

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

**EFEITOS DA EXPERIÊNCIA NO ANDAR NA ORGANIZAÇÃO DA PASSADA
DURANTE A ULTRAPASSAGEM SOBRE OBSTÁCULOS EM BEBÊS**

ANA PAULA BORTOLAIA

RIO CLARO

MARÇO/2004

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

**EFEITOS DA EXPERIÊNCIA NO ANDAR NA ORGANIZAÇÃO DA PASSADA
DURANTE A ULTRAPASSAGEM SOBRE OBSTÁCULOS EM BEBÊS**

ANA PAULA BORTOLAIA

Orientador: PROF. DR. JOSÉ ANGELO BARELA

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Motricidade – Área de Biodinâmica da Motricidade Humana.

RIO CLARO
MARÇO/2004

Ao término de mais uma etapa e começo de tantas outras, quero dedicar este trabalho aos meus pais Leonaldo e Maria Aparecida, pelo incentivo e apoio incondicional em todos os momentos de minha vida. Agradeço a Deus pela oportunidade de ter nascido numa família tão maravilhosa quanto a minha. Milhares de palavras bonitas jamais expressariam a grandeza do que sinto por vocês.

AMO VOCÊS!!!

AGRADECIMENTOS

Ao completar este trabalho gostaria de expressar minha gratidão a tantas pessoas que contribuíram para sua realização. Esta lista seria muito longa, portanto espero que todas as pessoas não mencionadas nominalmente aceitem meus agradecimentos indiretamente.

Primeiramente, agradeço a Deus, que me deu o dom da vida, me presenteou com a liberdade, me abençoou com a inteligência e me deu a graça de lutar para a conquista de minhas realizações. A Ele cabe o louvor e a glória, a mim só cabe agradecer.

A meus pais, Leonaldo e Maria Aparecida, que me deram a vida e me ensinaram a vive-la com dignidade, que me iluminaram os caminhos obscuros com afeto e dedicação, para que eu os trilhasse sem medo, que se doaram por inteiro e muitas vezes renunciaram os seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus, de coração a minha eterna gratidão.

A vó Paula e tia Cida, que compartilharam os meus ideais e os alimentaram, dando-me coragem quando a minha faltava.

A meu irmão, Luis Antonio, por me incentivar e acreditar em meu potencial. Espelhe-me em você como exemplo de amizade, generosidade, afeto e compreensão. Obrigada a você e a Ana Paula, que iluminaram nossas vidas com duas crianças maravilhosas: Ana Luíza e João Marcos. Um obrigada especial a Ana Luíza, que mesmo de longe sempre me alegrou nos momentos mais difíceis. Que Deus conserve esta alegria contagiante que você irradia.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Angelo Barela, pela compreensão, paciência, dedicação e incentivo na realização deste trabalho. Você foi orientador no sentido mais amplo da palavra, contribuindo para minha formação científica, profissional e pessoal, estando sempre pronto a partilhar idéias, apresentar sugestões importantes e criticar de forma positiva. Admiro sua competência e profissionalismo.

A todos os amigos do LEM, com os quais pude dividir dois anos de minha vida, vivenciando momentos alegres e tristes, mas acima de tudo, de muito companheirismo. Obrigada Adriana, Aline, Ana Barela, Ana Caroline, Bibiana, Daniela, Maria Solange, Paula, Paulo, Priscilla e Thátia por me ajudarem, me encorajarem e tornarem meu trabalho mais fácil. Aprendi muito com todos vocês, cada um a seu modo. Nunca esquecerei esta amizade que o tempo amadureceu. Um obrigada especial a Maria, pela participação em todas as coletas e pela companhia nos finais de semana no LEM, além é claro, das informações essenciais sobre as “Celebidades”. A Carol, Adriana, Aline e Bibiana, pela ajuda nas coletas. A Carol também por nunca esquecer “a galera que foi comigo”. A Paula, pelos conselhos e

palavras sábias. Ao Paulão, pela paciência no aprendizado do APAS. A Thátia, por nos proporcionar momentos de lazer no “Espaço Fama”. A Pri Augusta e Dani, companheiras de república, obrigada pelos momentos de diversão, amizade e companheirismo. Vou sentir muitas saudades.

Gostaria de agradecer também os amigos que fiz em Rio Claro, com os quais pude dividir bons momentos: Lica, Ana Clara, Rosinildo, Paty Mori, Jean, Karina e as meninas da pensão.

A todos os docentes do programa de Pós-Graduação em Ciências da Motricidade, por compartilharem comigo seus conhecimentos e pela disposição em me ajudar, em especial a Lílían Gobbi, José Roberto e Ana Maria Pellegrini.

Aos funcionários do Departamento de Educação Física pela ajuda e atenção, em especial Aurélio, Mauro, Paulo, Carlos, Isabel, Adriana e Rosangela.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação, em especial a Heloísa, pela atenção e prestatividade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro (processo # 133347/02-8) durante a realização deste projeto.

Finalmente quero expressar minha eterna gratidão a todas as crianças e em especial a suas mães, que com tão boa vontade se dispuseram a participar deste estudo. Tive a oportunidade de aprender com cada bebê que realizou o experimento, comprovando que o desenvolvimento dos mesmos é realmente surpreendente e fascinante.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi examinar a organização das passadas do andar, em bebês com diferentes experiências no andar, durante a ultrapassagem de um obstáculo. Trinta bebês foram distribuídos de acordo com o tempo de aquisição do andar independente em 3 grupos: 1, 3 e 6 meses de experiência no andar. A tarefa consistiu em caminhar sobre uma passarela em 2 condições experimentais: sem e com um obstáculo de espuma com 2 cm de altura e 3 cm de largura. Marcas foram afixadas nos centros articulares dos membros inferiores dos bebês e o andar foi filmado no plano sagital para ambos os lados, simultaneamente. Três ciclos para o andar normal, três para a perna de abordagem e três para a perna de suporte foram digitalizados utilizando o sistema APAS. Com base nas informações espaciais e temporais, comprimento, duração, cadência, velocidade, duração das fases de suporte e de balanço e fase relativa entre os membros foram calculadas. Ainda, as distâncias horizontal e vertical entre pé e obstáculo foram calculadas para as pernas de abordagem e de suporte. Os resultados indicaram que os bebês do grupo 1 mostraram passadas mais curtas e mais lentas do que os bebês dos grupos 2 e 3. Ainda, bebês do grupo 1 mostraram fase de suporte maior do que bebês do grupo 2. Quando os bebês tiveram que ultrapassar o obstáculo, mostraram passadas mais curtas e mais lentas do que na situação sem obstáculo. Ainda, bebês dos grupos 2 e 3 apresentaram cadência menor durante a passada com obstáculo e fase de suporte e fase de suporte simples menores no momento da ultrapassagem e fase de segundo duplo suporte maior após a ultrapassagem do obstáculo para a perna de abordagem. Também diminuíram a porcentagem da fase relativa referente a coordenação intermembros para a perna de abordagem e mostraram pequenas alterações no padrão coordenativo entre os segmentos perna e coxa para as pernas de abordagem e de suporte durante a ultrapassagem do obstáculo. A distância horizontal entre pé e obstáculo foi maior para perna de abordagem quando comparada à perna de suporte e similar entre todos os bebês. A distância vertical para as 2 pernas foi similar para bebês do grupo 1, aumentando para bebês do grupo 2 e, enquanto esta distância foi similar para perna de suporte nos bebês do grupo 3, a mesma diminuiu significativamente para perna de abordagem. Estes resultados sugerem que, experiência pode melhorar o acoplamento entre informação sensorial e ação motora e, conseqüentemente, a realização das passadas do andar em bebês.

Palavras-chave: Locomoção, bebês, percepção-ação, experiência, obstáculo.

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the step walking organization during obstacle avoidance in infants with different walking experience. Thirty infants were distributed into three groups according with their independent walking experience: one, three and six months of walking experience. The task consisted of walking in a runway in two experimental conditions: without and with a foam obstacle with 2 cm high and 3 cm wide. Markers were placed on the joint centers in both infants' lower extremity and walking performances were videotaped in the sagittal plane for both sides, simultaneously. Three cycles for normal walking, three for supportive leg and three for approaching leg were digitized using the APAS system. Based on the espacial and temporal information, stride length, duration, cadence, velocity, duration of support and swing phases and relative phase between limb were calculated. The horizontal and vertical distances between foot and obstacle were also calculated for both supportive and approaching legs. The results indicated that the infants of group 1 walked with shorter stride length and slower velocity than the infants of group 2 and 3. The first group showed support phase greater than the second group. When infants had to step over the obstacle, they walked with shorter stride and slower velocity than when they did not have to step over the obstacle. Furthermore, the infants from group 2 and 3 showed lower cadence than infants from group 1 when stepping over the obstacle and smaller support and single support phases during stepping over the obstacle and second double support phase greater after stepping over the obstacle for the approaching leg. Also, the phase relative percentage regarding interlimb coordination for approaching limb was smaller and few variations in coordination pattern between the shank and thigh segments for approaching and supportive legs during obstacle avoidance were observed. The horizontal distance from the infants' foot and the obstacle was larger in the approaching leg compared with the supportive leg and similar among all three groups. The vertical distance for both legs was similar in group 1, increased for the group 2, and while this distance for supportive leg was similar for the group 3, the vertical distance for the approaching leg significantly decreased. These results suggest that experience can improve the coupling between sensory information and motor action and, consequently, the step walking organization in infants.

Key words: Locomotion, infants, perception-action, experience, obstacle.

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Ciclo da passada do andar normal (TCI - toque do calcanhar ipsilateral, PCC - perda do contato contralateral, TCC - toque do calcanhar contralateral, PCI - perda do contato ipsilateral, DS1 - primeiro duplo suporte, SS - suporte simples, DS2 - segundo duplo suporte.....	11
FIGURA 2. Localização das marcas afixadas nos centros articulares dos membros inferiores dos bebês.....	30
FIGURA 3. Representação esquemática da situação experimental, destacando o posicionamento das câmeras sobre o aparato de madeira.....	31
FIGURA 4. Média e desvio padrão do comprimento (a), velocidade (b), duração (c) e cadência (d) das passadas sem obstáculo (SO), e das pernas de abordagem (PA) e de suporte (PS) das passadas com obstáculo.....	39
FIGURA 5. Média e desvio padrão das fases de suporte (a), primeiro duplo suporte (b), suporte simples (c) e segundo duplo suporte (d) das passadas sem obstáculo (SO), e das pernas de abordagem (PA) e de suporte (PS) das passadas com obstáculo.....	41
FIGURA 6. Média e desvio padrão da fase relativa referente à coordenação intermembros das passadas sem obstáculo (SO), e das pernas de abordagem (PA) e de suporte (PS) das passadas com obstáculo.....	42
FIGURA 7. Média e desvio padrão da fase relativa referente à coordenação intramembros das passadas sem obstáculo (a), e das pernas de abordagem (b) e de suporte (c) das passadas com obstáculo de bebês com até 1 mês de experiência no andar independente; das passadas sem obstáculo (d), e das pernas de abordagem (e) e de suporte (f) das passadas com obstáculo de bebês com 3 meses de experiência no andar independente; e das passadas sem obstáculo (g), e das pernas de abordagem (h) e de suporte (i) das passadas com obstáculo de bebês com 6 meses de experiência no andar independente.....	44
FIGURA 8. Média e desvio padrão da DHPO (a) e da DVPO (b), das pernas de abordagem (PA) e de suporte (PS) das passadas com obstáculo.....	45

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Idade (meses), gênero(M/F), massa (kg), estatura (cm) e experiência no andar (meses) de bebês com até 1 mês de experiência no andar independente.....	28
TABELA 2. Idade (meses), gênero(M/F), massa (kg), estatura (cm) e experiência no andar (meses) de bebês com 3 meses de experiência no andar independente.....	29
TABELA 3. Idade (meses), gênero(M/F), massa (kg), estatura (cm) e experiência no andar (meses) de bebês com 6 meses de experiência no andar independente.....	29

