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (apêndice A) permitindo a

participação dos bebês no estudo. A condução do estudo foi autorizada pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual de Londrina parecer nº 211/06.

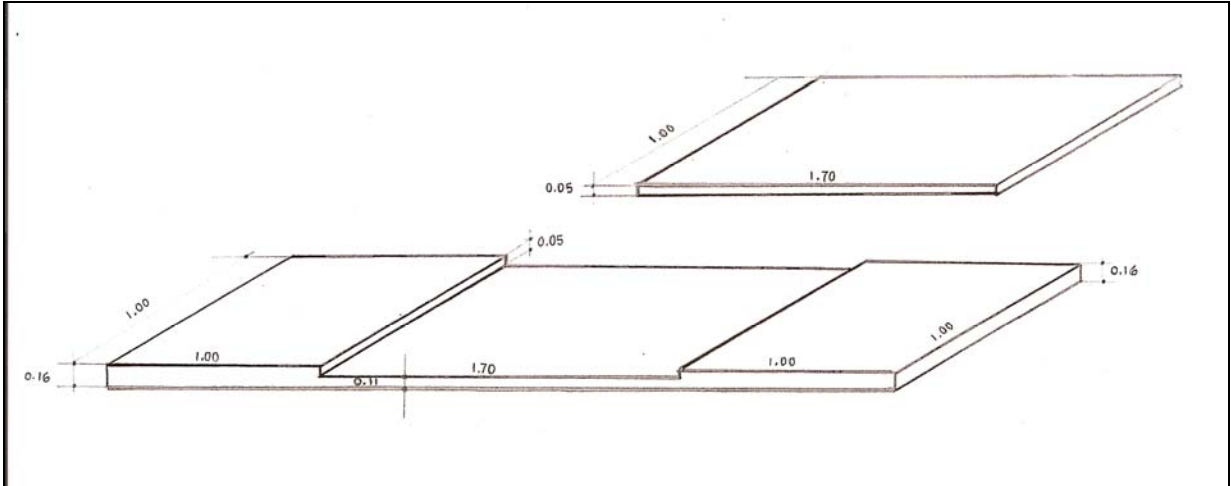
## **4.2 TAREFA E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS**

O experimento consistiu na MI dos bebês sobre duas condições diferentes de restrição da tarefa, qual sejam: condição de superfície rígida e condição de superfície deformante.

## **4.3 INSTRUMENTOS**

Para executar as tarefas descritas acima foi construída uma passarela de 3,70 m de comprimento, de madeira em cor preta, para os bebês realizarem a MI sobre duas condições diferenciadas (condição rígida e deformante). A passarela é composta de três módulos. Dois módulos medindo 1,00 x 1,00 x 0,16 m (comprimento, largura e altura respectivamente) acoplados a um módulo central medindo 1,70 x 1,00 x 0,16 m (comprimento, largura e altura respectivamente). O módulo central é composto por uma parte fixa em madeira 1,70 x 1,00 x 0,11 m (comprimento, largura e altura respectivamente) dentro do qual são encaixados dois segmentos removíveis – um de madeira (condição rígida) medindo 1,70 x 1,00 x 0,05 m (comprimento, largura e altura respectivamente) e outro de colchonete (condição deformante) medindo 1,70 x 1,00 x 0,05 m x 28 kg/m<sup>3</sup> (comprimento, largura, altura e densidade respectivamente), permitindo a nivelção da parte central rígida ou deformante nos outros dois módulos (figura 4). Foram adicionados colchonetes nas laterais da passarela para prevenir qualquer acidente que por ventura pudesse ocorrer com os bebês.

A figura 4 abaixo demonstra o modelo da passarela para a marcha adotada nas coletas.



**Figura 4** – Ilustração da condição experimental

Para a análise cinemática foram utilizados marcadores retro-refletores de isopor revestido de fitas auto-adesivas refletoras de 1,5 cm de diâmetro. Um calibrador de madeira, com medidas de 1,70 m de largura e 0,98 m de altura, no qual foram colocados marcadores retro-refletores fixados nas extremidades para a obtenção dos pontos de referência necessários para a realização da calibração das imagens do ambiente de coleta.

Foi utilizada uma filmadora digital Panasonic, modelo VDR-M53, 30 hz com shutter speed regulado automaticamente e foco manual. Essa filmadora foi posicionada a 3 metros da distância perpendicularmente ao módulo central da passarela (1,70 m) reservada para a marcha, a fim de registrar o movimento do bebê no plano sagital, nas duas condições diferentes: condição rígida e deformante. A câmera foi fixada num suporte (tripé) na altura de 0,57 m (do centro do tripé ao centro da lente da câmera), no qual a lente foi direcionada para a região central da passarela determinada para a filmagem da marcha dos bebês. Um holofote de 1000 watts, colocado atrás e acima da filmadora, foi utilizado no intuito de proporcionar iluminação adequada para melhor definição das imagens. Um fundo de tecido preto opaco foi colocado junto à parede e no solo entre a passarela e a câmera. Nesse fundo a passarela foi encostada. Esse procedimento possibilita aumentar o contraste das marcas minimizando as possibilidades de erro durante a digitalização e o efeito de outros objetos que poderiam aparecer na hora da filmagem ou desviar a atenção dos bebês. Um ponto fixo foi colocado na parede num local visível a fim de obter os

dados pelo sistema Ariel. Com esse ponto pretende-se fornecer uma referência fixa, permitindo que todos os outros pontos da imagem sejam calculados.

#### **4.4 PROCEDIMENTOS**

##### **4.4.1 Coleta de Dados**

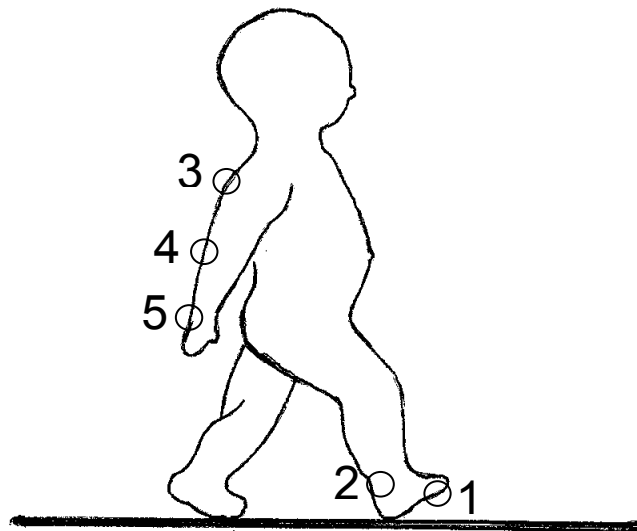
A coleta de dados foi realizada no Centro de Educação Infantil do Hospital Universitário de Londrina. Os bebês foram acompanhados em sessões quinzenais nos quatro primeiros meses após o início da MI, acompanhada por um dos pais ou responsável. O dia da coleta foi definido individualmente de acordo com a disponibilidade de deslocamento dos bebês e dos responsáveis até o local da coleta. O transporte até o local das coletas, quando necessário, foi realizado pela própria pesquisadora, sem nenhum custo para os pais/responsáveis do bebê. No local da coleta dos dados, os bebês foram recebidos por um colaborador devidamente treinado e pela experimentadora que forneceu um período de adaptação para os bebês se acostumarem ao local e à experimentadora.

Antes de iniciar as coletas, foi filmada a imagem do calibrador e do ponto fixo, que permitem a transformação das imagens para o sistema métrico pelo programa Ariel, o número do participante, a data da coleta, a condição experimental e o número da tentativa para facilitar a identificação das imagens.

Após o período de familiarização, os bebês foram preparados para a situação experimental. A roupa e os sapatos dos bebês foram retirados deixando-se apenas a fralda; na pele foram fixados os marcadores retro-refletores em 5 centros articulares anatômicos estimados por meio de palpação manual (figura 5): 1) quinta articulação metatarsfalangiana, 2) maléolo lateral da fíbula, 3) centro articular do acrômio; 4) côndilo lateral do úmero, 5) processo estilóide da ulna. A ligação entre esses pontos foi utilizada para definir os seguintes segmentos corporais: pé (1-2), antebraço (4-5).

Cumpridos tais procedimentos, o bebê foi estimulado a executar a MI sobre a plataforma. Os bebês iniciavam a marcha no início da plataforma

apoiados nas axilas pelas mãos de um colaborador ou das mães (pais), sendo encorajado a se movimentar para frente. Em seguida, próximo a área de filmagem, o colaborador liberava-o para que o bebê se locomovesse sem apoio, passando pela área de filmagem, ao encontro de sua mãe (pai) que o aguardava no final da passarela. A figura 5 representa o modelo biomecânico adotado para a digitalização pelo sistema APAS – ARIEL.



**Figura 5** – Figura esquemática dos pontos fixados para digitalização e análise: 1) quinta articulação metatarsal; 2) maléolo lateral da fíbula; 3) centro articular do acrômio; 4) côndilo lateral do úmero; 5) processo estilóide da ulna.

#### 4.4.2 Delineamento

Essa pesquisa teve caráter desenvolvimental com delineamento longitudinal. Esse tipo de pesquisa oferece mudanças de interesse quanto ao comportamento do indivíduo durante o transcurso de um determinado tempo (THOMAS; NELSON, 2001). Dessa forma, 11 bebês foram avaliadas quinzenalmente, aproximadamente por 4 meses, computando-se um total de 8 coletas de dados a partir do início da MI.

Para cada condição – (rígida e deformante) - foram coletadas 3 tentativas num total de 6 tentativas quinzenais. Todas as tentativas foram filmadas. As tarefas foram apresentadas randomizadas em cada coleta. Essa seqüência foi

adotada para garantir alternância nas condições minimizando-se assim, o efeito de aprendizagem.

#### **4.5 ANÁLISE DOS DADOS**

Para a análise dos dados foi selecionado o trecho da imagem do momento em que o bebê passou pela marcação central de 1,70 m. Como os bebês realizaram uma média de 4 a 5 ciclos de passadas no espaço da área de filmagem (conforme piloto), foi determinada a escolha do terceiro ciclo para digitalização de cada tentativa, eliminando-se, assim, as passadas iniciais e finais de cada tentativa, num total de 48 ciclos digitalizados para cada bebê, computando 528 ciclos. Assim, cada coleta teve 3 ciclos digitalizados para cada condição, para posteriormente, ser escolhido o ciclo representativo.