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
3.1. Locomoção.....	5
3.1.1. Aquisição do Andar.....	5
3.1.2. Descrição do Andar.....	10
3.1.3. Características das Primeiras Passadas.....	12
3.1.4. Uso das Informações Sensoriais Durante a Locomoção.....	16
3.1.5. Uso da Informação Visual nos Primeiros Meses de Vida.....	17
3.1.6. Relacionamento Percepção-Ação no Início da Locomoção.....	19
3.1.7. Controle Visual na Locomoção.....	21
3.1.8. Locomoção e Ultrapassagem de Obstáculos.....	22
3.1.9. Desenvolvimento do Uso da Informação Visual no Controle da Locomoção...	24
4. MATERIAL E MÉTODO.....	27
4.1. Participantes.....	27
4.2. Procedimentos.....	30
4.3. Análise dos Dados.....	32
4.4. Análise Estatística.....	36
5. RESULTADOS.....	38
5.1. Variáveis Descritivas da Passada.....	38
5.2. Organização Temporal da Passada.....	40
5.3. Variáveis Referentes à Fase Relativa Entre os Membros.....	42
5.4. Variáveis Relacionadas ao Obstáculo.....	44
6. DISCUSSÃO.....	46
7. CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS.....	58
ANEXO A - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	66
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO.....	68
APÊNDICE B – FICHA DE COLETA DE DADOS.....	70

APÊNDICE C – MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS.....	72
APÊNDICE D – NÚMERO DE TENTATIVAS REALIZADAS.....	74
APÊNDICE E – FICHA DE DIGITALIZAÇÃO.....	76

1. INTRODUÇÃO

O andar é a forma de locomoção mais utilizada pelos seres humanos e, apesar de parecer simples, o comportamento motor do andar é muito complexo. Por esta razão, entender as mudanças desenvolvimentais que ocorrem durante a aquisição da locomoção bípede independente tem sido alvo de estudos de muitos pesquisadores. (p. ex., BRENIÈRE; BRIL; FONTAINE, 1989; BRIL; BRENIÈRE, 1993; CLARK; PHILLIPS, 1987; 1993; MCGRAW, 1940; THELEN, 1995; THELEN; FISHER; RIDLEY-JOHNSON, 1984; THELEN; ULRICH, 1991; ZELAZO, 1983). Para aprender a andar a criança necessita de força muscular suficiente para suportar o peso corpóreo e estabilidade para compensar mudanças no equilíbrio enquanto anda, adaptando estabilidade e mobilidade. Ainda, precisa desenvolver habilidade para adequar as passadas às propriedades do ambiente, como obstáculos ou superfícies irregulares que se encontram no trajeto. Portanto, aprender a andar não é uma tarefa fácil para o bebê, pois implica na realização de habilidades funcionais complexas que apenas são alcançadas por volta do final do primeiro ano de vida.

Tendo em vista que o andar implica em deslocamento de vários segmentos corporais em relação a outros segmentos e do corpo pelo ambiente, para uma realização efetiva do andar há a necessidade de obter informações acuradas acerca dos objetos com relação ao movimento do próprio corpo e com relação ao ambiente. A visão é uma fonte de informação sensorial de grande importância para o controle dos movimentos, pois as informações provenientes do sistema visual podem proporcionar o reconhecimento de objetos e eventos presentes no ambiente. Para se locomover interagindo com um ambiente complexo é preciso ser capaz de captar as informações provenientes do sistema visual, integrá-las com as

informações provenientes dos demais canais sensoriais e destacar a informação relevante a fim de utilizá-la para elaboração de uma resposta motora eficiente.

Diversos estudos têm sido realizados a fim de demonstrar como a informação visual influencia no desenvolvimento de algumas ações motoras. No entanto, pouco se sabe sobre a influência da informação visual para realização de habilidades motoras específicas durante os primeiros meses de vida, como por exemplo, a realização de passadas durante a aquisição da locomoção independente. Muitos estudos têm demonstrado que a informação visual é utilizada desde muito cedo no desenvolvimento do controle motor (p. ex., BERTENTHAL; BAI, 1989; BERTHENTAL; ROSE; BAI, 1997; BUTTERWORTH; HICKS, 1977; DELORME; FRIGON; LAGACÉ, 1989; HIGGINS; CAMPOS; KERMOIAN, 1996; JOUEN, 1988; JOUEN; LEPECQ; GAPENNE; BERTENTHAL; 2000). De forma geral, estes estudos evidenciaram que a utilização da informação visual no controle dos movimentos tem início desde os primeiros dias de vida e que esta relação se aprimora de acordo com o desenvolvimento de habilidades motoras do bebê. Desta forma, a utilização da informação sensorial relevante para o controle motor parece ocorrer conforme o relacionamento entre informação sensorial e ação motora torna-se mais estável e coerente. Assim, experiência em determinada habilidade motora parece produzir condições para o bebê melhor utilizar e integrar informações sensoriais para coordenar e controlar a realização de tarefas motoras.

Apesar dos muitos estudos evidenciarem que a informação visual influencia no desenvolvimento de habilidades motoras de bebês, ainda não se sabe quando o bebê começa a levar em consideração as informações provenientes do sistema visual para adequar suas passadas às exigências do ambiente e quais as alterações que o uso desta informação provoca na realização destas passadas.

De acordo com Horak e MacPerson (1996), o controle dos movimentos em uma situação desejada ocorre em função do relacionamento dinâmico entre informação sensorial sobre o corpo em relação ao ambiente e da produção de atividade muscular apropriada para manter o equilíbrio e a orientação postural. Assim, recentemente tem sido sugerido que habilidades motoras adquiridas pelos bebês ocorrem devido à exploração e seleção, com a finalidade de encontrar soluções requeridas nestas novas tarefas (THELEN, 1995). Neste sentido, no início da locomoção bípede independente, os bebês utilizam as informações sensoriais provenientes de ações realizadas anteriormente para a realização das ações motoras atuais e conforme vão adquirindo experiência na locomoção, por exemplo, os bebês passam a ser capazes de destacar as informações relevantes e utilizá-las para realizar

ajustes posturais necessários para elaboração de resposta motora eficiente, refinando o padrão do andar. Neste sentido se faz necessário saber quando o bebê começa a utilizar de forma eficiente as informações provenientes dos sistemas sensoriais para refinar a realização das primeiras passadas do andar.

Levando em consideração que o bebê se desenvolve em um ambiente complexo, construído em função das demandas do adulto, e que os sistemas perceptivo e motor, assim como o controle postural ainda se encontram em desenvolvimento, é importante considerar que o bebê precisa se adequar as restrições referentes ao organismo, ambiente e tarefa para desenvolver um padrão locomotor maduro. A presença de obstáculos no cotidiano dos bebês influencia a realização de habilidades motoras, principalmente com relação à locomoção ereta. Por este motivo, estratégias de ultrapassagem de obstáculos têm sido estudadas para analisar estratégias de controle tanto em adultos (p. ex., KRELL; PATLA, 2002; PATLA; PRENTICE; GOBBI, 1996; PATLA; VICKERS, 1997; SPARROW; SHINKFIELD; CHOW; BEGG, 1996) como em crianças (p. ex., GOBBI, 1996; GRASSO; ASSAIANTE; PRÉVOST; BERTHOZ, 1998; KINGSNORTH; SCHMUCKLER, 2000; MCFADYEN; MALOUIN; DUMAS, 2001; PATLA; PRENTICE; GOBBI, 1996; SCHMUCKLER, 1996). De acordo com Kingsnorth e Schmuckler (2000), o paradigma de ultrapassagem de obstáculos permite a investigação do desenvolvimento percepto-motor do bebê. Neste sentido, parece ser pertinente utilizar este paradigma para investigar o desenvolvimento das passadas do andar em bebês visando verificar o uso de informações sensoriais para organizar essas passadas.

2. OBJETIVOS

Objetivo Geral:

- Verificar a organização das passadas em bebês com diferentes experiências no andar durante a ultrapassagem de um obstáculo.

Objetivos Específicos:

1. Examinar a organização temporal das fases da passada do andar com e sem a presença de obstáculo em bebês com diferentes experiências no andar;
2. Examinar a coordenação inter e intramembros da passada do andar com e sem a presença de obstáculo em bebês com diferentes experiências no andar;
3. Examinar a relação espacial entre a passada e o obstáculo em bebês com diferentes experiências no andar.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Tendo em vista a proposta deste estudo que envolve a realização do andar por bebês, a revisão de literatura está organizada para cobrir os principais aspectos de locomoção em bebês. Assim, uma breve revisão sobre a aquisição e a definição do andar é apresentada. Posteriormente, são discutidos aspectos sobre o uso das informações sensoriais na locomoção. Finalmente, aspectos sobre a locomoção sobre obstáculos são discutidos.

3.1. Locomoção

3.1.1. Aquisição do Andar

No primeiro ano de vida ocorre uma série de aquisições importantes que marcam o desenvolvimento motor do bebê. As habilidades tais como sustentar a cabeça, rolar, sentar, engatinhar, ficar de pé e andar ocorrem em ordem sucessiva e são dependentes de uma série de fatores. A aquisição destas habilidades motoras, principalmente no primeiro ano de vida, é tema de interesse de muitos estudiosos. Dentre as habilidades adquiridas pelo bebê, destaca-se a aquisição do andar independente. Os primeiros passos do bebê têm sido extensamente investigados, pois a passagem da postura horizontal para postura vertical e, conseqüentemente, o desenvolvimento da locomoção ereta, implica na aquisição de habilidades funcionais complexas, que retratam e promovem mudanças dramáticas no

repertório motor dos bebês. Talvez pelo fato da locomoção ereta ser uma habilidade fundamental para a funcionalidade humana, independente de raças e culturas, entender as mudanças desenvolvimentais que marcam a aquisição e o refinamento do andar independente continua sendo motivo de muitos estudos.

A aquisição da locomoção bípede independente ocorre no final do primeiro ano de vida (CAPUTE; SHAPIRO; PALMER; ROSS; WACHTEL, 1985; FRANKENBURG; DODDS; ARCHER; SHAPIRO; BRESNICK, 1992; YAGURAMAKI; KIMURA, 2002), porém ao longo desse período, diversos fatores influenciam a ocorrência dos movimentos de passadas em bebês. Por exemplo, quando bebês são suportados e mantidos na posição ereta, com o tronco inclinado para frente e os pés em contato com uma superfície rígida, eles são capazes de desencadear movimentos reflexivos de passadas. Porém estes movimentos semelhantes às passadas do adulto tendem a desaparecer por volta de dois meses de idade, reaparecendo no final do primeiro ano de vida. Este fenômeno de desaparecimento e posterior reaparecimento de movimentos de passadas em bebês tem influenciado muitos estudos sobre a aquisição da locomoção bípede independente (p. ex., BERNSTEIN, 1967; MCGRAW, 1940; THELEN; FISHER, 1982; THELEN; FISHER; RIDLEY-JOHNSON, 1984; THELEN; SMITH, 1994; THELEN; ULRICH, 1991; ZELAZO, 1983).

Defensores da teoria maturacional, por exemplo, McGraw (1940) e Zelazo (1983), sugeriram que os movimentos reflexivos de passadas em bebês desaparecem por volta dos 2 a 6 meses e voltam a aparecer em torno de 10 a 12 meses de idade devido à maturação do SNC, onde o controle deste comportamento passaria de involuntário para voluntário. Por outro lado, na visão dinâmica derivada das propostas de Bernstein (1967), o SNC exibe papel importante para o controle motor, porém fatores periféricos também contribuem para realização destes movimentos (THELEN, 1986).

Na visão de Thelen e colaboradores (THELEN, 1995; THELEN; FISHER, 1982; THELEN; FISHER; RIDLEY-JOHNSON, 1984; THELEN; SMITH, 1994; THELEN; ULRICH, 1991), o desaparecimento dos movimentos reflexivos de passadas em bebês está associado a alterações no peso corporal dos mesmos. O acúmulo de tecido adiposo nas pernas dos bebês impossibilitaria a realização de tais movimentos devido ao fato dos bebês não apresentarem força muscular suficiente para tal tarefa, sugerindo que fatores periféricos como massa muscular, alongamento muscular, gravidade e inércia podem influenciar no desenvolvimento de habilidades motoras. Zelazo (1983) sugeriu ainda que movimentos voluntários de membros inferiores realizados no dia a dia de bebês acelerariam o início do andar independente. Mais recentemente, Thelen e Ulrich (1991) verificaram que a utilização

de uma esteira motorizada influencia no aparecimento dos movimentos reflexivos de passadas em bebês, proporcionando um padrão de coordenação de movimentos de membros inferiores semelhante ao andar adulto.

Desta forma, o aparecimento, desaparecimento e posterior reaparecimento dos movimentos de passadas em bebês durante o primeiro ano de vida são uma consequência da interação entre restrições do organismo, ambiente e tarefa, sugerindo uma visão multicausal para o desenvolvimento motor, a qual reflete no repertório de habilidades motoras dos bebês (THELEN, 1986). A locomoção bípede independente, por exemplo, requer a manutenção da postura ereta, movimento para frente e habilidade para controlar os segmentos corpóreos mantendo-os em equilíbrio. Para tanto, é preciso, além dos comandos centrais, propriedades biomecânicas e energéticas, assim como informações sobre o ambiente e tarefas específicas (LEDEBT; BRENIÈRE, 1994; ULRICH, 1989). Desta forma e com base nos estudos sobre os movimentos reflexivos das passadas, pode-se sugerir que a aquisição do andar é também influenciada por vários fatores do organismo e do ambiente.

O início da locomoção bípede independente é entendido como a habilidade para realizar uma seqüência de passos sem cair, na posição ereta sem apoio (LEDEBT; BRIL, 2000). A aquisição da locomoção bípede independente ocorre entre 9 e 17 meses (CAPUTE; SHAPIRO; PALMER; ROSS; WACHTEL, 1985; FRANKENBURG; DODDS; ARCHER; SHAPIRO; BRESNICK, 1992; YAGURAMAKI; KIMURA, 2002), considerando que crianças de mesma idade cronológica podem ter um período diferente de aquisição do andar. Diversos autores consideram a idade de um ano como um marco para a aquisição desta habilidade (p. ex., ADOLPH; EPPLER; GIBSON, 1993; BRENIÈRE; BRIL; FONTAINE, 1989; CLARK; PHILLIPS, 1993; MCFADYEN; MALOUIN; DUMAS, 2001; ULRICH, 1989). No entanto, há controvérsias quanto ao número de passadas que define o marco de aquisição desta habilidade. Por exemplo, o início do andar independente pode ser definido como o momento em que o bebê consegue realizar dez passadas (SCHMUCKLER, 1996); entre cinco e dez passadas (BRENIÈRE; BRIL, 1998; BRENIÈRE; BRIL; FONTAINE, 1989); entre três e cinco passadas (BRIL; BRENIÈRE, 1989; 1993; LEDEBT; BRENIÈRE, 1994); e três passadas independentes (CLARK; PHILLIPS, 1987; 1993; CLARK; WHITALL; PHILLIPS, 1988; LEDEBT, 2000).

Para aprender a andar, a criança necessita de um complexo padrão de contração muscular, força muscular suficiente para suportar o peso corpóreo e estabilidade para compensar mudanças no equilíbrio enquanto anda, adaptando estabilidade e mobilidade (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 1995). A criança necessita ainda adquirir habilidade

para adaptar a marcha às mudanças no ambiente como, por exemplo, passar por obstáculos ou superfícies irregulares. Portanto, três requisitos são necessários para uma locomoção com sucesso: padrão coordenado de passadas, permitindo a progressão do corpo para frente; controle do equilíbrio, desenvolvendo estabilidade e mobilidade e, finalmente, habilidade para modificar o andar, adaptando as passadas a alterações na superfície (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 1995). Desta forma, apesar de muitos componentes que contribuem para locomoção independente serem funcionais antes da criança dar os primeiros passos, restrições relacionadas ao sistema de controle postural como, por exemplo, força muscular e equilíbrio ineficiente, não permitem o aparecimento da locomoção bípede independente antes do primeiro ano de vida (THELEN, 1986).

Enquanto estar de pé é considerado um equilíbrio estático, andar requer um equilíbrio dinâmico, com uma base de suporte que muda constantemente, podendo ser caracterizado por uma sucessão de posturas unipedal e bipedal (BRIL; BRENIÈRE, 1993). De acordo com Bril e Brenière (1993), durante a postura bipedal no andar independente (fase de duplo suporte), o centro de pressão do pé muda de um pé para o pé contralateral e o desequilíbrio durante esta fase é minimizado com a projeção do centro de gravidade para dentro da base de suporte. Durante a fase de suporte simples (correspondente à fase de balanço da perna contralateral), o centro de pressão do pé está abaixo do pé de suporte e o centro de gravidade do corpo é acelerado para frente e em direção à perna de balanço ao mesmo tempo. Nesta fase de postura unipedal, a projeção do centro de gravidade no solo não se encontra mais dentro da base de suporte. Desta forma, o bebê se encontra em uma situação dinâmica para frente e sujeito à queda lateral para o mesmo lado do pé de apoio, ou seja, o bebê se encontra em uma fase de desequilíbrio.

Similarmente, durante o andar, a trajetória da projeção do centro de gravidade e a trajetória do centro de pressão do pé não são sobrepostas. Quanto maior a distância entre os dois, maior o desequilíbrio. Somente durante a fase de duplo suporte é que as duas trajetórias se cruzam, minimizando o desequilíbrio. Assim, do ponto de vista biomecânico, o maior problema para o bebê durante o período de aquisição do andar é controlar a distância entre o centro de pressão do pé e a projeção do centro de gravidade no solo em uma situação dinâmica, a fim de manter um bom equilíbrio (BRIL; BRENIÈRE, 1993). Desta forma, o bebê somente conseguirá realizar um padrão locomotor eficiente quando for capaz de controlar postura e equilíbrio em uma situação dinâmica e produzir sucessivas fases de desequilíbrio e recuperação do equilíbrio, necessário para a realização do andar.

O controle dos movimentos em uma posição desejada ocorre em função de um relacionamento dinâmico entre informação sensorial sobre o corpo com relação ao ambiente e a produção de ativação muscular apropriada para manter o equilíbrio e orientação postural (HORAK; MACPHERSON, 1996). As novas habilidades motoras adquiridas pelos bebês ocorrem devido à exploração e à seleção das informações sensoriais disponíveis com a finalidade de encontrar soluções para uma nova tarefa. Assim, os bebês mudam seus padrões de movimentos para descobrir a melhor forma de executar a ação, baseados nos objetivos e na funcionalidade da mesma (THELEN, 1995). Com base nesta proposta, no início da locomoção bípede independente, o bebê estaria explorando as conseqüências provenientes das ações motoras realizadas para incorporar nas próximas ações motoras. Com o aumento da experiência na locomoção, o bebê estaria melhor utilizando as informações sensoriais, integrando-as e refinando o controle da musculatura envolvida e, conseqüentemente, refinando o padrão do andar.

Bril e colaboradores (BRENIÈRE; BRIL; FONTAINE, 1989; BRIL; BRENIÈRE, 1989; 1993) analisaram a emergência da locomoção bípede independente e sugeriram que aprender a andar é um processo de duas fases. A fase inicial, que corresponde aos primeiros 4 ou 5 meses após o início da locomoção independente, é uma fase de integração, na qual a criança aprende a coordenar postura e movimento em uma situação dinâmica. Esta fase é caracterizada por uma longa duração da fase de duplo suporte (apoio bipedal), interpretada como um período necessário para recuperar o equilíbrio, uma curta duração da fase de suporte simples (postura unipedal), interpretada como um indicador de instabilidade, e uma base de suporte alargada, a fim de proporcionar um aumento da estabilidade. A segunda fase, que se inicia após 4 ou 5 meses após o início do andar independente, é dedicada a um refinamento progressivo da regulação do padrão do andar, na qual a criança adquire maior estabilidade e gera ajustes posturais necessários para a realização do andar semelhante ao andar adulto. Estas autoras sugeriram ainda que é durante a primeira fase do andar que a criança aprende a integrar postura dentro de movimentos locomotores e somente na segunda fase é que a criança aprende a integrar informações sensoriais disponíveis para realização de ações motoras. Nesta visão, a primeira fase do aprendizado do andar é essencial para que a criança alcance a nova posição desejada, postura bípede com base de suporte dinâmica. Na segunda fase, quando a criança ganha experiência nesta nova posição, ela começa a melhor utilizar as informações sensoriais para controlar mais adequadamente as ações motoras relacionadas à postura bípede dinâmica e aos movimentos da passada frente às

demandas do ambiente, refinando assim o padrão do andar, tanto no padrão locomotor quanto na sua funcionalidade.

3.1.2. Descrição do Andar

O andar é uma atividade cíclica, caracterizado por fases de perda e retomada do equilíbrio, com o intuito de deslocar o corpo de um ponto a outro com segurança e economia de energia. Apesar de parecer simples, esta habilidade motora é muito complexa, tanto que crianças a adquirem apenas no final do primeiro ano de vida. Para realização de uma locomoção eficiente é preciso que haja integração das informações provenientes dos sistemas sensoriais com a finalidade de modular o sistema efector e, consequentemente, manter a posição bípede em uma base de suporte dinâmica.

No andar normal, um ciclo da passada corresponde ao movimento de um membro inferior que se estende do toque do seu calcanhar até o próximo toque desse mesmo calcanhar. O ciclo da passada é dividido em duas fases: fase de suporte (FS) e fase de balanço (FB) (NORKIN, 1993). A FS, que constitui aproximadamente 60% do ciclo do andar, é definida como o intervalo em que o pé do membro ipsilateral está em contato com o solo. A FB, que constitui aproximadamente 40% do ciclo do andar, é definida como o intervalo do ciclo em que o pé do membro ipsilateral está avançando no espaço e, portanto, não está em contato com o solo. Ainda, a FS pode ser dividida em três subfases, sendo primeiro duplo suporte (DS1), suporte simples (SS) e segundo duplo suporte (DS2). Alguns eventos são destacados durante o ciclo do andar normal com a finalidade de dividi-lo em fases. Esses eventos, usados para caracterizar o início e o final de cada fase são: toque do calcanhar ipsilateral (TCI), perda do contato do pé contralateral (PCC), toque do calcanhar contralateral (TCC) e perda do contato do pé ipsilateral (PCI). Os eventos de uma passada e as respectivas fases podem ser observados na Figura 1. Estas fases se alternam entre os membros inferiores, ocorrendo um relacionamento intermembros e permitindo uma simetria no decorrer do andar. Esta coordenação entre os membros inferiores equivale a 50% fora de fase, no qual, enquanto um membro inicia a FB, o outro se encontra na FS. Ainda, a fase de DS1 de um membro corresponde à fase de DS2 do membro contralateral e apresentam 10% do ciclo da passada (SAAD, 1997).

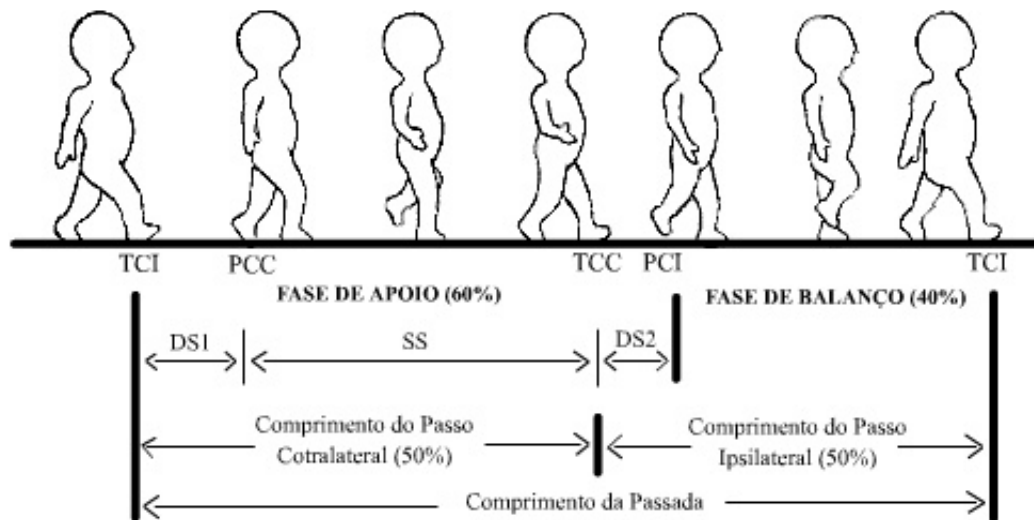


Figura 1. Ciclo da passada do andar normal (TCI - toque do calcanhar ipsilateral, PCC - perda do contato contralateral, TCC - toque do calcanhar contralateral, PCI - perda do contato ipsilateral, DS1 - primeiro duplo suporte, SS - suporte simples, DS2 - segundo duplo suporte).