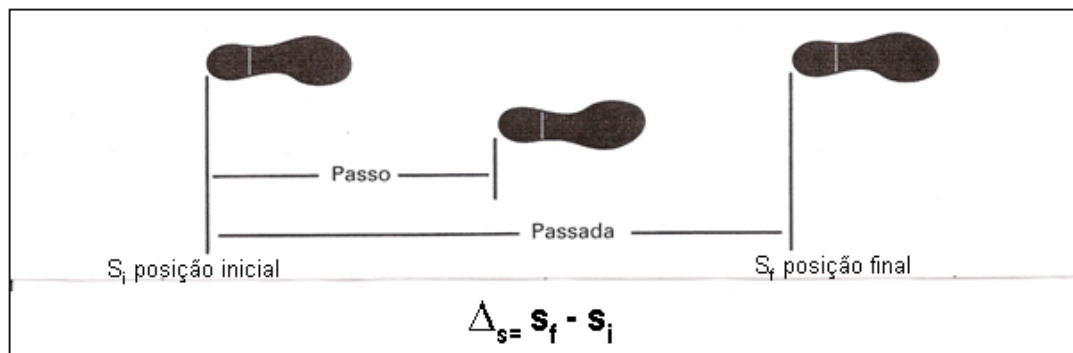
Para determinar o ciclo representativo (escolha do ciclo da marcha de cada bebê, para a obtenção dos dados), foi feita a média do comprimento da passada dos 3 ciclos digitalizados para cada condição, sendo selecionado para análise o ciclo que mais se aproximou do valor médio. Esse procedimento foi baseado na afirmação de Sutherland et al. (1980) que ressaltaram o caráter interdependente do movimento de cada ciclo, destacando que o valor médio dos eventos dentro de um único ciclo é preferível ao valor médio entre as 3 tentativas. No caso de empate entre dois valores ou restarem apenas duas imagens digitalizadas, será escolhida a melhor.

As imagens do ciclo da marcha dos bebês foram digitalizadas e analisadas através do programa *Ariel Performance Analysis System (APAS versão 1.4)* a partir de pontos demarcados no corpo dos bebês. As imagens foram capturadas a 30 hz através da placa de captura *Pinnacle Systems 10.0*. Em seguida, as imagens foram cortadas no programa *trimmer* e digitalizadas pelo programa *dig 4*, iniciando-se 5 quadros antes do toque do calcanhar direito e terminando-se 5 quadros após o toque subsequente deste mesmo calcanhar. A definição desses eventos levou em consideração as alterações do comportamento do toque do pé do bebê no solo.

Após serem capturadas e digitalizadas, as marcas articulares foram transformadas em coordenadas do sistema métrico por meio do programa *transform*; em seguida as coordenadas 'x' e 'y' foram filtradas pelo programa *filter*. Nesse estudo foi utilizado o sistema de referência bidimensional, o qual tem 2 eixos imaginários arranjados perpendicularmente um ao outro, os quais são geralmente posicionados de forma que fique um na horizontal (x) e outro na vertical (y). Assim, essas coordenadas foram utilizadas para o cálculo das variáveis dependentes. A partir desses procedimentos, foram analisadas e quantificadas as variáveis dependentes (VD) e as independentes (VI) referentes ao estudo:

Para a análise das VD, foram observados os itens abaixo:

- 1 – *Membros inferiores* - foi observado o comprimento da passada (CP) que, segundo Hamil e Knutzen (1999), é definido pela distância (em centímetros) percorrida durante o tempo de dois toques sucessivos do mesmo pé. O CP foi analisado em relação ao eixo x e através dos pontos fixados (1-2) correspondentes à quinta articulação metatarsofalangiana e maléolo lateral. A fórmula utilizada para adquirir o valor do CP foi  $\Delta_s = S_f - S_i$  ( $S_f$  posição final -  $S_i$  posição inicial) (figura 6).

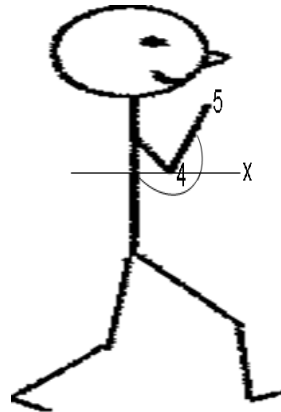


**Fonte:** “adaptado” de Perry, (2005)

**Figura 6** – Demonstração do valor adquirido para o comprimento da passada.

- 2 – *Membros superiores* - foi observada a posição dos braços durante o ciclo representativo. A posição do braço foi analisada através do ângulo absoluto externo do antebraço em relação ao eixo x, ou seja, o segmento antebraço foi formado pela ligação

dos pontos 4-5. Segundo Hamil e Knutzen (1999), ângulo absoluto é o ângulo de inclinação de um segmento do corpo o qual tem a função de descrever a orientação do segmento no espaço, (figura 7).



**Figura 7** – Desenho ilustrativo da análise do ângulo absoluto externo do antebraço no eixo x.

– Para verificar a posição dos braços exibida pelo bebê durante a tentativa escolhida, utilizaram-se 3 das 5 categorias descritivas caracterizadas pela Ledebt (2000).

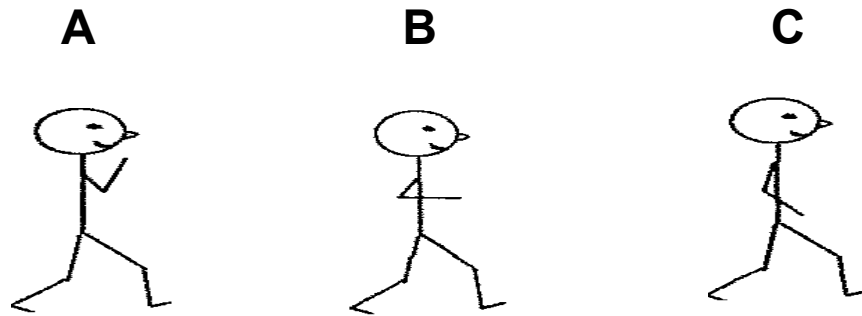
**Guarda alta:** braços fixos com rotação externa de ombro e flexão do cotovelo estando com as mãos acima do nível do ombro;

**Guarda média:** braços fixos com cotovelos flexionados permanecendo as mãos sobre o nível da cintura;

**Guarda baixa:** braços estendidos ao longo do corpo sem notável movimento.

A figura 8 apresenta as posições dos braços durante a aquisição da

MI.



Fonte: Ledebt (2000)

**Figura 8** – Caracterização da posição dos braços segundo Ledebt (2000).  
(A) guarda alta, (B) guarda média e (C) guarda baixa.

Para analisar os dados cinemáticos, comparando-se com a caracterização descritiva da Ledebt (2000), foi verificado o deslocamento linear (cm) do ponto do punho (5) em relação ao ombro (3) e o ponto do cotovelo (4) no eixo y dos bebês em cada coleta. Assim, em cada coleta foi obtido um valor para o deslocamento do punho, cotovelo e ombro, sendo esses valores, colocados em gráficos para a comparação das posições. Após a verificação desses valores nos gráficos, esses tiveram a classificação da posição dos braços dos bebês, de acordo com a caracterização descritiva da Ledebt (2000) em cada coleta.

Dessa forma as posições foram classificadas:

- Foi denominado de guarda alta, se o ponto do punho esteve na altura do ponto do ombro ou acima;
- Foi denominado de guarda média, se o ponto do punho esteve abaixo do ponto do ombro até a mesma altura do ponto do cotovelo;
- Foi denominado de guarda baixa, se o ponto do punho esteve abaixo do ponto do cotovelo.

Com base nas classificações, foi calculada a porcentagem da posição de guarda alta, média e baixa em cada coleta para todos os bebês.

**Para a análise das VI foram observados os itens abaixo:**

- 1) *Condição rígida;*
- 2) *Condição deformante;*

### 3) *Número de coletas.*

A tentativa não foi analisada se o bebê se locomoveu segurando um brinquedo ou outra coisa ou, até mesmo, se foi segurado por alguém.

#### **4.5.1 Análise Estatística**

Foi realizada análise descritiva identificando-se os valores médios e de desvio-padrão para caracterização da amostra.

Para cada um dos 8 momentos de coleta foi conduzido um teste de Shapiro Wilk para verificar o tipo de distribuição dos dados. Os dados referentes ao comprimento da passada foram considerados com distribuição normal. Já, para os dados referentes ao ângulo do antebraço o teste indicou duas coletas com distribuição não-normal, mas após observar-se a ocorrência de apenas um *outlier* e um caso extremo em cada coleta, respectivamente, esses valores foram substituídos por valores médios da coleta, obtendo-se uma distribuição normal para todas as coletas.

Com distribuição normal para as duas variáveis nas oito coletas utilizou-se o procedimento General Linear Model (GLM) do programa estatístico SPSS versão 10.0, sendo utilizada a opção para medidas repetidas (2 condições x 8 coletas). A esfericidade foi testada pelo teste de Mauchly's W, no qual o resultado levou à utilização de correções técnicas a partir do teste de Greenhouse – Geisser. Quando se notou efeito significativo em algum dos fatores, utilizou-se o procedimento de Bonferroni . Para todas as análises foi adotado o nível de significância de  $p \leq 0,05$ .

## 5 RESULTADOS

Onze bebês concluíram esse estudo, sendo 6 do sexo masculino e 4 do sexo feminino. Todos os bebês enquadraram-se no estudo quando conseguiram completar 8 passos independentes e concluíram todas as 8 coletas determinadas.

Os resultados desse estudo foram apresentados na seguinte ordem:

Análise do CP;

Análise do AB;

Comparação dos valores médios do CP e AB na condição rígida e deformante ao longo das 8 coletas.

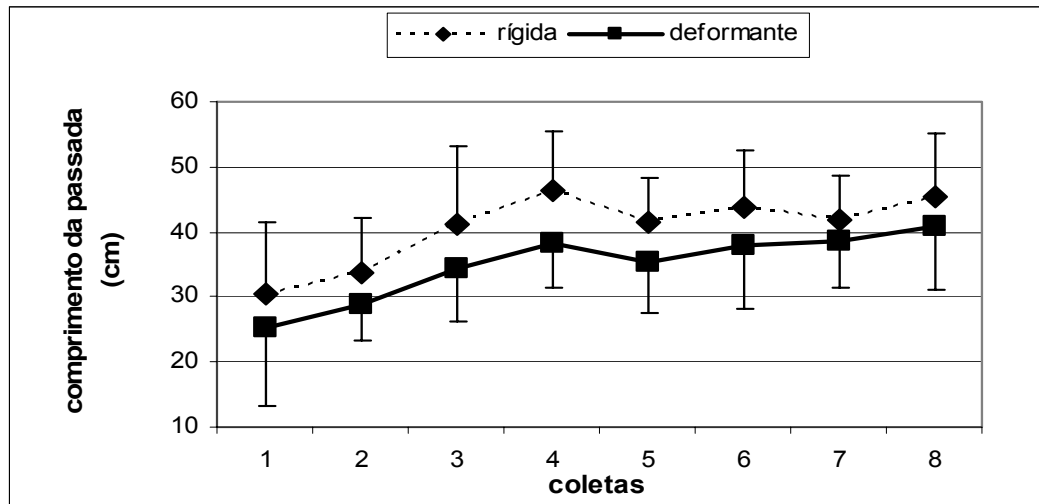
### 5.1 ANÁLISES DO COMPRIMENTO DA PASSADA

Os resultados relacionados ao CP dos bebês apresentaram alteração tanto na condição rígida quanto na condição deformante, aumentando gradativamente no decorrer das oito coletas, considerando um ajuste linear entre os pontos. Conquanto as duas condições tenham apresentado alterações, os valores médios do CP foram maiores na condição rígida em comparação com a condição deformante para todas as coletas, sendo o desvio-padrão bastante similar para as duas condições (figura 9).