A FS corresponde ao intervalo de tempo onde o membro ipsilateral está em contato com o solo durante um ciclo da passada. Esta fase se inicia com o TCI no solo e se estende até a PCI com o solo. Como mencionado anteriormente, a FS apresenta subdivisões, sendo o DS1, o SS e o DS2. A fase de DS1 tem seu início no TCI e seu término na PCC. Durante esta fase, ocorre uma rápida flexão plantar do tornozelo de 10° passivamente induzida quando o peso é transferido para o calcanhar, resultando em uma báscula do calcanhar e auxiliando na progressão do corpo para frente. Ocorre ainda uma leve flexão do joelho de 15° provocada pela ação do pé para uma melhor absorção do choque. A atividade do quadríceps impede uma flexão exagerada do joelho e ocorre uma extensão do quadril, sendo estabilizada pelos músculos glúteo máximo e adutor magno. A transferência do peso a frente promove uma adução do quadril, a qual é controlada pela ação muscular dos glúteos médio e mínimo (NORKIN, 1993).

Após a fase de DS1, ocorre a fase de SS, onde apenas o membro ipsilateral tem contato com o solo. Esta fase tem início na PCC e término no TCC, enquanto o membro contralateral realiza o balanço. Durante esta fase, ocorre uma dorsiflexão do tornozelo de 5° para 10° e uma flexão do joelho em torno de 18° . A flexão do quadril diminui progressivamente e se inicia a extensão, permitindo que o tronco se mantenha ereto enquanto o membro permanece perpendicular ao solo. Com a elevação do membro contralateral, ocorre uma queda da pelve e, conseqüentemente, uma abdução do quadril para contrabalançar

(TELLINI; SAAD, 1997). Ainda, durante esta fase, o joelho é estendido até a posição neutra (em torno de 180° entre a coxa e a perna).

A terceira subfase, que ocorre após a fase de SS é a fase de DS2, na qual os dois membros estão em contato com o solo. Esta fase se inicia no TCC e termina na PCI. Durante esta fase, o tornozelo se move com 10° de dorsiflexão, sob ação muscular do soleus e gastrocnêmio. A estabilidade extensora do joelho e quadril ocorre por alinhamento passivo, e também pela abdução do quadril (TELLINI; SAAD, 1997). Nesta fase, a perna ipsilateral se prepara para a fase de balanço, assim, no final da fase de DS2 inicia-se a realização da propulsão para frente.

Na segunda fase do ciclo do andar, a FB, o membro inferior está avançando no espaço e, portanto, não há contato com o solo. Esta fase se inicia na PCI e se estende até o TCI. Durante esta fase, o membro oscila para frente como um pêndulo, sendo seu trajeto regulado pelos músculos do membro inferior. Conforme o membro vai avançando no espaço, ocorre uma ação flexora de 30° de quadril, uma diminuição passiva da flexão de joelho para 30° e uma dorsiflexão neutra do tornozelo, necessárias para o avanço do pé sem que haja contato deste com o solo. Ao final desta fase, ocorre uma ativação simultânea de extensores e flexores de quadril e joelho para uma estabilidade e preparação para a fase de apoio seguinte. Ainda, o quadril mantém uma flexão de 30° e o joelho estende para atingir um bom comprimento da passada e à medida que o joelho estende, o tornozelo continua em dorsiflexão neutra para atingir o contato do calcanhar com o solo (TELLINI; SAAD, 1997).

3.1.3. Características das Primeiras Passadas

Como mencionado anteriormente, o período de aquisição do andar independente não é semelhante para todas as crianças e, consequentemente, a sequência desenvolvimental de vários componentes presentes no início da locomoção pode variar entre crianças. Apesar destas variações entre crianças, algumas características comuns a todas as crianças nas primeiras passadas e nas passadas realizadas nos primeiros meses do andar independente podem ser observadas. Estas características são discutidas a seguir.

Uma das características mais marcante é a de que as crianças que adquiriram recentemente a habilidade locomotora não apresentam o toque de calcanhar no solo (FORSSBERG, 1985). Ainda, de acordo com Okamoto e Kumamoto (1972), durante os

primeiros dias após a aquisição do andar independente, o padrão das passadas é imaturo. De forma geral, os bebês parecem gerar força para propulsionar o corpo para frente, com inclinação do tronco, sendo a fase de balanço curta porque o bebê ainda não consegue manter o equilíbrio durante muito tempo numa única perna. Entre 10 e 15 dias após o início da locomoção independente, o bebê começa a reduzir a co-contracção muscular e, entre 50 e 85 dias após o início do andar, o padrão muscular começa a mostrar um relacionamento recíproco entre membros superiores e inferiores.

De acordo com Sutherland, Olsen, Cooper e Woo (1980), outras características comuns no início da locomoção incluem alta frequência de passos, ausência de movimentos de balanço recíproco entre membros superiores e inferiores, flexão de joelho durante a fase de suporte, inclinação pélvica e abdução de quadril durante a fase de balanço. Os bebês apresentam também flexão plantar de tornozelo na fase de contato do pé no solo e diminuição da flexão de tornozelo durante a fase de balanço, promovendo uma queda brusca do pé. Com dois anos de idade, a inclinação pélvica, abdução e rotação externa do quadril são diminuídas. O contato do calcanhar no solo e a flexão do quadril vão aparecendo e o balanço recíproco dos membros superiores e inferiores estão presentes em 75% das crianças. Ainda, a queda brusca do pé no solo desaparece durante a fase de balanço (SUTHERLAND; OLSEN; COOPER; WOO, 1980). Com 7 anos de idade, o padrão muscular durante a locomoção é muito similar ao padrão adulto (OKAMOTO; KUMAMOTO, 1972).

Bril e Brenière (1992) investigaram o controle postural dinâmico nos dois primeiros anos de locomoção bípede independente. Os resultados evidenciaram diminuição da largura dos passos depois de 3 meses do início do andar, que pode ser relacionada com a melhora na estabilidade postural. Segundo estas autoras, esta diminuição na largura dos passos pode ainda estar relacionada a um melhor ajustamento entre a posição relativa do centro de pressão do pé e a projeção do centro de gravidade no solo, para manter o equilíbrio e produzir forças propulsivas para realização do andar. Isto confirma a importância da largura da passada como um índice de estabilidade postural e, consequentemente, de controle postural (BRIL; BRENIÈRE, 1992).

Ainda, de acordo com Bril e Brenière (1992), durante os primeiros 2 ou 3 meses, dependendo da criança, a largura da passada é maior que o comprimento. Com a diminuição da largura da passada, ocorre um aumento do comprimento, da cadência e, consequentemente, da velocidade do andar. No entanto, a cadência tende a uma diminuição por volta do quinto mês após a aquisição do andar. A velocidade da passada aumenta nos primeiros seis meses de andar independente e depois permanece constante. Assim, o aumento

da velocidade e do comprimento das passadas ocorre com o aumento da experiência em realizar o andar. No entanto, no início da locomoção bípede independente, a criança não depende igualmente da cadência e do comprimento da passada para produzir o aumento da velocidade, mas depende essencialmente do comprimento da passada (CLARK; PHILLIPS, 1987).

Bril e Brenière (1993) analisaram parâmetros temporais, espaciais, aceleração vertical, centro de gravidade e velocidade, durante os quatro primeiros anos do andar independente. Os resultados mostraram que estes parâmetros mudaram dramaticamente durante os primeiros quatro ou cinco meses do andar independente e esta mudança se tornou mais gradativa durante os meses seguintes até os quatro anos após a aquisição do andar independente. Quanto à organização temporal da passada, estas autoras relatam que a duração da fase de duplo suporte tende a diminuir rapidamente no início da locomoção independente, apresentando uma redução de 33% da duração total da passada no início da locomoção independente e 25% nos 4 meses seguintes. Por outro lado, Okamoto e Kumamoto (1972) e Okamoto, Okamoto e Andrew (2003) verificaram que outros parâmetros do padrão maduro do andar, como por exemplo, mudanças desenvolvimentais relacionadas à atividade muscular nos membros inferiores durante a locomoção ocorrem apenas ao redor dos 7 anos de idade.

Aprender a andar não é uma tarefa simples para o bebê. Enquanto os adultos conseguem facilmente manipular as restrições que dificultam a realização da locomoção, os bebês precisam se esforçar a fim de encontrar uma solução para manter o equilíbrio na postura ereta e projetar o corpo para frente em um ambiente complexo. Essa tarefa se torna ainda mais difícil para o bebê, pois envolve a coordenação entre os dois membros inferiores e a coordenação das estruturas dentro de cada membro inferior. O membro inferior não é uma unidade única, sendo dividido pela articulação do joelho em dois segmentos que constituem a coxa e a perna (CLARK; PHILLIPS, 1993). Além destes segmentos maiores, o pé também constitui um segmento de grande importância para realização do andar, sendo a articulação do tornozelo voltada inicialmente à absorção de energia mecânica e, posteriormente, à propulsão do pé (WINTER, 1983a). Para realizar uma locomoção eficiente na posição ereta, o bebê necessita coordenar de maneira adequada os dois membros inferiores e também coordenar os segmentos coxa, perna e pé em cada membro, a fim de alcançar estabilidade e mobilidade para frente.

Na locomoção bípede, o ciclo da passada pode ser examinado em termos de organização entre os dois membros (coordenação intermembros) ou dentro do mesmo membro (coordenação intramembro). A coordenação intermembros está vinculada ao

relacionamento entre o ciclo da passada de uma perna e o ciclo da passada da outra perna. Já a coordenação intramembro está vinculada em como os componentes de uma perna (p. ex., músculos e articulações) se relacionam com outros segmentos da mesma perna (CLARK; PHILLIPS, 1991). Ambas análises têm grande potencial para produzir importante informação sobre princípios organizacionais do movimento.

Clark e colaboradores (CLARK; PHILLIPS, 1987; 1991; 1993; CLARK; TRULY; PHILLIPS, 1990; CLARK; WHITALL; PHILLIPS, 1988) analisaram características da organização temporal e espacial da passada, como por exemplo, a coordenação intra e intermembros. Clark, Whittall e Phillips (1988) analisaram a organização da coordenação intermembros em bebês que adquiriram recentemente o andar com e sem apoio e em bebês com 0,5, 1, 3 e 6 meses de experiência no andar, evidenciando o padrão de organização dos membros inferiores através de fase temporal e espacial. Os resultados mostraram que desde as primeiras passadas e até os primeiros seis meses de locomoção independente, os bebês são capazes de manter um relacionamento de fase entre as duas pernas ao redor de 50%. No entanto, os bebês que adquiriram recentemente o andar apresentaram uma variabilidade maior para o relacionamento de fase na coordenação intermembros. Porém, após três meses de experiência no andar, os bebês demonstraram uma variabilidade mínima, similar ao padrão adulto, sugerindo que a experiência na locomoção independente promove um padrão de organização de membros inferiores mais estável.

Clark e Phillips (1993) examinaram o desenvolvimento da coordenação intramembro durante o primeiro ano de andar independente. O relacionamento entre o movimento dos segmentos coxa e perna com a coordenação intramembro foi examinado utilizando o modelo de atratores ciclo limite. Os resultados evidenciaram que, no início do andar, o sistema apresentava muita instabilidade, porém com 3 meses de experiência no andar, os bebês apresentavam um padrão coordenativo entre os segmentos coxa e perna semelhante aos adultos. No entanto, a variabilidade no padrão de coordenação intramembro apresentada pelos bebês foi muito grande, alcançando níveis de estabilidade somente após 12 meses de experiência na locomoção independente.

Com base nesses resultados, o desenvolvimento da coordenação intermembros parece ocorrer simultaneamente ao desenvolvimento da coordenação intramembros embora a instabilidade observada se desenvolva diferentemente para a coordenação inter e intramembros. Desta forma, as passadas vão se tornando mais estáveis conforme os bebês vão aumentando sua experiência na locomoção independente, não apenas na coordenação inter e intramembros, mas também nas várias outras variáveis apresentadas anteriormente.

3.1.4. Uso das Informações Sensoriais Durante a Locomoção

Durante o processo de aprendizagem do andar, os bebês além de não contarem com o controle da postura e do equilíbrio totalmente desenvolvidos, ainda se deparam com um ambiente complexo, construído em função das necessidades dos adultos. Desta forma, além dos bebês realizarem a tarefa de manutenção da postura ereta em uma base de suporte dinâmica, eles ainda precisam se interagir com as propriedades e demandas do ambiente. Nesse sentido, para realização de uma locomoção segura e eficiente, os bebês precisam ser capazes de utilizar as informações disponíveis no ambiente. Para modular precisamente o padrão locomotor de acordo com o meio ambiente, os sinais sensoriais são cruciais (GOBBI; PATLA, 1997). As informações sensoriais provenientes dos sistemas visual, vestibular e somatossensorial são importantes fontes de informações durante a realização das passadas do andar.

O sistema visual extrai dois tipos de informações do meio ambiente: informação exteroceptiva e informação exproprioceptiva (GIBSON, 1979). A informação exteroceptiva refere-se à identificação da localização e formas dos objetos e superfícies no ambiente. Para se locomover de forma eficiente em uma superfície irregular, por exemplo, é preciso conhecer as características do terreno, bem como as estruturas presentes no referido trajeto, tais como móveis ou obstáculos. De acordo com Adolph, Eppler, Marin, Weise e Clearfield (2000), os bebês conseguem detectar as propriedades de objetos e eventos através de atividade exploratória visual e tátil. Assim, durante a locomoção em terrenos irregulares, as propriedades exteroceptivas são necessárias para o planejamento de mudanças adaptativas a serem executadas.

A informação exproprioceptiva refere-se à identificação das partes do corpo relativas umas as outras e relativas aos objetos e eventos no ambiente. No caso da locomoção em terrenos irregulares, por exemplo, os sinais exproprioceptivos são importantes para controlar a elevação da perna que irá ultrapassar o obstáculo (PATLA; PRENTICE; GOBBI, 1996). Assim, a informação visual monitora a posição do obstáculo e a elevação da perna de abordagem, fornecendo informação sobre a velocidade e a orientação do corpo e seus segmentos em relação ao obstáculo. No entanto, quando a perna de suporte está ultrapassando o obstáculo, ambos a perna de suporte e o obstáculo estão fora do campo visual. Assim, a

perna de suporte realiza a tarefa apenas com a informação exteroceptiva e a informação somatossensorial proveniente da perna de abordagem (GOBBI; PATLA, 1997). Para perceber e agir no ambiente, o bebê deve ser capaz de extrair e integrar as informações exteroceptivas e exproprioceptivas a fim de modular o sistema efector para realização de uma habilidade motora. Desta forma, a informação visual tem grande importância durante a aquisição de habilidades motoras como, por exemplo, o andar independente.

Uma das características marcantes que distingue a informação visual das demais informações sensoriais é que a mesma pode fornecer informação sobre pessoas, superfícies e outros objetos presentes no ambiente mesmo que estes estejam a uma certa distância do observador (KANDEL, 1991). De acordo com Kandel, Schwartz e Jessell (1995), o sistema visual tem duas maneiras de detectar o movimento: uma baseada no movimento da imagem e a outra baseada no movimento da cabeça e dos olhos. A detecção pelo movimento da imagem ocorre quando os olhos estão fixos e a imagem de um objeto em movimento atravessa a retina, as informações sobre o movimento são retransmitidas através dos disparos sequenciais dos receptores da retina. A detecção pelo movimento da cabeça e dos olhos ocorre quando os olhos seguem um objeto e a imagem do objeto em movimento cai em um lugar da retina, o cérebro infere o movimento do objeto a partir das informações sobre o movimento dos olhos ou da cabeça. As informações sobre o movimento se originam nas grandes células ganglionares da retina (magnocelulares) e os sinais aí produzidos são conduzidos através das camadas magnocelulares do núcleo geniculado lateral para várias camadas do córtex visual (KANDEL; SCHWARTZ; JESSELL, 1995; MASON; KANDEL, 1991). As informações sobre o movimento são usadas para três propósitos comportamentais: a percepção dos objetos móveis, a manutenção dos movimentos oculares que os seguem, e a orientação dos movimentos corporais através do ambiente (KANDEL; SCHWARTZ; JESSELL, 1995).

Apesar deste corpo de conhecimento sobre o funcionamento do sistema visual, pouco se sabe como informações visuais são utilizadas durante a aquisição de habilidades motoras, especialmente nos primeiros meses e anos de vida. A seguir, uma revisão de alguns trabalhos sobre este aspecto é apresentada.

3.1.5. Uso da Informação Visual nos Primeiros Meses de Vida

As informações provenientes do sistema visual também são importantes para fornecer informação sobre os movimentos corporais e são utilizadas desde muito cedo no desenvolvimento do controle motor. Pouco se sabe sobre a influência da informação visual no controle da locomoção durante a aquisição da mesma nos primeiros meses de idade, porém alguns estudos têm sido realizados a fim de demonstrar a influência da informação visual no desenvolvimento do controle motor e postural. Portanto, são apresentados alguns estudos sobre este aspecto, enfatizando a importância da informação visual para o desenvolvimento do controle postural em bebês.

A informação visual parece ser utilizada no controle motor e postural desde os primeiros dias após o nascimento. Jouen (1988) analisou o controle proprioceptivo-visual em bebês recém-nascidos, mensurando a compensação postural da cabeça. Os resultados mostraram que reações apropriadas da cabeça em relação ao fluxo óptico podem ser observadas em bebês mesmo com três dias de vida. Mais recentemente, Jouen, Lepecq, Gapenne e Bertenthal (2000) confirmaram que bebês são sensíveis ao fluxo óptico desde os primeiros dias de vida e este fluxo é utilizado para o controle motor.

A manipulação das informações provenientes dos sistemas sensoriais produz alterações no funcionamento do sistema de controle postural. Desta forma, a informação visual tem sido manipulada a fim de verificar as mudanças geradas por esta manipulação na manutenção de uma determinada posição corporal. Lee e colaboradores (p. ex., LEE; ARONSON, 1974; LEE; LISHMAN, 1975) utilizaram o paradigma experimental denominado "sala móvel" para manipular a informação visual e examinaram o efeito desta manipulação no funcionamento do sistema de controle postural. Lee e Aronson (1974) utilizaram uma sala móvel com movimentos discretos para analisar o controle postural em bebês que estavam aprendendo a ficar em pé e verificaram que os bebês oscilavam na direção específica do movimento da sala (para frente ou para trás), sugerindo que a visão periférica é importante para manutenção da estabilidade postural.

O paradigma da sala móvel foi também utilizado por Higgins, Campos e Kermoian (1996) para demonstrar que bebês de 8,5 meses sem experiência locomotora mostraram uma compensação mínima para fluxo óptico periférico frente a movimento discreto da sala móvel. Por outro lado, bebês da mesma idade, porém com experiência em engatinhar ou andar com suporte, mostraram compensação altamente significativa ao fluxo óptico periférico. Os autores sugeriram que experiência locomotora pode alterar a influência da informação visual para o sistema de controle postural, melhorando o acoplamento entre informação visual e ação motora. Da mesma forma, Bertenthal, Rose e Bai (1997) analisaram

bebês com diferentes faixas etárias (5, 7, 9 e 13 meses) na posição sentada em duas frequências distintas (0,3 e 0,6 Hz) de movimento da sala. As respostas posturais destes bebês tornaram-se mais coerentes conforme os bebês adquiriam experiência na posição sentada. Portanto, estes resultados indicam que experiência na realização de uma determinada habilidade motora parece fortalecer o acoplamento entre informação visual e ação motora, pelo menos com relação ao controle postural.

De forma geral, estes resultados indicam que a informação visual é utilizada no controle dos movimentos desde os primeiros dias de vida e que esta relação continua ao longo do processo de desenvolvimento motor. Para tanto, é necessário que o bebê, além de realizar o padrão motor desejado, também seja capaz de refinar tal padrão. Para que este refinamento seja alcançado, o bebê precisa ser exposto a ciclos repetidos de percepção-ação, nos quais as consequências da ação motora são obtidas e avaliadas, propiciando que a informação sensorial relevante seja selecionada e utilizada para a realização da próxima ação motora (THELEN, 1995; BARELA, 2000).

Desta forma, parece ser pertinente sugerir que o uso da informação visual nos primeiros meses de vida influencia o desenvolvimento do controle postural, entretanto, pouco se sabe sobre a influência deste canal sensorial durante a fase de aquisição de habilidades motoras nos primeiros meses de vida. Neste sentido, a questão que surge é: quando os bebês começam a levar em consideração as informações provenientes do sistema visual para adequar suas passadas às exigências do ambiente? E quais as alterações que o uso desta informação provocam nestas passadas? A seguir uma revisão sobre as características desenvolvimentais das primeiras passadas relacionadas à utilização da informação visual é apresentada.

3.1.6. Relacionamento Percepção-Ação no Início da Locomoção

De acordo com Thelen (1995), bebês podem ser sensíveis a múltiplos estímulos sensoriais conseqüentes de seus movimentos e podem utilizar essa informação para selecionar e refinar padrões de movimentos futuros. Barela, Jeka e Clark (1999) sugeriram que bebês com 2 meses de experiência no andar são capazes de utilizar a informação sensorial para orientação postural, com base em um relacionamento "feedforward" entre informação sensorial e orientação corporal. Estes autores sugeriram ainda que, no início do andar

independente, os bebês estão começando a formar um quadro de referência que permitirá o controle do centro de massa na posição ereta na situação de equilíbrio dinâmico necessário para a realização do andar independente. Com o aumento na experiência no andar, o bebê consegue utilizar a informação sensorial para estimar e controlar o centro de massa, desenvolvendo uma representação interna da orientação corporal. Neste sentido, o relacionamento entre informação sensorial e ação motora se torna mais estável à medida que o bebê vai adquirindo mais experiência na realização da locomoção independente.

De acordo com Metcalfe e Clark (2000), os bebês utilizam informações sensoriais durante o desenvolvimento da postura ereta e locomoção com vários propósitos. Eles argumentaram que os bebês primeiramente utilizam a informação sensorial somente para estabilizar o equilíbrio e posteriormente para reduzir a oscilação entre os segmentos corporais. Desta forma, os bebês utilizam a informação sensorial para estabelecer e refinar o relacionamento percepção-ação e melhorar o controle postural na manutenção da posição ereta e na realização da locomoção. Este relacionamento coerente entre percepção e ação promove o desenvolvimento de um modelo interno para controlar a orientação corporal. O desenvolvimento deste modelo interno requer atividade exploratória com o intuito de descobrir e entender o relacionamento funcional entre as informações sensoriais relativas ao repertório de ações motoras do bebê (METCALFE; CLARK, 2000).

Da mesma forma, Adolph, Eppler, Marin, Weise e Clearfield (2000) retrataram a importância dos processos exploratórios para o acoplamento percepção-ação no controle da locomoção em bebês. Na visão proposta por estes autores, processos exploratórios são movimentos que geram informações ou permitem a percepção da informação relevante para planejar ações futuras. Adolph, Eppler, Marin, Weise e Clearfield (2000) propõem três tipos distintos de desenvolvimento da atividade exploratória: exploração pela distância; exploração por contato direto; e exploração por meios alternativos. O primeiro tipo de atividade exploratória utilizada fornece informação sobre a distância, permitindo perceber e dirigir os ajustes posturais antes de encontrar a superfície de transição. Este tipo de atividade exploratória fornece informação exteroceptiva. Durante a locomoção, por exemplo, o sistema visual permite ao bebê realizar atividade exploratória pela distância e informações sobre movimentos corporais relacionados com o estado da superfície de suporte são fornecidas. O segundo tipo de atividade exploratória fornece informação via contato direto com a superfície de transição, permitindo perceber ameaças na superfície geralmente através do toque com as mãos ou os pés. O toque é quase sempre acompanhado pela exploração visual. Este tipo de atividade exploratória fornece informação exproprioceptiva e somatossensorial. Adolph e

Avolio (2000) retrataram que bebês de 14 meses utilizam a exploração tátil e visual para assegurar segurança na locomoção em superfície inclinada. O terceiro tipo de atividade exploratória testa meios alternativos para analisar a superfície de transição, permitindo obter informação sobre as consequências de vários métodos de locomoção antes de selecionar um. A exploração por meios alternativos permite ao bebê reconhecer o ambiente como uma ferramenta de apoio, com uma série de vários movimentos dentro de uma estratégia coerente, onde através de tentativas e erros, o bebê pode selecionar uma estratégia viável. Em muitos casos, a exploração por meios alternativos permite ao bebê ver um movimento como um meio intermediário para alcançar um alvo.