Percebeu-se, pelos resultados que os bebês apresentaram, inicialmente, ou seja, passadas mais curtas, iniciadas com  $30,34\text{cm} \pm 11,03$  na condição rígida e terminadas na oitava coleta com  $45,45\text{cm} \pm 9,56$ . Na condição deformante, os valores iniciais eram de  $25,39\text{cm} \pm 12,06$  e, na oitava coleta eram de  $40,95\text{cm} \pm 9,74$ .

Quando se observam esses valores coleta a coleta, verifica-se que houve aumento do CP até a quarta coleta, aproximadamente dois meses do início das coletas, para ambas as condições. Esses valores passaram de  $30,34\text{cm} \pm 11,03$  para  $46,47\text{cm} \pm 8,95$ , na condição rígida e de  $25,39\text{cm} \pm 12,06$  para  $38,15\text{cm} \pm 6,64$ , na condição deformante até à quarta coleta. Após a quarta coleta houve uma diminuição no valor do comprimento, e provável estabilização entre a quinta e a

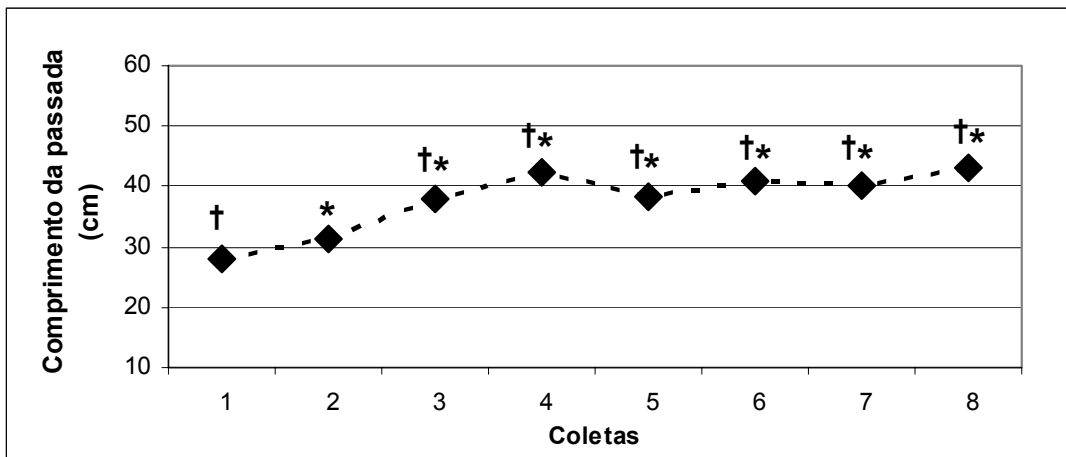
sexta coleta, terminando a oitava coleta com os valores de  $45,45\text{cm} \pm 9,56$ , na condição rígida e de  $40,95\text{ cm} \pm 9,74$ , na condição deformante.



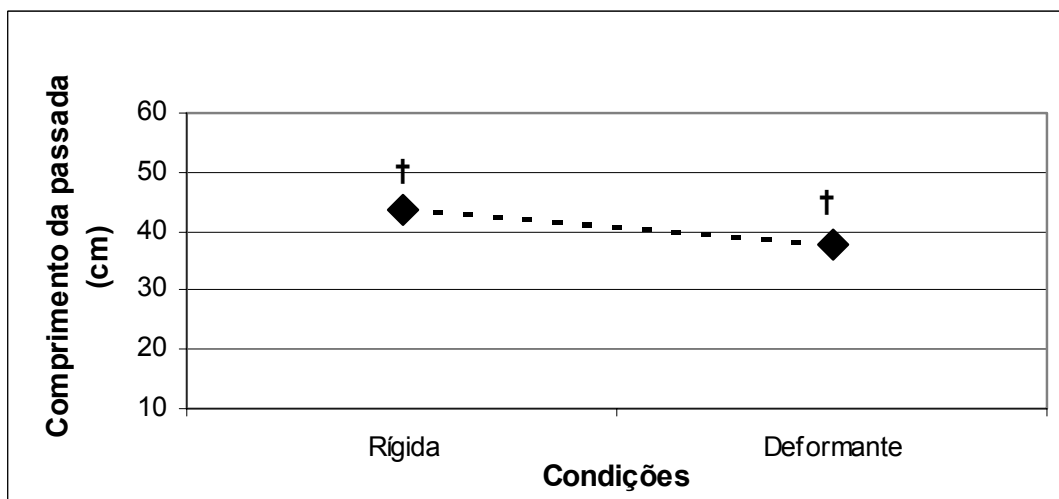
**Figura 9** – Valores do CP e desvio-padrão do ciclo representativo dos bebês durante as oito coletas nas duas condições da tarefa: condição rígida e deformante

A ANOVA utilizada para verificar possíveis diferenças no desenvolvimento do CP indicou efeito significativo no fator principal “coletas” ( $F=14,133$ ;  $p=0,000$ ;  $d=0,414$ ;  $\text{Power} = 1,000$ ). Foi verificado que a primeira coleta foi significativamente diferente das demais coletas com exceção da segunda coleta. A segunda coleta foi significativamente diferente das demais com exceção da primeira. Esses resultados demonstraram, portanto, que o CP foi aumentando gradativamente ao longo das oito coletas (figura 10).

A ANOVA utilizada para verificar possíveis diferenças no desenvolvimento do CP indicou, também, efeito significativo no fator principal “condições” ( $F= 4,50$ ;  $p=0,046$ ;  $d= 0,184$ ;  $\text{Power}= 0,524$ ), demonstrando que o comportamento do CP na condição rígida foi diferente do demonstrado na condição deformante (figura 11). No entanto, os resultados estatísticos não demonstraram interação, ( $F= 0,289$ ;  $p=0,947$ ), e nem interação entre sujeitos para os fatores (condições x coletas) ( $F= 0,894$ ;  $p=0,309$ ).



**Figura 10** – Média dos valores do CP nas duas condições em cada coleta no decurso do estudo †\* significativas entre coletas  $p \leq 0,05$



**Figura 11** – Valores médios do CP na condição rígida e deformante † diferenças significativas entre as condições ( $p=0,046$   $p \leq 0,05$ ).

De acordo com os resultados pode-se observar que, apesar de não haver interação, os participantes alteraram o CP, o que sugere que houve efeito da restrição da tarefa, aumentando a instabilidade dos bebês.

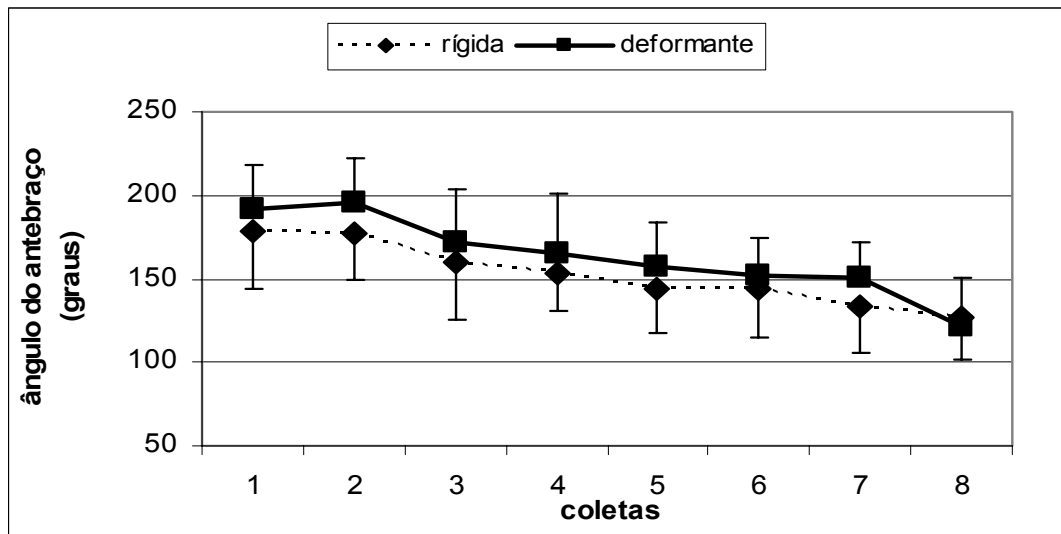
## 5.2 ANÁLISES DO ÂNGULO DO ANTEBRAÇO

Os resultados relacionados ao AB dos bebês apresentaram alteração tanto na condição rígida quanto na deformante, diminuindo no decorrer das oito coletas. Embora as duas condições tenham apresentado alterações, os resultados do AB foram maiores na condição deformante, com exceção da coleta oito, o que demonstra que os bebês estavam com o ângulo semelhante nas duas condições, sendo o desvio padrão bastante similar para as duas condições (figura 12).

No início das coletas, o AB dos bebês apresentou valores maiores, a saber  $178,69^\circ \pm 34^\circ$  na condição rígida, terminando a oitava coleta com  $127,40^\circ \pm 25,78^\circ$ . Na condição deformante, os valores iniciais eram de  $192,34^\circ \pm 25,28^\circ$  finalizando a oitava coleta com valores de  $121,84^\circ \pm 28,30^\circ$ .

Quando se observaram os valores do AB coleta a coleta, verificou-se que, as duas primeiras coletas tiveram o valor do AB bem maior do que o verificado nas demais, havendo, portanto, diminuição mais rápida até a quinta coleta, e, após, houve diminuição mais gradual até a oitava coleta, para ambas as condições. Esses valores iniciaram com  $178,69^\circ \pm 34,00^\circ$  e atingiram  $143,45^\circ \pm 26,30^\circ$ , na condição rígida e com  $192,34^\circ \pm 25,28^\circ$  reduzindo-se para  $156,76^\circ \pm 26,53^\circ$ , na condição deformante. Após a quinta coleta, os valores mantiveram estabilização, e na última coleta finalizaram com valores de  $127,40^\circ \pm 25,78^\circ$ , na condição rígida e de  $121,84^\circ \pm 28,30^\circ$ , na condição deformante (figura 12).

A ANOVA utilizada para verificar possíveis diferenças no desenvolvimento do AB indicou efeito significativo no fator principal “coletas” ( $F=20,78$ ;  $p=0,000$ ;  $d=0,510$ ;  $\text{Power}=1,000$ ). A primeira coleta foi diferente da quinta, sexta, sétima e oitava. A segunda foi diferente da quarta, quinta, sexta, sétima e oitava. A terceira coleta foi diferente da oitava. A quarta coleta foi diferente da oitava. A quinta coleta foi diferente da primeira, segunda e oitava. A sexta coleta foi diferente da primeira, segunda e oitava. A sétima coleta foi diferente da primeira e segunda. A oitava coleta foi diferente da primeira, segunda, terceira, quarta, quinta, sexta.



**Figura 12** – Resultado dos valores médios do AB dos bebês durante as oito coletas nas duas condições da tarefa: condição rígida e deformante

Os resultados indicaram que o AB foi maior no início das coletas e, a partir da quarta e quinta, diminuiu significativamente (figura 13).

A ANOVA utilizada para verificar possíveis diferenças no desenvolvimento do AB não indicou efeito significativo no fator principal “condição” ( $F= 1,97$ ;  $p=0,175$ ;  $d= 0,09$ ). O resultado indicou que a variável AB não foi sensível à restrição da tarefa, não apresentando diferenças entre a condição rígida e a deformante (figura 14). A análise estatística também não demonstrou interação para o AB ( $F= 0,798$ ;  $p=0,602$ ) e não houve interação entre sujeitos ( $F= 0,579$ ;  $p=0,699$ ) (condições x coletas).



### 5.2.1 Análise Descritiva da Posição do Braço: Guarda Alta, Média e Baixa

Os dados do AB indicaram diminuição gradativa durante as oito coletas, nas duas condições. Para comparar esses valores com os da classificação descritiva da Ledebt (2000) (guarda alta, média e baixa), foi utilizada a posição do deslocamento linear do punho em relação ao ombro e cotovelo no eixo y (cm) dos bebês em cada coleta. Assim, em cada coleta foi obtido um valor (em cm) para o deslocamento do punho, ombro, e cotovelo. Dessa forma, esses valores foram colocados em gráficos para a comparação das posições e tiveram a classificação da posição dos braços dos bebês de acordo com a caracterização descritiva da Ledebt (2000). Com base nas classificações, foi calculada a porcentagem da posição de guarda alta, média e baixa, em cada coleta para todos os bebês.

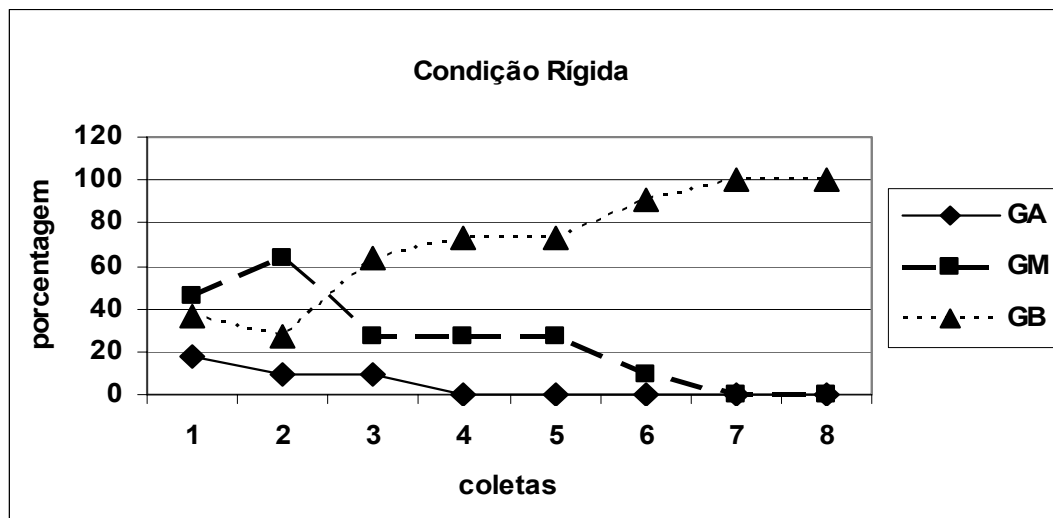
Dessa forma, as posições foram consideradas da seguinte forma:

- Se o ponto do punho esteve na altura do ponto do ombro ou acima, a posição foi denominada de guarda alta;
- Se ponto do punho esteve abaixo do ponto do ombro até a mesma altura ponto do cotovelo, a posição foi denominada de guarda média;
- Se o ponto do punho esteve abaixo do ponto do cotovelo, a posição foi denominada de guarda baixa.

Na condição rígida, observou-se um abaixamento da posição dos braços ao longo das oito coletas. Na primeira coleta, a posição dos braços dos bebês, foi caracterizada com 18% de guarda alta, 46% de guarda média e 36% de guarda baixa, e a segunda coleta com 9% de guarda alta, 64% de guarda média e 27% de guarda baixa. Percebeu-se, pelos dados, que alguns bebês, entre a primeira e segunda coleta, já abaixaram a posição de guarda alta para média e outros alteraram a posição de guarda baixa para média (figura 15).

Na terceira coleta, os bebês mantiveram a posição de guarda alta em 9%, de guarda média em 27% e de guarda baixa em 64%. Percebeu-se, pelos dados, que, entre a segunda e terceira coleta, houve diminuição da guarda média para baixa. Os dados demonstraram que, entre a terceira coleta e quinta, os valores da guarda média permaneceram os mesmos, havendo pouca alteração na posição

de guarda baixa. Assim, os resultados parecem indicar que, entre a terceira e a quinta coleta, houve um momento de estabilização da posição de guarda média dos braços dos bebês. Após, houve somente diminuição da guarda média para baixa. Na quarta coleta, os bebês não apresentaram mais guarda alta, e os valores das porcentagens das posições de guarda média e baixa na quarta e quinta coletas ficaram idênticos (27% de guarda média e 73% de guarda baixa). Na sétima e oitava coleta, 100% dos bebês já permaneciam com guarda baixa na condição rígida.

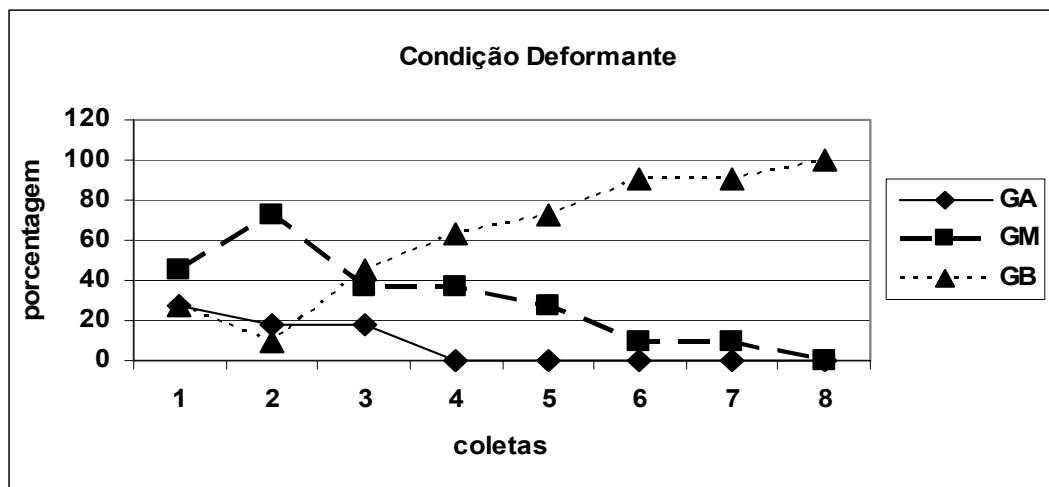


**Figura 15** – Descrições do comportamento do punho em relação ao ombro e cotovelo no eixo y ao longo das oito coletas na condição rígida (GA=guarda alta, GM= guarda média e GB=guarda baixa)

Na condição deformante, também foi observada diminuição da posição dos braços dos bebês ao longo das coletas. Na primeira coleta, a posição dos braços dos bebês foi caracterizada com 27% de guarda alta, 46% de guarda média e 27% de guarda baixa, e a segunda coleta com 18% de guarda alta, 73% de guarda média e 9% de guarda baixa. Percebeu-se, pelos dados, que, entre a primeira e a segunda coletas, alguns bebês já abaixaram a posição de guarda alta para média e outros alteraram a posição de guarda baixa para média (figura 16).

Na terceira coleta, os bebês mantiveram a posição de guarda alta em 18%, de guarda média em 36% e de guarda baixa em 46%. Pelos dados, percebeu-se que, entre a segunda e a terceira coletas, o aumento da guarda baixa foi devida à diminuição da guarda média. Os dados mostraram que, entre a terceira e a quarta coletas, os valores da guarda média permaneceram os mesmos e, a partir

da quarta coleta, os bebês não apresentaram mais guarda alta, diminuindo gradativamente a posição de guarda média e aumentando, assim, a posição de guarda baixa até a sexta coleta. Com isso, a posição de guarda média e baixa, na sexta e sétima coletas, ficaram idênticas (9% de guarda média e 91% de guarda baixa). Os resultados indicam que, entre a sexta e sétima coletas, houve um momento em que a posição de guarda média e baixa dos braços dos bebês permaneceu com os mesmos valores, e 100% dos bebês na oitava coleta apresentaram a posição de guarda baixa, na condição deformante.



**Figura 16** – Descrições do comportamento do punho em relação ao ombro e cotovelo no eixo y, ao longo das oito coletas, na condição deformante (GA=guarda alta, GM=guarda média e GB=guarda baixa)

Portanto, quando se observa a posição dos braços e o AB, percebeu-se um comportamento similar. Os dados da posição dos braços e AB braço indicaram que os bebês iniciavam com AB maior no início das coletas, e isso representa como consequência, uma posição mais elevada dos braços (guarda alta e média), no início das coletas e, no decorrer delas, diminuíram o AB, e isso representa como consequência, uma posição de guarda baixa dos braços, permanecendo ao longo do corpo nas duas condições.