Adolph e colaboradores (ADOLPH; AVOLIO, 2000; ADOLPH; EPPLER; GIBSON, 1993;) mostraram que bebês de 14 meses mudam o padrão locomotor frente a superfícies que podem representar perigo, como por exemplo, superfícies inclinadas, macias, ásperas ou escadas. Estes autores sugeriram que os bebês são sensíveis a informações visuais e táteis e utilizam atividades exploratórias para identificar as propriedades da superfície de suporte em relação à sua própria capacidade motora. De forma geral, estes estudos demonstraram que bebês necessitam utilizar informação sensorial para organizar as ações motoras. Mais ainda, a descoberta entre o que pode ser realizado e as consequências destas ações é fator crucial para o desenvolvimento motor, através da aquisição de novas ações ou refinamento das já adquiridas.

3.1.7. Controle Visual na Locomoção

Para se locomover em um ambiente complexo, cheio de obstáculos e irregularidades, como por exemplo, a mobília da casa e os brinquedos espalhados pelo chão, a criança precisa aprender a usar as informações fornecidas pelo sistema sensorial a fim de modular as ações motoras que serão realizadas. Como mencionado anteriormente, dentre as informações fornecidas pelo sistema sensorial, pode-se destacar o sistema visual como imprescindível para fornecer informações sobre as características do ambiente a ser percorrido, tendo em vista que este fornece informação sobre o ambiente ao redor, podendo influenciar o padrão da locomoção.

Entender como a informação visual é usada para guiar e regular o desenvolvimento locomotor é uma questão fundamental. Para tanto, de acordo com Patla

(1991), é preciso entender qual informação é recebida do ambiente, como essa informação é adquirida durante a locomoção, que tipo de alterações são feitas no padrão locomotor, que fatores influenciam essas modulações e, principalmente, como se desenvolve o acoplamento entre percepção visual e ação locomotora.

A informação visual não é somente relacionada ao ambiente. O movimento da pessoa e sua relação com características ambientais são igualmente importantes. As características espaço-temporais também são cruciais, pois o meio não é somente estático, por exemplo, um obstáculo pode ser outra pessoa e objetos inanimados podem se apresentar em estado de movimento. Fatores relacionados à natureza da informação visual ou características das estruturas presentes no ambiente também são fundamentais para o desenvolvimento do controle da locomoção. Tais fatores incluem a presença de obstáculos, características da superfície e do terreno, movimentos da criança e sua relação com o ambiente. A percepção visual fornece informações sobre as características do obstáculo, nas quais estão envolvidas forma, material, cor, quantidade, e se o mesmo é estático ou dinâmico. Quanto às características da superfície e do terreno estão envolvidas fricção, contorno e geometria. As características relacionadas à criança envolvem idade, capacidade visual, medidas antropométricas, capacidade neuro-músculo-esquelética e base de conhecimentos anteriores.

Portanto, o bebê precisa ser capaz de captar as informações provenientes do sistema visual, integrá-las com as informações provenientes dos outros sistemas sensoriais e destacar a informação relevante a fim de utilizá-la para realizar ajustes posturais necessários para elaboração da resposta motora eficiente, no caso a realização da locomoção segura. Desta forma, a informação visual é essencial para produzir ajustes posturais e regular a estabilidade dinâmica durante a locomoção (PATLA, 1997; PATLA; ADKIN; MARTIN; HOLDEN; PRENTICE, 1996).

3.1.8. Locomoção e Ultrapassagem de Obstáculos

É importante considerar que o bebê se desenvolve em um ambiente complexo, construído em função das demandas do adulto e os sistemas perceptivo e motor ainda estão em desenvolvimento, assim como a postura e o equilíbrio do bebê. Neste sentido, o bebê precisa se adaptar a restrições referentes ao organismo, ambiente e tarefa para atingir um

padrão locomotor maduro, resultante do processo de integração entre maturação e experiência.

A habilidade para se locomover em um ambiente complexo ou em superfícies com alterações emerge de um padrão locomotor estável. Obstáculos e variações no terreno que podem ser facilmente vencidas por adultos e crianças mais velhas influenciam a realização de habilidades motoras dos bebês, principalmente no que se refere à manutenção do equilíbrio na posição ereta. Por este motivo, estratégias de ultrapassagem de obstáculos têm sido estudadas para analisar ajustes no controle motor tanto em adultos (KRELL; PATLA, 2002; PATLA; PRENTICE; GOBBI, 1996; PATLA; VICKERS, 1997; SPARROW; SHINKFIELD; CHOW; BEGG, 1996) como em crianças (GOBBI, 1996; GRASSO; ASSAIANTE; PRÉVOST; BERTHOZ, 1998; KINGSNORTH; SCHMUCKLER, 2000; MCFADYEN; MALOUIN; DUMAS, 2001; PATLA; PRENTICE; GOBBI, 1996; SCHMUCKLER, 1996). Desta forma, o paradigma de ultrapassagem de obstáculos permite investigar o desenvolvimento percepto-motor do bebê assim como a percepção de affordances (KINGSNORTH; SCHMUCKLER, 2000).

De acordo com Patla, Prentice e Gobbi (1996), a realização eficiente de ultrapassagem de obstáculos requer a integração entre impulsos sensoriais visuais e cinestésicos e impulsos do sistema efector. As tentativas de crianças andando em um ambiente cheio de restrições demonstram que a ultrapassagem de obstáculos não acompanha automaticamente a locomoção bípede independente (PATLA; PRENTICE; GOBBI, 1996). Assim, o paradigma de ultrapassagem de obstáculos oferece uma oportunidade para examinar como esta transformação sensoriomotora se desenvolve.

Para modular precisamente o padrão locomotor de acordo com o ambiente, os sinais sensoriais são fundamentais. As duas modalidades sensoriais mais importantes para locomoção e ultrapassagem de obstáculos são as informações visuais e cinestésicas (PATLA; PRENTICE; GOBBI, 1996). O sistema visual oferece informação exteroceptiva sobre a localização do obstáculo e características diretas do mesmo, como largura e altura, e sobre as propriedades do ambiente. O sistema visual também oferece informação exproprioceptiva sobre a posição e orientação dos membros e a velocidade de ultrapassagem do obstáculo (PATLA; PRENTICE; GOBBI, 1996).

O paradigma de ultrapassagem de obstáculo inclui mudanças no padrão locomotor e envolve estratégias adaptativas tais como parar, desviar ou ultrapassar o obstáculo. A estratégia de ultrapassar o obstáculo inclui todas as adaptações feitas no padrão locomotor para avançar os passos em uma superfície perigosa ou que dificulta o trajeto. Tais

adaptações incluem alterações no comprimento ou na largura do passo, na altura da distância entre pé e solo, e na direção da marcha (PATLA, 1991). Por exemplo, um buraco ou um obstáculo pontiagudo representa uma superfície imprópria para andar. Para se locomover nessa superfície é preciso regular o comprimento ou a largura do passo, aumentar a altura do pé em relação ao solo para ultrapassar o obstáculo se o mesmo for pequeno, mudar de direção a fim de contornar o obstáculo ou parar a trajetória frente o empecilho. A estratégia de acomodação abrange todas as adaptações feitas para acomodar o padrão da marcha à superfície. A superfície pode ou não ser perigosa e não há necessidade de ser ultrapassada, mas percorrida com passadas. Tais adaptações incluem alterações na velocidade e na orientação dos membros, na velocidade de contato do pé no solo, na força propulsiva e no padrão de suporte dos membros (PATLA, 1991). Por exemplo, controlar a velocidade do contato do pé no solo pode ser extremamente difícil se a superfície a ser percorrida estiver escorregadia. Algumas superfícies que são exemplos de estratégia de acomodação incluem terrenos inclinados, escadas, superfícies com diferentes características de conformidade e atrito como carpete, piso molhado, piso de concreto ou coberto de gelo. Desta forma, o objetivo das estratégias adaptativas é promover força adequada e apropriada para propulsionar o corpo para frente e manter o equilíbrio durante a locomoção.

3.1.9. Desenvolvimento do Uso da Informação Visual no Controle da Locomoção

A realização da locomoção bípede independente é uma das habilidades motoras que requer a utilização de informações provenientes do sistema visual. Um exemplo de tarefa guiada visualmente envolve a ultrapassagem de obstáculos. A habilidade para se locomover em superfícies irregulares ou com grande número de obstáculos é construída juntamente com o desenvolvimento de um padrão estável de locomoção. O fracasso na tentativa de ultrapassar o obstáculo pode sugerir deficiência no julgamento visual para altura e localização do obstáculo com relação à passada (PATLA; PRENTICE; GOBBI, 1996). Desta forma, a informação visual permite o reconhecimento das propriedades do organismo, ambiente e tarefa que podem ser utilizados para elaboração de uma resposta motora eficiente durante a locomoção.

Patla, Prentice e Gobbi (1996) analisaram o desenvolvimento do andar frente a obstáculos no início da locomoção independente e verificaram que as informações

exteroceptivas, exproprioceptivas e cinestésicas são essenciais para bom desempenho desta habilidade. Como mencionado anteriormente, os sinais exteroceptivos, exproprioceptivos e cinestésicos são fundamentais para fornecer informações sensoriais e a criança deve ser capaz de extrair e integrar essas informações com a finalidade de modular o sistema efetor, onde estão inseridos fatores como força muscular, amplitude de movimento articular e dinâmica intersegmentar, para a execução de um padrão motor seguro e com baixo custo energético (GOBBI; PATLA, 1997). Portanto, a informação visual é essencial para produzir ajustes posturais e regular a estabilidade dinâmica durante a locomoção (PATLA, 1997; PATLA; ADKIN; MARTIN; HOLDEN; PRENTICE, 1996). Da mesma forma, Patla, Prentice e Gobbi (1996) mostraram que crianças com idades entre 14 e 30 meses são inconsistentes em escolher as estratégias de ultrapassagem, que envolvem passar por cima ou em volta de obstáculo de diferentes alturas. Estes autores sugeriram que os fatores que mais influenciam na variabilidade de escolha das estratégias são referentes a características físicas (medidas antropométricas, flexibilidade) e psicológicas (motivação, atenção).

Schmuckler (1996) investigou respostas locomotoras de bebês com idades entre 12 e 30 meses para tarefas envolvendo ultrapassagem de obstáculos de diferentes alturas. Os resultados obtidos evidenciaram que, com o aumento da altura da barreira, as respostas locomotoras dos bebês foram diferentes, começando com sucesso para ultrapassagem de obstáculos baixos, algum fracasso para ultrapassagem de obstáculos intermediários e com a recusa de alguns bebês para ultrapassar obstáculos altos.

Levando-se em consideração que as novas habilidades motoras adquiridas pelos bebês ocorrem devido à exploração e seleção com a finalidade de encontrar soluções para uma nova tarefa, é necessário entender como o bebê utiliza a informação visual para adaptar o padrão locomotor no início da locomoção bípede independente. Mais ainda, é preciso compreender como ocorre a modulação do padrão locomotor de acordo com as características do ambiente e quais as alterações provenientes dessas adaptações. Para tanto, o paradigma de ultrapassagem de obstáculos parece criar uma situação favorável para investigar o desenvolvimento do uso de informação sensorial, no caso a informação visual, para obtenção de informação sobre o obstáculo, e a realização de ação motora com base nessas informações visuais e outras fontes (somatossensorial e vestibular). Desta forma, este paradigma possibilita o estudo do ciclo percepção-ação. Mais ainda, manipulando a experiência dos participantes em determinada ação, é possível verificar e examinar o papel da experiência na aquisição deste ciclo percepção-ação no controle motor. Assim, apesar dos diversos estudos sobre a aquisição e o desenvolvimento da locomoção em bebês, ainda se faz

necessário verificar o papel da experiência na organização e realização das passadas da locomoção independente frente a diferentes demandas impostas pelo ambiente, como por exemplo, durante a ultrapassagem de um obstáculo.