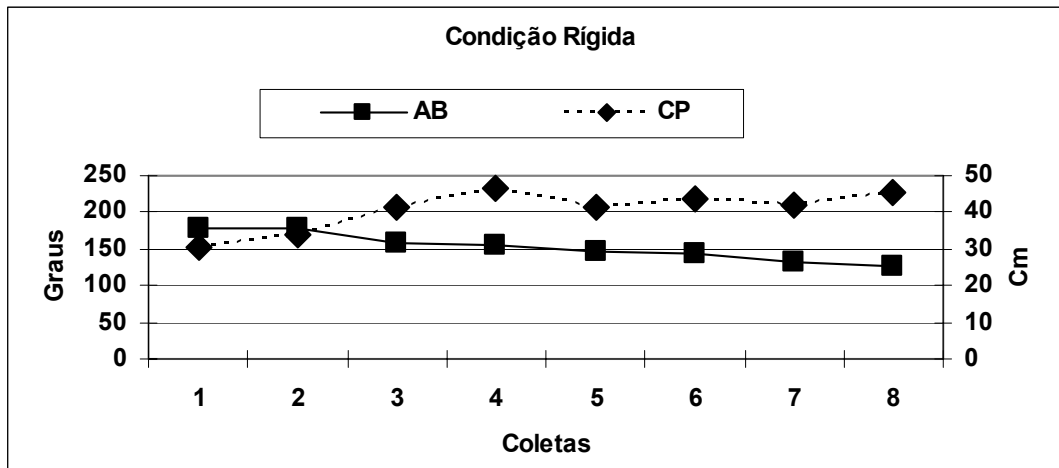
Algumas diferenças foram encontradas na posição dos braços entre as condições: a) na condição deformante a posição dos braços manteve-se mais elevada do que na condição rígida, principalmente nas três primeiras coletas; b) as maiores alterações da posição dos braços ocorreram até a quarta coleta, nas duas

condições, depois houve somente diminuição gradativa. Apesar de essa diminuição ocorrer nas duas condições, a posição dos braços se manteve mais elevada na condição deformante; c) outro aspecto importante é que, na sétima coleta, na condição rígida, todos os bebês já tinham adquirido 100% de guarda baixa. No entanto, alguns bebês que já tinham adquirido o padrão de guarda baixa, na condição rígida, retornaram para o padrão de guarda média, na condição deformante, na sétima coleta, pois, somente na oitava coleta, todos os bebês alcançaram 100% de guarda baixa, na condição deformante.

Sugere-se, pelos resultados, que a restrição da tarefa permitiu diferentes estratégias, levando a alterações no comportamento da posição dos braços, na condição deformante. Não obstante tenha havido similar diminuição desenvolvimental da posição dos braços, nas duas condições, o abaixamento da guarda foi mais lento na condição deformante em relação à condição rígida.

### **5.3 COMPARAÇÕES DOS VALORES MÉDIOS DO COMPRIMENTO DA PASSADA E ÂNGULO DO ANTEBRAÇO NA CONDIÇÃO RÍGIDA E DEFORMANTE AO LONGO DAS OITO COLETAS**

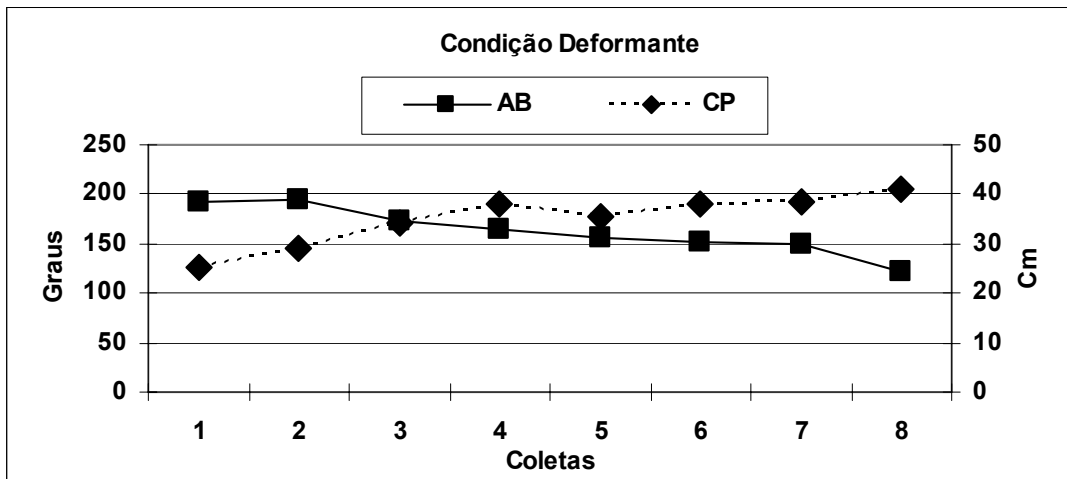
Na condição rígida, o valor do CP aumentou e o AB diminuiu até a quarta coleta. Após, os valores do CP diminuíram e aumentaram gradativamente no decorrer das coletas, direcionando para uma estabilização. Os valores do AB diminuíram gradativamente até a oitava coleta. Os dados destacam que, na condição rígida, houve um momento entre a quinta e sexta coletas em que o CP e o AB iniciaram uma estabilização, pois seus valores permaneceram próximos, não tendo grandes oscilações. Os resultados, a partir desta estabilização, indicam que os bebês estavam com o valor do AB menor, o que já correspondia, para a maioria dos bebês, à posição de guarda baixa e a um comprimento de passada mais estabilizado, e isso demonstra que os bebês melhoraram o padrão de marcha havendo maior eficiência na marcha (figura 17).



**Figura 17** – Valor médio do comprimento da passada (CP) e ângulo do antebraço (AB), ao longo das oito coletas, na condição rígida

Na condição deformante, o valor do CP aumentou e o AB diminuiu até a quarta coleta. Após, os valores do CP diminuíram e aumentaram gradativamente no decorrer das coletas, direcionando para uma estabilização. Os valores do AB diminuíram gradativamente até a oitava coleta. É importante ressaltar que isso ocorreu também na condição rígida, o que demonstra que nas quatro primeiras coletas houve importantes modificações do CP e do AB, nas duas condições. Percebeu-se, pelos dados, que, na condição deformante, existiu um momento entre a sexta e sétima coletas em que o CP e o AB iniciaram uma estabilização, pois seus valores permaneceram próximos, não tendo grandes oscilações, indicando melhora no padrão de marcha (figura 18).

Outro aspecto a ressaltar é que o CP e o AB se estabilizaram primeiro na condição rígida (entre a quinta e sexta coleta) e na condição deformante (entre a sexta e sétima coleta). Sendo assim, sugere-se que a restrição da tarefa influenciou na velocidade de estabilização das variáveis.



**Figura 18** – Valor médio do comprimento de passada (CP) e ângulo do antebraço (AB), ao longo das oito coletas, na condição deformante

Resumindo, o comportamento das variáveis apontou para aumento do CP e diminuição do AB, durante a aquisição da MI, sendo as maiores alterações dentro das quatro primeiras coletas. As variáveis alcançaram maior estabilidade durante o decorrer das coletas nas duas condições.

Diante disso conclui-se que houve efeito da restrição da tarefa nos valores médios do CP e do AB e na velocidade em que as variáveis atingiram a estabilidade.

## 6 DISCUSSÃO

A proposta deste estudo foi descrever o efeito da restrição da tarefa - condição rígida e deformante - no CP e do AB, durante o processo de aquisição da MI.

No presente estudo foram observadas mudanças significativas referentes ao valor médio do CP no fator principal “coleta”, nas duas condições. No início, os bebês apresentaram passadas curtas e demonstraram aumento progressivo dessa variável ao longo das oito coletas, porém, a partir da quinta coleta, houve diminuição no CP e aumento mais lento, direcionando para uma provável estabilização em ambas as condições. Essa progressão desenvolvimental parece coincidir com o primeiro estágio desenvolvimental sugerido por Brill e Brenière (1992) o qual pode variar de 3 a 6 meses após o início da MI e é caracterizado pelas notáveis alterações em todos os valores dos parâmetros requeridos na marcha.

Os resultados de Sutherland et al. (1980) também demonstraram passadas mais curtas e velocidades mais lentas no início da MI em bebês de aproximadamente 1 ano. Segundo seus resultados, com o passar do tempo, esses bebês aumentam progressivamente suas passadas e velocidade até o início do segundo ano, passando a reduzi-las a partir daí. Os resultados de Brill e Brenière (1992) também verificaram diminuição simultânea da largura da passada com um aumento do CP e, conseqüentemente, aumento na velocidade durante os primeiros meses da MI. Neste estudo não foi medida a largura da passada, nem a velocidade, porém, foi possível inferir a largura da passada a partir da observação da distância dos pés em relação ao ombro dos bebês ao longo das oito coletas. Verificou-se que os bebês, mantiveram no início da MI, uma ampla largura das passadas a qual foi diminuindo durante as oito coletas. Segundo Brunett e Johnson (1971); Brill e Brenière (1992), a extensão da largura da passada na aquisição da MI é utilizada pelos bebês inicialmente como estratégia para manter o equilíbrio postural; sua diminuição ocorre à medida que os bebês adquirem experiência na marcha, a qual os auxilia na estabilidade postural. Conseqüentemente, a diminuição da largura da passada leva os bebês a um aumento no CP.

Assim, pode-se deduzir que o aumento no CP, observado neste estudo, deve ter levado a uma diminuição da largura da passada, que pode intensificar-se até a quarta coleta, mantendo-se mais estável com o aumento gradativo do CP. Portanto, até a quarta coleta, que ocorreu aproximadamente aos 2 meses, parece que os bebês tiveram mais dificuldades para se locomover, demonstrando mais desequilíbrio e ao mesmo tempo aumentando o comprimento das passadas.

Esses dados demonstraram, ainda, uma diminuição e provável estabilização do CP próximo da quinta coleta para as duas condições, o que sugere melhora no padrão da marcha dos bebês, repercutindo de certa forma, na estabilidade postural.

Resumindo-se, essa discussão permite dizer que houve um aumento gradativo do CP nas duas condições. Apesar do valor médio do CP ser diferente, foi percebido um comportamento bastante similar no desenvolvimento dessa variável ao longo do período das coletas, nas duas condições. Opina-se que o fato dos bebês terem diminuído e estabilizado o CP, na quinta coleta, pode ser resultante da melhora na estabilização corporal, e isso, auxilia conseqüentemente, na execução da marcha até a oitava coleta.

Nos resultados anteriores ficou demonstrado um aumento no CP ao longo do período das coletas. No entanto, quando se verificou este resultado obtido da comparação entre as duas condições – rígida e deformante –, notou-se efeito principal no fator “condições. Isso significa que, quando se compararam as duas condições, observaram-se valores médios inferiores da condição deformante em relação aos da condição rígida, ficando evidente o efeito da restrição da tarefa nos resultados relativos ao CP.

Essa alteração no CP na condição deformante, talvez tenha permitido que os bebês explorassem as diferentes capacidades e possibilidades de padrão locomotor para minimizar a restrição imposta, vindo isso a corroborar os achados de Smith e Thelen, (2003); Thelen (1995) e a ressaltar que as alterações do CP no início da MI é fruto do processo de exploração vivenciado pelo bebê na fase inicial de aprendizagem de uma nova ação motora necessária para a seleção de um padrão adequado, o qual, com a utilização constante, tende a tornar-se um padrão estável de ação. Dessa forma sustenta-se que as alterações vistas no CP, na condição deformante, durante o processo da aquisição da MI, provieram da

interação de um subsistema externo, no caso, a restrição da tarefa. Os bebês exploraram a nova tarefa adaptando o CP por causa da instabilidade provocada pela tarefa.

De fato, a condição deformante ameaçou a estabilidade do CP dos bebês, apesar do aumento do CP na superfície deformante. Este aumento foi menor nessa condição do que na condição rígida, sugerindo que esses bebês também obtiveram na condição deformante, maior extensão da largura das passadas – base maior de apoio – quando se compara essa condição com a condição rígida. Essa diminuição no CP, na condição deformante, em relação à condição rígida pode ser consequência de uma melhor reorganização do comportamento locomotor para adquirir maior eficiência, estabilização corporal e progredir.

Nessa linha de raciocínio, alguns estudos observaram também estratégias adaptativas do CP por parte das crianças na ultrapassagem de obstáculos e altura da superfície de suporte (GOBBI et al., 2003; LIMA et al., 2001). Assim, a estratégia utilizada pelos bebês durante a aquisição da marcha foi específica da condição presente durante o processo de desenvolvimento. Portanto, novos comportamentos podem emergir pela interação de múltiplos componentes dentro de um contexto (THELEN; ULRICH, 1991), sugerindo que, neste estudo, o CP foi uma variável bastante adaptável ao contexto no qual os bebês foram inseridos.

Apesar de nossos resultados não revelarem interação entre coletas x condições, pode-se, a partir dos resultados sobre o efeito principal no fator “condições”, afirmar que os bebês adaptaram CP de acordo com a restrição da tarefa. Talvez os dados referentes à interação não foram significativos porque, como critério de estudo, foi escolhida a terceira passada para análise, o que, pode ter gerado um comportamento mais estável dos bebês, ao invés de ter escolhido a primeira tentativa ao toque do calcanhar no colchonete. Novos estudos devem ser direcionados com esse propósito.

Com relação aos resultados do valor médio do AB nas duas condições, observou-se que os bebês têm a tendência desenvolvimental de apresentar maiores valores do AB no início da MI, permanecendo os braços mais elevados, e com tendência de diminuição dos valores, com o decorrer das coletas. Isso demonstra que eles abaixavam seus braços ao longo do corpo nas duas condições. Conforme os dados, essa progressão desenvolvimental do AB foi

significativa no fator principal “coleta”, demonstrando que, a partir da quarta coleta (aprox. 2 meses), os valores do AB diminuíram significativamente em relação às coletas anteriores. Esse achado coincide com os resultados de Burnett e Johnson (1971) que registraram um abaixamento gradual desta posição (aproximadamente 10 semanas da MI) e de Okamoto, Okamoto e Andrew (2003) os quais verificaram que, aos dois meses de aprendizagem na marcha, os membros superiores iniciam uma aproximação do corpo.

Essa tendência desenvolvimental de manter a posição dos braços mais elevada no início da MI, parece ter sido usada pelos bebês para melhorar a postura e diminuir o desequilíbrio ao avançar para frente. Isto também ficou evidente nos estudos da Ledebt (2000). A posição mais elevada dos braços, segundo ela, no início da MI, é exigida por duas razões: estabilizar o corpo numa postura ereta e para movê-lo à frente. Para Payne e Isaacs (2007), essa posição mais elevada dos braços também é uma tentativa de manter a estabilidade. Eles ressaltaram que os braços não oscilam livremente no início da MI em oposição à oscilação das pernas como ocorre com os adultos. Neste estudo, não foi observado o aparecimento da oscilação contralateral em nenhum dos bebês da amostra até o final das coletas, embora todos os bebês tenham atingido a guarda baixa.

Pelos resultados do estudo, observou-se que a posição mais elevada dos braços – guarda alta – foi vista somente no estágio inicial do desenvolvimento da marcha nas duas condições, e não foram todos os bebês que demonstraram essa posição, havendo nisso coincidências com o estudo de Kubo e Ulrich (2006). Dos participantes deste estudo, apenas 18% da amostra mantiveram a posição de “guarda alta”, na condição rígida, e 27% na condição deformante, o que significa que seus punhos localizaram-se na mesma altura dos ombros ou acima deles, enquanto os outros mantiveram os braços entre “guarda alta” e “guarda média”, pois seus punhos localizaram-se abaixo dos ombros, próximos à altura do cotovelo. Existem algumas razões que explicam porque a posição guarda alta não foi atingida por todos os bebês. Em 1º lugar, alguns bebês podem ter alterado a posição entre a guarda alta e a guarda média durante o ciclo da passada, fazendo que as duas posições se combinassem, sem que nenhuma se manifestasse de fato. Por outro lado, pode ter ocorrido que os pais atrasaram em registrar os oito passos exigidos para o início das coletas, e a posição acentuada de guarda alta dos braços não se ter manifestado nesse período, uma vez que a posição mais elevada dos

braços é de curta duração. Além disso, o critério dos 8 passos independentes pode ter sido exigente para verificação dessa posição.

Há de se destacar que, no estudo da Ledebt, foi convencionado para o início da MI 3 passos independentes sem quedas, enquanto que, neste estudo, convencionou-se estabelecer 8 passos independentes sem quedas. Vale destacar que Ledebt observou que mais bebês alcançaram a posição guarda alta no início da MI, fazendo sentido a hipótese levantada acima.

Com relação ao resultado referente ao AB, levando-se em conta o fator principal “condições” e “coletas x condições”, os valores demonstraram que a restrição não foi favorável às mudanças de comportamento dessa variável durante a MI. Talvez isso tenha ocorrido por alguns motivos: percebendo-se uma variabilidade bastante grande entre o ciclo da passada, pode ter ocorrido de os bebês estarem ainda bastante imaturos no início da MI e os braços tenham sido importantes na estabilização corporal nas duas condições, ou a restrição imposta pela densidade do colchonete utilizado na condição deformante ter sido alta e não ter surtido efeito para essa variável. Embora, os dados do AB não tenham sido revelados significativamente, os resultados do AB e a posição do braço são discutidos levando-se em consideração as modificações dos valores médios do AB e da posição dos braços utilizados pelos bebês nas duas condições. Assim, existem alguns aspectos importantes relacionados ao AB e à posição dos braços a serem ressaltadas: a) na condição deformante, os valores do AB foram sempre maiores que na condição rígida; b) observou-se que, na condição rígida, a posição dos braços se manteve mais elevada, entre “guarda alta e média” nas duas primeiras coletas, enquanto que na condição deformante, observou-se isso nas três primeiras coletas; c) constatou-se que as maiores alterações ocorreram até a quarta coleta com relação às duas condições, no entanto, o abaixamento da posição dos braços na condição deformante foi mais lento, mantendo-se mais elevada que a condição rígida; d) outro aspecto importante é que, na condição rígida, os bebês adquiriram 100% da posição de guarda baixa já na *sétima e oitava coleta* ao passo que, na condição deformante, esse resultado ocorreu somente na *oitava coleta*. Dessa forma, percebeu-se que, os bebês reorganizaram o AB e ou a posição dos braços durante as coletas na condição deformante, pois mantiveram o valor do AB sempre maior nesta condição. Também, percebeu-se um abaixamento dos braços mais lento na condição deformante, além disso, houve alteração de padrão na posição, pois os bebês

alteraram a posição dos braços na primeira coleta, quando na superfície rígida apenas 18% bebês apresentaram guarda alta e na superfície deformante, 27% dos bebês apresentaram esta posição. Isto também ocorreu entre a sétima e a oitava coleta na superfície deformante, tornando alguns bebês à posição de guarda média. Esta adaptação de padrão também foi encontrada no estudo de Burnett e Johnson (1971), quando observaram que a posição de guarda alta reapareceu nos bebês nas primeiras tentativas de corrida. Portanto, sugere-se que as alterações vistas nos padrões do AB e ou posição dos braços, neste estudo, são fruto da restrição da tarefa. Dessa forma, a mudança num determinado contexto poderá alterar o parâmetro analisado. E que novas pesquisas deverão ser direcionadas nesse sentido.

O fato de os bebês manterem, no início da MI, um valor do AB maior e, conseqüentemente, uma posição mais elevada dos braços nas duas condições e na condição deformante, esses valores terem-se mantido em patamares mais elevados em relação à condição rígida pode, também, ser explicado pelo controle dos graus de liberdade no complexo movimento. Dessa forma, os participantes congelavam alguns graus de liberdade fazendo com que os braços permanecessem mais elevados na superfície deformante, para, provavelmente, manter a postura e avançar na nova tarefa. Alguns pesquisadores, como Whitall e Getchell (1995), ressaltaram que existem vários caminhos ou graus de liberdade no sistema nos quais eles podem mover e agir, tendendo a se auto-organizarem em alguns padrões simples e distintos. Ledebt (2000) também indicou a redução dos graus de liberdade quando os bebês, em seu estudo, iniciaram com posição mais elevada dos braços vindo abaixá-los ao longo do tempo. Segundo esse autor, a redução dos graus de liberdade é explicada por Bernstein (1967 apud LEDEBT, 2000) em dois processos: O indivíduo inicia congelando biomecanicamente os graus de liberdade (ex. articulações, músculos) e com o tempo ou prática, libera alguns graus das forças de reação, o que se aliviam alguns graus para se explorar melhor a habilidade. Além disso, Newell e Mcdonald (1993) sugerem que o empenho para resolver o problema dos graus de liberdade é restringido por necessitar-se de dois requisitos de controle: manter simultaneamente a exploração da nova tarefa e preservar a postura do corpo.

Quando comparamos os valores do CP com os do AB na condição rígida e deformante, observamos que, enquanto o CP dos bebês aumentou até a

quarta coleta o AB diminuiu, após a quarta coleta, esses valores aumentaram e diminuíram gradativamente. Pode-se afirmar que, até a quarta coleta, aproximadamente 2 meses, foram fundamentais para que ocorressem as mudanças nessas duas variáveis. Pois, nas primeiras quatro coletas, os bebês se apresentavam mais desequilibrados não sendo capazes, ainda, de manter regularidade na marcha, (por isso, ocorreu mais alterações no CP, corroborando com os achados de Cheron, Bouillot e Dan (2001) e no AB nas primeiras quatro coletas). Segundo Brenière e Brill (1998), essa falta de controle de equilíbrio observado no início da MI nos bebês pode ser devido ao fato de eles não terem desenvolvido forças musculares suficientes até o quinto mês da MI. No nosso estudo não foi medida a força, porém, considerando-se as idéias de autores, como Adolph, Vereijken e Shrout (2003), Brenière e Brill (1998) e Thelen (1986b) supõe-se que fatores desenvolvimentais, como a falta de força, possa ser umas das causas, da maior instabilidade dos bebês, o que os leva a demonstrar maiores alterações nas quatro primeiras coletas adaptando o CP e o AB na condição deformante. Essa condição dificultava mais a manutenção do equilíbrio do que a condição rígida durante a aquisição da MI, exigindo assim, dos bebês, mais força para a elevação das pernas, para complementação do ciclo de passada e para um maior controle dos membros superiores, uma vez que, a característica da condição deformante era responsável pelo “afundamento” dos bebês a cada contato com o pé nessa condição, devido ao peso corporal.