4. MATERIAL E MÉTODO

4.1. Participantes

Para realização deste estudo, foram formados 3 grupos de bebês divididos de acordo com o tempo de aquisição do andar independente. Neste caso, o andar independente foi definido como a realização de pelo menos 3 passadas sem auxílio, pelo fato de possibilitar a visão de um ciclo completo da passada. O primeiro grupo foi formado por 10 bebês que adquiriram recentemente o andar; o segundo grupo foi formado por 10 bebês com 3 meses de experiência no andar e o terceiro grupo foi formado por 10 bebês com 6 meses de experiência no andar. Para a formação destes grupos, uma variação de 30 dias de experiência no andar independente foi utilizada, ficando, portanto, o primeiro grupo com bebês com até 30 dias de experiência no andar, o segundo grupo com bebês com 2,5 a 3,5 meses de experiência no andar e o terceiro grupo com bebês com 5,5 a 6,5 meses de experiência no andar, tendo portanto uma variação de 15 dias para mais e 15 dias para menos para os dois últimos grupos. A experiência no andar foi definida com base no relato verbal dos pais sobre a data na qual os bebês foram capazes de realizar 3 passadas independentes. Tendo em vista que Clark e colegas (CLARK; PHILLIPS, 1991; CLARK; TRULY; PHILLIPS, 1990; CLARK; WHITALL; PHILLIPS, 1988) sugeriram que bebês com 3 meses de experiência no andar haviam adquirido padrão similar ao adulto e que Bril e Brenière (1992; 1993) sugeriram que mudanças no padrão de passadas ainda poderiam acontecer por volta

dos 5 ou 6 meses após a aquisição do andar, a criação dos grupos acima apresentados procurou examinar bebês no início da aquisição do andar independente, após as alterações sugeridas por Clark e colaboradores e Bril e colaboradores (3 meses) e após a integração das informações sensoriais (6 meses).

As informações sobre idade, gênero, massa, estatura e experiência no andar para os bebês dos 3 grupos com diferentes experiências no andar independente são apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3. Os bebês foram recrutados das creches e escolas da cidade de Rio Claro, através de contatos com os responsáveis pelos mesmos e através de contatos com amigos. Os objetivos e procedimentos do estudo, devidamente aprovados pelo Comitê de Ética (ANEXO A), foram explicados aos pais ou responsáveis que assinaram um termo de consentimento (APÊNDICE A), autorizando a participação dos bebês no estudo.

Tabela 1. Idade (meses), gênero (M/F), massa (kg), estatura (cm) e experiência no andar (meses) de bebês com até 1 mês de experiência no andar independente.

Participantes	Idade	Gênero	Massa	Estatura	Experiência no andar
AFC	12,0	F	10,8	75	1
ACF	12,5	M	11,5	80	0,6
BHR	10,9	M	9,3	71	0,5
GLB	12,9	F	12,1	78	0,6
HET	13,9	F	9,6	73	0,6
IRA	14,6	F	10,2	74	0,6
LUI	13,3	F	11	71	0,5
PFB	14,1	M	11,7	78	0,6
PDB	11,4	M	11	79	0,2
VTD	10,1	F	9,9	74	0,4
Média	12,6		10,7	75,3	0,6
DP	1,5		0,9	3,3	0,2

Tabela 2. Idade (meses), gênero (M/F), massa (kg), estatura (cm) e experiência no andar (meses) de bebês com 3 meses de experiência no andar independente.

Participantes	Idade	Gênero	Massa	Estatura	Experiência no andar
AJU	14,5	F	11,3	77	3,5
AJB	12,6	F	8,9	74	2,6
DIS	16,3	M	9,1	65	3,3
DFS	16,3	M	9,9	65	2,5
GAN	14,7	F	9	75	2,8
JLB	13,7	F	9	71	3,5
KCS	13,8	F	9	74	2,8
LPL	12,5	F	12,6	81	2,5
LPV	18,9	M	11,5	84,9	3,5
RMM	14,0	F	10,3	76	3,0
Média	14,7		10,1	74,3	3,0
DP	2,0		1,3	6,3	0,4

Tabela 3. Idade (meses), gênero (M/F), massa (kg), estatura (cm) e experiência no andar (meses) de bebês com 6 meses de experiência no andar independente.

Participantes	Idade	Gênero	Massa	Estatura	Experiência no andar
ABV	15,8	F	10,5	79	5,9
APO	16,1	F	9,2	76	6,1
CCS	15,8	F	8,6	79	5,9
GIO	18,4	F	10,4	79	6,4
GUI	19,4	M	14,5	83	6,4
IVA	16,7	F	10,5	78	5,7
JVI	18,3	M	12,5	87	6,3
JUL	18,4	F	10,8	82	6,5
MPV	18,9	F	10,5	83,5	6,5
PPV	18,9	M	10,7	84,7	5,9
Média	17,7		10,8	81,1	6,2
DP	1,4		1,6	3,4	0,3

4.2. Procedimentos

Cada bebê, acompanhado por pelo menos um dos pais ou responsável, foi trazido ao Laboratório para Estudos do Movimento (LEM), Departamento de Educação Física, Instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro. Ao chegar ao laboratório, foi dado um período de adaptação, para que o bebê se acostumassem ao ambiente do laboratório e aos experimentadores. Durante este período, os objetivos e procedimentos do estudo foram novamente explicados aos acompanhantes do bebê e foi preenchida a ficha de coleta de dados (APÊNDICE B) contendo informações sobre os participantes, ambiente de coleta e tentativas realizadas. Após o período de adaptação, os bebês foram preparados para a situação experimental.

Primeiramente, marcas circulares de 2,5 cm de diâmetro foram afixadas nos centros articulares do quinto metatarso, maléolo fibular, côndilo femural e trocanter maior dos lados direito e esquerdo em cada bebê, conforme ilustrado na Figura 2. Os centros articulares foram identificados através de palpação manual. Marcas circulares também foram afixadas nos centros articulares dos membros superiores (ombro, cotovelo e punho) nos lados direito e esquerdo dos bebês para possíveis análises futuras, não sendo utilizadas neste estudo.

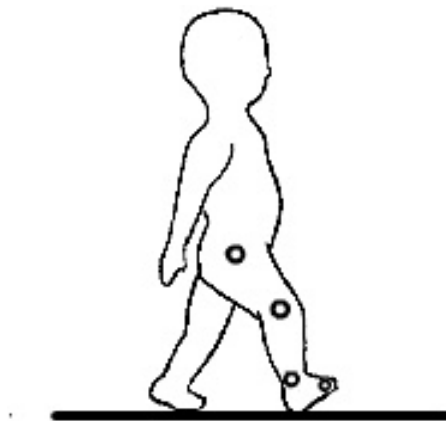


Figura 2. Localização das marcas afixadas nos centros articulares dos membros inferiores dos bebês.

Em seguida, foram coletadas medidas antropométricas (massa, estatura, comprimento do membro inferior, comprimento do pé e altura do tornozelo ao chão), medidas desenvolvimentais (idade e experiência em andar), e medidas relacionadas à distância entre as marcas afixadas nos centros articulares do bebê. As medidas relacionadas ao comprimento

dos membros e à distância entre as marcas não foram consideradas nesse estudo, porém foram coletadas para possíveis análises futuras e são apresentadas no APÊNDICE C.

Posteriormente, os bebês foram colocados em uma passarela medindo 7 m x 1,1 m x 0,03 m (comprimento, largura e altura, respectivamente), coberta por um tapete de borracha preto. A performance dos bebês foi filmada por duas câmeras (Panasonic PV-D506 e Sony CCD-TRV30) a 60 Hz com *shutter speed* regulado em 1/250 com foco manual, para uma câmera, e entre 1/60 a 1/2000 com foco *portrait mode*, para a outra câmera. As câmeras foram posicionadas perpendicularmente a uma distância de 5,7 m do ponto central da passarela, ambas no plano sagital. As câmeras foram afixadas em um suporte de madeira, numa altura de 0,075 m com relação ao centro da lente. A área de filmagem foi delimitada em 1,40 m, na região central da passarela.

As câmeras foram conectadas a dois vídeos cassete (Panasonic AG-7350 e Panasonic AG-2540), que por sua vez foram conectados a dois televisores (Panasonic TC-14A10 e Emerson TC-1972D), para visualização simultânea dos membros inferiores direito e esquerdo dos bebês. Atrás das câmeras foi colocado um biombo verde do tamanho da área de filmagem, com a finalidade de minimizar o efeito de outros objetos que pudessem aparecer na área de filmagem ou desviar a atenção do bebê. Neste biombo, foram afixados as iniciais do nome do participante, a data da coleta e o número da tentativa, para facilitar a identificação das imagens. A representação esquemática da filmagem pode ser visualizada na Figura 3.

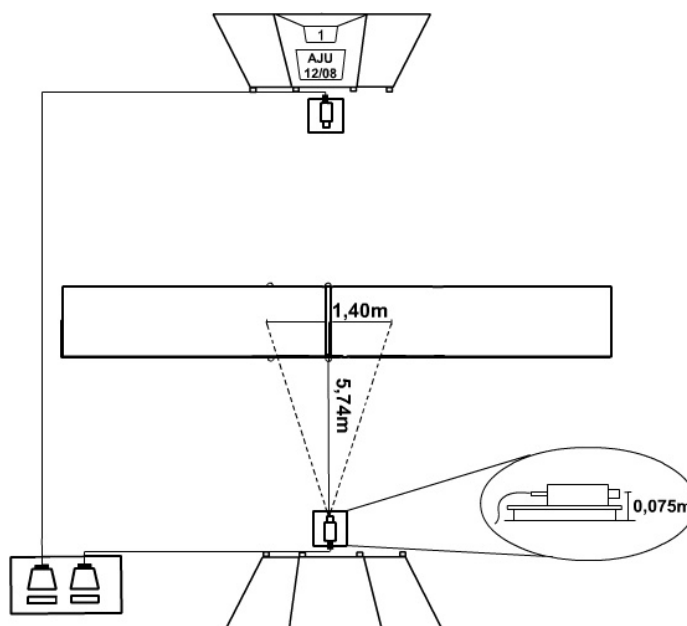


Figura 3. Representação esquemática da situação experimental, destacando o posicionamento das câmeras sobre o aparato de madeira.

A tarefa do experimento consistiu em o bebê andar sobre a passarela, percorrendo a distância da área de filmagem, em duas condições experimentais: com obstáculo e sem obstáculo. O obstáculo foi confeccionado por espuma branca medindo 2 cm de altura, 3 cm de largura e 1 m de comprimento e foi colocado próximo à área central da área de filmagem. Ainda, uma marca circular foi afixada em cada lado do obstáculo. De cada lado da passarela, dentro do campo visual da área de filmagem, também foram afixados marcadores com a finalidade de servir como ponto fixo, tanto para as tentativas sem obstáculo, como para as tentativas com obstáculo. Durante a realização da tarefa, o experimentador permaneceu de um lado da área de filmagem e a mãe ou responsável permaneceu do outro lado e, mostrando um brinquedo de preferência do bebê, o incentivaram para que fosse buscá-lo.

Para cada bebê, foram coletadas 6 tentativas, sendo 3 tentativas para a condição sem obstáculo e 3 tentativas para a condição com obstáculo. A ordem para realização das tentativas foi estabelecida previamente, na qual primeiro o bebê realizou uma tentativa para a condição sem obstáculo e depois uma tentativa para a condição com obstáculo, e assim sucessivamente até completar as 6 tentativas. Esta seqüência foi adotada para garantir alternância nas condições, caso algum bebê não conseguisse realizar todas as tentativas. Assim, as tentativas 1, 3 e 5 corresponderam à condição sem obstáculo e as tentativas 2, 4 e 6 à condição com obstáculo. O tempo de coleta variou entre os bebês, sendo que alguns bebês realizaram as tentativas em 30 minutos, enquanto outros realizaram as tentativas em 1:30 horas.