Os dados indicaram ainda que, na condição rígida, houve um momento entre a quinta e a sexta coleta em que o CP e o AB se estabilizaram, essa estabilização ocorreu na condição deformante entre a sexta e a sétima coleta. Esse resultado indica que, os bebês tinham adquirido um CP maior e mais estabilizado e um AB menor, o que correspondia a uma posição mais baixa dos braços, e demonstrava que os bebês adquiriram melhor postura e equilíbrio nas duas condições. Além disso, esses resultados indicam que o CP e o AB se estabilizaram primeiro na condição rígida, ressaltando o efeito adaptativo que a restrição da tarefa surtiu nas variáveis e influenciando no tempo de estabilização delas. Tais resultados corroboram com o estudo de Thelen (1995) o qual argumenta que o período de aquisição da marcha compreende um processo de modulação motora dinâmica, cujo resultado é a adequação das competências à nova demanda ou tarefa. A partir destes resultados, supõe-se que os bebês melhoraram o padrão de marcha primeiro

na condição rígida e que ao longo das oito coletas, houve melhora no padrão de marcha para as duas condições, pois todos os participantes finalizaram a oitava coleta com um CP maior e um AB menor que corresponde a uma “guarda baixa”.

Enfim, estas observações condizem com a idéia de que a restrição da tarefa influenciou na organização da resposta do CP e do AB dos bebês, em especial na diminuição do CP ao longo das coletas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Lendo os resultados apresentados neste estudo, percebe-se que a aquisição da MI inclui a participação e a alteração de vários parâmetros analisados, os quais devam desenvolver-se integrados para que se atinja um padrão eficiente de marcha. Para isso requerem-se soluções através de estratégias adaptativas condizentes com as demandas impostas.

Neste estudo, o principal objetivo foi descrever o efeito da restrição da tarefa nas variáveis CP e AB. Os resultados apontaram mudanças desenvolvimentais no aumento do CP e na diminuição do AB ao longo das oito coletas, nas duas condições, demonstrando que os bebês iniciavam com valores de CP mais curto e AB maior, e em consequência disso, uma posição elevada dos braços. No decorrer das coletas, os participantes adquiriram melhor controle postural, finalizando a última coleta com valores de CP maiores e estáveis e de AB menores, o que corresponde uma “guarda baixa”.

Os resultados indicaram que ocorreu a alteração desenvolvimental esperada e que a restrição da tarefa impôs ritmos diferentes provocando alteração nos valores médios do CP e do AB verificados da comparação entre as condições. Na verdade, o CP pareceu ter sido mais sensível às demandas impostas pela condição deformante do que o AB, apresentando resultados mais significativos no efeito principal “condições”.

Com relação aos valores do AB, houve sua diminuição no decorrer do estudo, em ambas as condições, porém na condição deformante essa diminuição foi mais lenta, o que indica favorecimento das estratégias adaptativas nos valores médios do AB entre coletas.

Os resultados apresentados neste estudo sugerem que as variáveis CP e AB, no início da MI, podem apresentar características dinâmicas, sendo assim, as restrições, especificamente as da tarefa, podem limitar ou estimular o movimento, assim como, manifestar padrões de comportamento diferentes dificultados ou facilitados pelo meio em que os bebês vivem.

A partir destes resultados, sugerem-se mais estudos, que venham ampliar especificamente as variáveis estudadas, assim como as restrições impostas.

## REFERÊNCIAS

ADOLPH, K.E. Learning in the development of infant locomotion. **Monographs of the Society for Research in Child Development**, serial n. 251, v. 62, n. 3, p.1-163, 1997.

\_\_\_\_\_. Psychophysical assessment of toddler's ability to cope with slopes. **Journal of Experimental Psychology**. Human Perception Performance, v. 21 n. 4, p. 734-790, 1995.

\_\_\_\_\_.; VEREIJKEN, B.; SHROUT, P. E. What changes in infant walking and why. **Child Development**, v. 74, n. 2, p. 475-497, Mar./Apr. 2003.

BORTOLAIA, A. P. **Efeitos da experiência no andar na organização da passada durante a ultrapassagem sobre obstáculos em bebês**. 2004. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Motricidade) – Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Rio Claro.

BRENIÈRE, Y.; BRIL, B. Development of postural control of gravity forces in children during the first 5 years of walking. **Experimental Brain Research**. v. 121, p. 255-262, 1998.

BRIL, B. Motor development and cultural attitudes. In: WHITING, H.T.A.; WADE, M.G. (Eds.). **Themes in motor development**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1986. p. 297-313.

\_\_\_\_\_.; BRENIÈRE, Y. Postural requirements and progression velocity in young walkers. **Journal of Motor Behavior**, v. 24, n. 1, p.105-115, 1992.

\_\_\_\_\_.; LEDEBT, A. Head coordination as a means to assist sensory integration in learning to walk. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 22, n. 4, p. 555-563, 1998.

BURNETT, C. N.; JOHNSON, E. W. Development of gait in childhood. Part II. **Development Medicine and Child Neurology**, v. 13, p. 207-212, 1971.

CHERON, G.; BOUILLLOT, E.; DAN, B. Development of a kinematic coordination pattern in toddler locomotion: planar covariation. **Experimental Brain Research**. Springer-Verlag, v. 137, p. 455-466, 2001.

COUILLANDRE, A.; BRENIÈRE, Y. How does the heel-off posture modify gait initiation parameter programming? **Journal of Motor Behavior**, v. 35, n. 3, p.221-227, 2003.

ELFTMAN, H. The function of the arms in Walking. **Human Biology**, v. 11, p. 529-536, 1939.

EKE-OKORO, S. T.; GREGORIC, M.; LARSSON, E. L. Alterations in gait resulting from deliberate changes of arm-swing amplitude and phase. **Clinical Biomechanics**, v. 12, n. 7/8, p. 516-521, 1997.

FORSSBERG, H. Ontogeny of human locomotor control. I. Infant stepping, supported locomotion and transition to independent locomotion. **Experimental Brain Research**, Springer-Verlag, v. 57, p. 480-493, 1985.

GOBBI, L. T. B.; MENUCHI, M. T. P.; UEHARA, E. T.; SILVA, J. J. Influência da informação exproprioceptiva em tarefa locomotora com alta demanda de equilíbrio em crianças. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. Brasília, v. 11, n. 4, p. 79-86, out./dez. 2003.

HAYWOOD, K. M.; GETCHELL, N. **Desenvolvimento motor ao longo da vida**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 343p.

HAMIL, J.; KNUTZEN K. M. **Bases biomecânicas do movimento humano**. São Paulo: Manole, 1999. 532p.

INMAN, T. V.; RALSTON, H. J.; TODD, F. A locomoção humana. In: ROSE, J; GAMBLE, J.G. (Eds.). **Marcha humana**. 2. ed. São Paulo: Premier, 1998. p. 1-21.

KAMM, K.; THELEN, E.; JENSEN, J. A dynamical systems approach to motor development. **Movement Science/Apta**, p.11-23, 1991.

KAO JAMES, C.; RINGENBACH, S. D. R.; MATIN, E. P. Gait transitions are not dependent on changes in intralimb coordination variability. **Journal of Motor Behavior**, v. 35, n. 3, p. 211-214, 2003.

KUBO, M.; ULRICH, B. A biomechanical analysis of the 'high guard' position of arms during walking in toddlers. **Infant Behavior e Development**, p.1-9, May. 2006.

LEDEBT, A. Changes in arm posture during the early acquisition of walking. **Infant Behavior e Development**, v. 23, p. 78-79, 2000.

\_\_\_\_\_.; BRIL, B.; BRENIÈRE, Y. The build-up of anticipatory behaviour: an analysis of the development of gait initiation in children. **Experimental Brain Research**, n. 120, p. 9-17, 1998.

\_\_\_\_\_.; BRENIÈRE, Y. Dynamical implication of anatomical and mechanical parameters in gait initiation process in children. **Human Movement Science**, v. 13, p. 801-815, 1994.

LIMA, C. B.; SECCO, C. R.; MIYASIKE, V. S.; GOBBI, L. T. B. Equilíbrio dinâmico: influência das restrições ambientais. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 3, n. 1, p. 83-94, 2001.

MCGRAW, M. B. **The neuromuscular maturation of the human infant**. 4. ed. London: Mac Keith Press, 1989. 117p.

\_\_\_\_\_. Neuromuscular development of the human infants as exemplified in the achievement of erect locomotion. **Journal of Pediatrics**, Saint Louis, v. 17, p. 747-771, 1940.

MARQUES, I. **Efeito de restrições da tarefa na habilidade manipulativa de crianças nos dois primeiros anos de vida**. 2003. 270f. Tese (Doutorado em Educação Física) – Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo.

MAUERBERG-DE CASTRO, E.; ÂNGULO-KINZLER, R. M. Locomotor patterns of individuals with Down syndrome: effects of environmental and task constraints. In: WEEKS, D. J.; CHUA, R.; ELLIOT, D. (Eds.). **Perceptual-motor behavior in Down Syndrome**. Champaign: Human Kinetics, 2000. p. 71-98.

MANOEL, E. J. Desenvolvimento motor: padrões em mudança, complexidade crescente. **Revista Paulista de Educação Física**. São Paulo, supl. 3, p. 35-54, 2000.

MURRAY, M. P. Gait as a total patterns of movement. **American Journal of Physical Medicine**, v. 46, n. 1, 1967.

NEWELL, K. M. Change in motor learning: a coordination and control perspective. **Motriz**, Rio Claro, v. 9, n. 1, p. 1-6, jan./abr. 2003.

\_\_\_\_\_. Constraints on the development of coordination. In: WADE, M. G.; WHITING, H. T. A. (Eds.). **Motor development in children: aspects of coordination and control**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1986.

NEWELL, K. M.; MCDONALD, P. V. Learning to coordinate redundant biomechanical degrees of freedom. In: SWINNEN, S.; HEUER, H.; MASSION, J.; CASAER, P. (Eds.) **Interlimb coordination: neural, dynamical, and cognitive constraints**. Academic press, Inc.: San Diego, 1993, p. 517-536.

\_\_\_\_\_.; SCULLY, D. M.; MCDONALD, P. V.; BAILLARGEON, R. Task constraints and infant grip configurations. **Developmental Psychobiology**, v. 2, n. 8, p. 817-832, 1989.

\_\_\_\_\_.; VAN EMMERICK, R. E. Are Gesell's developmental general principles for acquisition of coordination? In: CLARK, J.; HUMPHREY, J. H. (Eds). **Advances in motor developmental research-3**. New York: AMS, 1990. p. 85-135.

OKAMOTO, T.; OKAMOTO, K.; ANDREW, P. D. Electromyographic developmental changes in one individual from newborn stepping to mature walking. **Gait and Posture**, v. 17, p. 18-23, 2003.

PAYNE, V. G.; ISAACS, L. D. **Desenvolvimento motor humano: uma abordagem vitalícia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 470 p.

PERRY, J. **Análise de marcha**. Marcha normal. São Paulo: Manole, 2005. v. 1. 191p.

ROSE, J; GAMBLE, J.G. (Eds.). **Marcha humana**. 2. ed. São Paulo: Premier, 1998. 363p.

SKINNER, Stephen. Desenvolvimento da Marcha. In: ROSE, Jessica; GAMBLE, James G. **Marcha Humana**. São Paulo: Premier, 1998. p. 130-131.

SMITH, L.B.; THELEN, E. Development as a dynamic system. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 7, n. 8, p. 343-348, 2003.

SUTHERLAND, D. H.; OLSHEN, R.; COOPER, L.; WOO, S. L. The development of mature gait. **The journal of Bone and Joint Surgery**, v. 62, p. 336-353, 1980.

\_\_\_\_\_.; KAUFMAN, K.; MOITOZA, J. R. Cinemática da marcha humana normal. In: ROSE, J.; GAMBLE, J. G. **Marcha humana**. 2. ed. São Paulo: Premier, 1998. p.23-45.

THELEN, E. Treadmill-elicited stepping in seven-month-old infants. **Child Development**, v. 57, p.1498-1506, 1986a.

\_\_\_\_\_. Development of coordinated movement: implications for early human development. In: WADE, M. G.; WHITING, H. T. A. (Eds.). **Motor skills acquisition**. Dordrecht: Nijhoff., 1986b. p.107-124.

\_\_\_\_\_. Motor development. A new synthesis. **American Psychologist**, v. 50, n. 2, p. 79-95, 1995.

\_\_\_\_\_.; FISHER, D. M. The organization of spontaneous leg movements in newborn infants. **Journal of Motor Behavior**, Washington, v. 15, p. 353-377, 1983.

\_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. Newborn stepping: "An explanation for a disappearing reflex". **Developmental Psychology**, Washington, v. 18, p. 760-775, 1982.

\_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; RIDLEY-JOHNSON, R. The relationship between physical growth and a newborn reflex. **Infant Behavior & Development**, Norwood, v. 7, p. 479-493, 1984

\_\_\_\_\_.; ULRICH, B. D. Hidden skills: a dynamic systems analysis of treadmill stepping during the first year. **Monographs of the Society for Research in Child Development**, Washington, serial n. 223, v. 56, n. 1, p. 1-103, 1991.

\_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; JENSEN, J. The developmental origins of locomotion. In: WOOLLACOTT, M; SHUMWAY-COOK, A. (Eds.). **Development of posture and gait across the lifespan**. Columbia: University of South/Carolina Press, 1990. p.25-47.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

VEREIJKEN, B.; BONGAARDT, R. Complex motor skill acquisition. In: AUWEEL, V. Y.; BACHER, F.; BIDLLE, S.; DURAND, M.; SEILER, R. (Eds.). **Psychology for Physical Educators**. Champaign: Human Kinectics, 1999.

WHITALL, J.; GETCHELL, N. From walking to running: applying a dynamical systems approach to the development of locomotor skills. **Child Development**, n. 66, p. 1541-1553, 1995.

XAVIER FILHO, E. **O efeito das restrições da tarefa e do ambiente no comportamento de locomoção no meio aquático**. 2001. 123f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

ZELAZO, P.R. The development of walking: new findings and old assumptions. **Journal of Motor Behavior**, Washington, v. 15, p. 99-137, 1983.

\_\_\_\_\_.; ZELAZO, N. A.; KOLB, S. "Walking in the newborn". **Science**, Boston University, Massachusetts, v. 176, p. 314-315, Apr. 1972.

YAGURAMAKI, N.; KIMURA, T. Acquisition of stability and mobility in infant gait. **Gait and Posture**, v. 16, p. 69-77, 2002.

**ANEXO**

**ANEXO A**

**Parecer do Conselho de Ética de Pesquisa Envolvendo Seres  
Humanos da Universidade Estadual de Londrina**

**ANEXO A –**

Parecer do Conselho de Ética de Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da  
Universidade Estadual de Londrina



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA



GOVERNO DO  
PARANÁ

**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS**

Parecer Nº 211/06  
CAAE Nº 0161.1.268.000-06  
FOLHA DE ROSTO Nº 98107

Londrina, 23 de agosto de 2006.

**PESQUISADOR(A): INARA MARQUES**


Ilmo(a) Sr(a),

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina – CEP – UEL – de acordo com as orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, **APROVA** a realização do projeto: **“AQUISIÇÃO DA LOCOMOÇÃO INDEPENDENTE EM CRIANÇAS NORMAIS E COM SÍNDROME DE DOWN: UM ESTUDO LONGITUDINAL SOB O PONTO DE VISTA DAS RESTRIÇÕES DA TAREFA”**.

Informamos que deverá ser comunicado, por escrito, qualquer modificação que ocorra no desenvolvimento da pesquisa e deverá ser apresentado ao CEP/UEL relatório final da pesquisa.

Situação do Projeto: **APROVADO**

Atenciosamente,

  
Profª. Dra. Nilza Maria Diniz  
Comitê de Ética em Pesquisa  
Coordenadora

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE A**  
**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

## APÊNDICE A –

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Este é um convite especial para o seu filho participar voluntariamente do estudo:  
**EFEITO DA RESTRIÇÃO DA TAREFA DURANTE A AQUISIÇÃO DA MARCHA INDEPENDENTE**

Por favor, leia com atenção as informações abaixo antes de dar seu consentimento para participar ou não do estudo. Qualquer dúvida sobre o estudo ou sobre este documento pergunte ao pesquisador com que você está conversando neste momento.

**Nome do (a) Pesquisador(a):** Viviani Gusmão Moretto Próspero

**Nome do (a) Orientador (a):** Inara Marques

1. **Natureza da Pesquisa:** Esta pesquisa tem característica longitudinal, no qual os participantes serão acompanhados aproximadamente três meses pelo experimentador para observação da marcha independente perfazendo 8 sessões de análise. A coleta de dados será realizada na Creche do Hospital Universitário de Londrina, de quinze em quinze dias sem nenhum custo para os participantes.
2. **Objetivo da Pesquisa:** Descrever o efeito da restrição da tarefa no comportamento dos segmentos de braços e pernas durante o processo de aquisição da marcha independente.
3. **Participantes da pesquisa:** A pesquisa será composta de 11 bebês que estarão iniciando sua marcha independente.
4. **Envolvimento da pesquisa:** Ao colaborar com a participação de seu filho ou filha no estudo a sra (sr) permitirá que o pesquisador (a) possa trabalhar a marcha independente com seu filho (a) em duas restrições (condição rígida e condição deformante). Sempre que necessitar poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone do (a) pesquisador (a) do projeto, (043) 3336 –5907 ou 9108 3855.
5. **Entrevistas:** Os pais terão o compromisso de responder um questionário com algumas perguntas relacionadas à saúde, nascimento, estimulação dadas as crianças em casa, idade, local que moram etc. uma única vez e será realizado no melhor horário marcado pelos pais.
6. **Riscos e desconfortos:** A participação na pesquisa não traz complicações legais e nenhum risco decorrente da participação do projeto. Os procedimentos adotados na pesquisa obedecem aos Critérios de Ética em pesquisa com seres humanos conforme resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual de Londrina, parecer n 211/06.
7. **Confidencialidade:** Todas as informações coletadas neste estudo serão estritamente confidenciais. Todas as informações serão somente utilizadas para fins acadêmicos.
8. **Benefícios:** Ao participar desta pesquisa a sra (sr) não terá nenhum benefício direto. Entretanto espera-se que este estudo traga informações importantes sobre o aspecto da marcha independente de bebês, de forma que o conhecimento gerado pela pesquisa colabore para outras pesquisas.

9. **Pagamento:** Eu entendo que não terei nenhuma despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.
10. **Participação voluntária:** A participação do seu filho (a) neste estudo é *voluntária*, vocês terão plena e total liberdade para desistir do estudo a qualquer momento, sem que isso acarrete qualquer prejuízo a você ou à criança.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para autorizar seu filho (a) a participar desta pesquisa. Portanto, preencha, por favor, os itens que se seguem:

Eu \_\_\_\_\_, RG nº \_\_\_\_\_, responsável legal por \_\_\_\_\_, declaro ter sido informado e concordo com a sua participação, como sujeito, no projeto de pesquisa acima descrito. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador (a) **Viviani G. M. Próspero** sobre os procedimentos, riscos, benefícios decorrente de minha participação.

Tendo em vista os itens acima descritos, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa.

Londrina, .....de .....de 2007

\_\_\_\_\_  
Nome e telefone do Participante da Pesquisa

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Responsável do Participante da Pesquisa

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Orientador

**TELEFONES:**

**Pesquisador:** (43) 3336 5907 (43) 9108 3855

**Orientador:** (43) .33419663 (43) 9995038

**APÊNDICE B**  
**FICHA DE COLETA DE DADOS DO PARTICIPANTE**

## APÊNDICE B –

COLETA Nº=

FICHA DE COLETA DE DADOS DO PARTICIPANTEInformações das tentativas:

<u>DATA</u>	<u>SUJEITO</u>	<u>TENTATIVA</u>	<u>CONDIÇÃO</u>
		<u>1</u>	
		<u>2</u>	
		<u>3</u>	
		<u>1</u>	
		<u>2</u>	
		<u>3</u>	

COMENTÁRIOS

1 - HUMOR: Bom ( ) Mais/menos ( ) Ruim ( )

Comentário:.....  
.....

2 – Estado de saúde no dia da coleta: Bom ( ) mais/menos ( ) Ruim ( )

Comentários:.....  
.....

3 – Executou as tentativas com tranquilidade:

Sim ( ) mais/menos ( ) Não ( )

Comentários:.....  
.....

4 – Recusou a executar a tarefa: Sim ( ) mais/menos ( ) Não ( )

Comentários:.....  
.....

5 – Houve queda durante a locomoção: Sim ( ) Não ( )

Comentários:.....  
.....

6 – Houve dificuldade em deixar os pontos articulares durante a coleta na criança:

Sim ( ) mais/menos ( ) Não ( )

Comentários:.....  
.....