Finalmente, foi coletada a imagem de uma cruz medindo 1,50 m de comprimento por 0,85 m de altura, com marcas circulares afixadas nas extremidades, para obtenção de pontos de referência, necessários para realização da calibração do ambiente de coleta. Este procedimento permitiu a transformação da imagem de vídeo para o sistema métrico.

4.3. Análise dos Dados

Após a coleta de dados, as tentativas filmadas foram inspecionadas visualmente, através da utilização de um televisor e de um vídeo cassete e, em seguida, foram

selecionadas as tentativas que melhor representaram a ocorrência de 1 ciclo da passada. Para a escolha dos ciclos foram utilizados como critério a melhor visualização das marcas, o ciclo que ocorreu mais ao centro da área de filmagem, a performance do andar sem qualquer interrupção e, para a condição com obstáculo, baixo índice de contato com o mesmo. Foram analisados 3 ciclos da passada para condição sem obstáculo para uma perna (direita ou esquerda), determinada através de sorteio e denominada perna controle, 3 ciclos da passada para condição com obstáculo para perna de abordagem e 3 ciclos da passada para condição com obstáculo para perna de suporte, totalizando 9 ciclos por participante. Para análise das pernas de abordagem e de suporte foi utilizada a mesma passagem sobre o obstáculo, ou seja, o mesmo ciclo da passada. Dentre as 270 tentativas possíveis de serem selecionadas, 260 foram analisadas, pois, para 3 bebês com até 1 mês de experiência e 2 bebês com 3 meses de experiência no andar, apenas 2 tentativas com obstáculo foram analisadas, por falta de cooperação dos mesmos em realizar a tarefa de ultrapassar o obstáculo. O número de tentativas realizadas por cada bebê, dividido por grupo e condição, é apresentado no APÊNDICE D.

As imagens com os ciclos escolhidos da passada para cada bebê foram analisadas utilizando o sistema Ariel Performance Analysis System (APAS, versão 1.4). As imagens foram capturadas a 60 Hz, através do programa *real cap* e digitalizadas através do programa *dig4*. Assim, as quatro marcas (quinto metatarso, tornozelo, joelho e quadril) e o ponto fixo de cada quadro capturado foram digitalizados, de preferência, de forma automática. Caso alguma marca não fosse digitalizada automaticamente, foi realizada a digitalização manual. O processo de digitalização foi iniciado 5 quadros antes do toque do calcanhar ipsilateral e terminou 5 quadros após o toque subsequente deste mesmo calcanhar. Durante a digitalização de cada sequência de imagens, informações sobre a ocorrência dos eventos TCI, PCC, TCC e PCI foram registradas em uma ficha de digitalização (APÊNDICE E).

Cabe ressaltar que a nomenclatura desses eventos é baseada em passadas com um padrão maduro. Entretanto, bebês como os observados no presente estudo, muitas vezes, não apresentam esses eventos, conforme os mesmos são descritos. Por exemplo, bebês ao invés de tocar inicialmente o calcanhar no solo, tocam o pé todo. O mesmo acontece com a perda de contato que ao invés de ocorrer com os dedos do pé, pode ocorrer com o pé todo. Assim, embora seja utilizada a nomenclatura convencional (TCI, PCC, TCC e PCI), a definição desses eventos levou em consideração as alterações observadas para as passadas utilizadas por bebês.

Após serem capturadas e digitalizadas, as marcas articulares foram transformadas, através do programa *transform* em coordenadas do sistema métrico e, em seguida, as coordenadas 'x' e 'y' foram filtradas através do programa *filter*, com filtro digital de segunda ordem Butterworth, com uma frequência de corte de 4 Hz. A partir daí, essas coordenadas foram utilizadas para o cálculo de algumas variáveis utilizadas neste estudo. Ainda, foram calculadas a posição e a velocidade dos segmentos da perna e da coxa. A posição articular da perna correspondeu ao ângulo formado pelo vértice correspondente às marcas do tornozelo e joelho e uma linha imaginária horizontal. Da mesma forma, a posição articular da coxa correspondeu ao ângulo formado pelo vértice correspondente às marcas do joelho e quadril e uma linha imaginária horizontal. A velocidade angular foi calculada obtendo a diferença da posição angular entre dois quadros sucessivos e dividida pelo intervalo de tempo. Tanto o cálculo da posição quanto da velocidade foi realizado utilizando a função *display* do APAS.

As variáveis dependentes foram agrupadas em:

- Variáveis descritivas da passada, as quais descreveram para cada ciclo da passada:

Comprimento da passada: calculado através da subtração das coordenadas relacionadas ao plano ântero-posterior da articulação do tornozelo (posição da coordenada x), subtraindo o segundo TCI do primeiro TCI, e dado em centímetros.

Duração da passada: calculada através da diferença temporal entre os dois TCIs, e dada em segundos.

Velocidade da passada: calculada através da divisão do comprimento da passada pela duração da passada, e dada em centímetros por segundo.

Cadência da passada: correspondeu ao número de passadas realizadas em 1 segundo. Neste caso foi calculada através da divisão de 1 pela duração da passada, e dada em passadas por segundo.

- Variáveis referentes à organização temporal da passada, as quais forneceram informação sobre o tempo relativo das fases do andar em um ciclo da passada e foram dadas em porcentagem com relação à duração completa do ciclo da respectiva passada:

Duração da Fase de Suporte (FS): correspondeu ao tempo entre o TCI e a PCI no solo dividido pelo tempo total da respectiva passada.

A fase de suporte apresenta subfases, sendo:

Duração da Fase de Primeiro Duplo Suporte (DS1): correspondeu ao tempo entre o TCI e a PCC dividido pelo tempo total da respectiva passada.

Duração da Fase de Suporte Simples (SS): correspondeu ao tempo entre a PCC e o TCC dividido pelo tempo total da respectiva passada.

Duração da Fase de Segundo Duplo Suporte (DS2): correspondeu ao tempo entre o TCC e a PCI dividido pelo tempo total da respectiva passada.

Duração da Fase de Balanço (FB): correspondeu ao tempo entre a PCI e o segundo TCI no solo dividido pelo tempo total da respectiva passada.

- Variáveis referentes à fase relativa intermembros e intramembros, as quais foram calculadas para cada ciclo da passada:

Coordenação intermembros: correspondeu a fase relativa entre os membros, refletindo a relação temporal entre o ciclo do membro ipsilateral e contralateral. A fase relativa foi calculada através da subtração do tempo em que ocorreu o TCI do tempo em que ocorreu o TCC dividido pelo tempo total da passada e multiplicado por 100. Esta variável foi dada em porcentagem com relação à duração total do ciclo da passada.

Coordenação intramembros: correspondeu a fase relativa entre os segmentos perna e coxa de um mesmo membro durante a realização da passada. A partir do programa *display*, foram obtidas a posição e a velocidade angular dos segmentos perna e coxa. Os valores da posição e velocidade angular foram utilizados por um programa escrito na linguagem Matlab para realizar o cálculo da fase relativa intramembros. O primeiro procedimento foi apresentar graficamente os retratos de fase, tanto para a perna quanto para a coxa, obtidos com a apresentação dos valores da posição na abcissa e respectiva velocidade angular na ordenada. A seguir, os valores referentes à posição e à velocidade angulares foram convertidos para coordenadas polares, transformando os atuais valores para valores entre +1 e -1. Após os valores serem convertidos em coordenadas polares, o ângulo de fase para cada ponto formado pelos valores de posição e velocidade no plano polar foi calculado através da fórmula: $\text{ângulo de fase} = \tan^{-1}[x/x']$, onde x e x' referem-se à posição e à velocidade angular normalizada, respectivamente. Assim, os valores do ângulo de fase representaram no plano polar a posição tanto da perna quanto da coxa, em cada momento. Em seguida, através da subtração dos valores do ângulo de fase da coxa pelos valores do ângulo de fase da perna, a fase relativa entre os segmentos perna e coxa foi obtida. Devido a duração de ciclos ser diferente entre participantes e tentativas, os valores de fase relativa foram normalizados, utilizando a função *spline* do Matlab, levando em consideração a duração do ciclo para

possibilitar a apresentação dos valores de fase relativa entre tentativas e participantes. Após a obtenção da fase relativa, foi calculada a média da mesma para cada grupo e condição.

- Variáveis referentes à passada relacionada ao obstáculo, as quais foram calculadas, tanto para perna de abordagem como para perna de suporte, para cada ciclo da passada:

Distância Horizontal Pé-Obstáculo (DHPO): calculada utilizando as coordenadas relacionadas ao plano ântero-posterior (posição da coordenada x), subtraindo a coordenada relacionada ao obstáculo da coordenada relacionada ao quinto metatarso no momento da perda de contato do pé com o solo. Assim, esta variável correspondeu à distância horizontal entre o pé e o obstáculo e foi dada em centímetros. Esta variável foi calculada tanto para a perna de abordagem quanto para a perna de suporte.

Distância Vertical Pé-Obstáculo (DVPO): calculada utilizando as coordenadas relacionadas ao plano vertical (posição da coordenada y), subtraindo a coordenada relacionada ao obstáculo da coordenada relacionada ao quinto metatarso. Assim, esta variável correspondeu à distância vertical entre o quinto metatarso do pé e a extremidade superior do obstáculo, no momento em que a marca do quinto metatarso estava exatamente sobre o obstáculo. Esta variável foi calculada tanto para a perna de abordagem quanto para a perna de suporte e foi dada em centímetros.

4.4. Análise Estatística

Para análise estatística deste estudo foram utilizadas 2 análises de multivariância (MANOVAs) e 4 análises de variância (ANOVAs). Para análise das variáveis descritivas da passada foi realizada uma MANOVA 3x3, tendo como fatores os 3 grupos (1, 3 e 6 meses de experiência no andar) e as 3 condições de passadas (sem obstáculo, perna de abordagem e perna de suporte), e como variáveis dependentes o comprimento, a duração, a velocidade e a cadência das passadas. O fator condição de passadas foi tratado como medida repetida. Para análise das variáveis temporais da passada foram realizadas uma MANOVA 3x3 e uma ANOVA 3x3. A MANOVA teve como fatores os 3 grupos e as 3 condições de passadas e como variáveis dependentes as fases de DS1, SS e DS2 e a ANOVA teve como fatores os 3 grupos e as 3 condições de passadas e como variável dependente a FS. Para

ambas, o fator condição de passadas foi tratado como medida repetida. Para análise das variáveis da passada relacionadas ao obstáculo foram realizadas duas ANOVAs 3x2, tendo como fatores os 3 grupos e as 2 pernas (abordagem e suporte). A primeira ANOVA teve como variável dependente a DHPO e a segunda ANOVA teve como variável dependente a DVPO. O fator perna foi tratado como medida repetida. Para análise da fase relativa referente à coordenação intermembros foi realizada uma ANOVA 3x3, tendo como fatores os 3 grupos e as 3 condições de passadas e como variável dependente a coordenação intermembros. O fator condição de passadas foi tratado como medida repetida. Finalmente, para análise da fase relativa referente à coordenação intramembros foi apenas realizada uma análise descritiva apresentando os valores médios referentes à coordenação entre os segmentos perna e coxa para cada grupo e perna examinada. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SPSS (SPSS for Windows, versão 6.1) e o nível de significância foi mantido em 0,05. Quando necessário testes *post hoc* de Tukey com ajustes de Bonferroni foram realizados.

5. RESULTADOS

Os resultados obtidos no presente estudo foram agrupados de acordo com as variáveis dependentes. Desta forma, os resultados são apresentados em quatro grupos: variáveis descritivas da passada (comprimento, duração, cadência e velocidade); variáveis referentes à organização temporal da passada (fase de suporte, primeiro duplo suporte, suporte simples, segundo duplo suporte e fase de balanço); variáveis referentes à fase relativa entre os membros (coordenação inter e intramembros); variáveis referentes à passada relacionada ao obstáculo (distância horizontal e distância vertical entre pé e obstáculo). Os valores de cada variável são apresentados nas respectivas figuras e, em seguida, são apresentados os resultados das análises estatísticas realizadas.

5.1. Variáveis Descritivas da Passada

Os valores das médias e dos desvios padrão das variáveis descritivas da passada de bebês com diferentes experiências no andar para a passada sem obstáculo (SO), e para as pernas de abordagem (PA) e de suporte (PS) nas passadas com obstáculo, são apresentados na Figura 4.

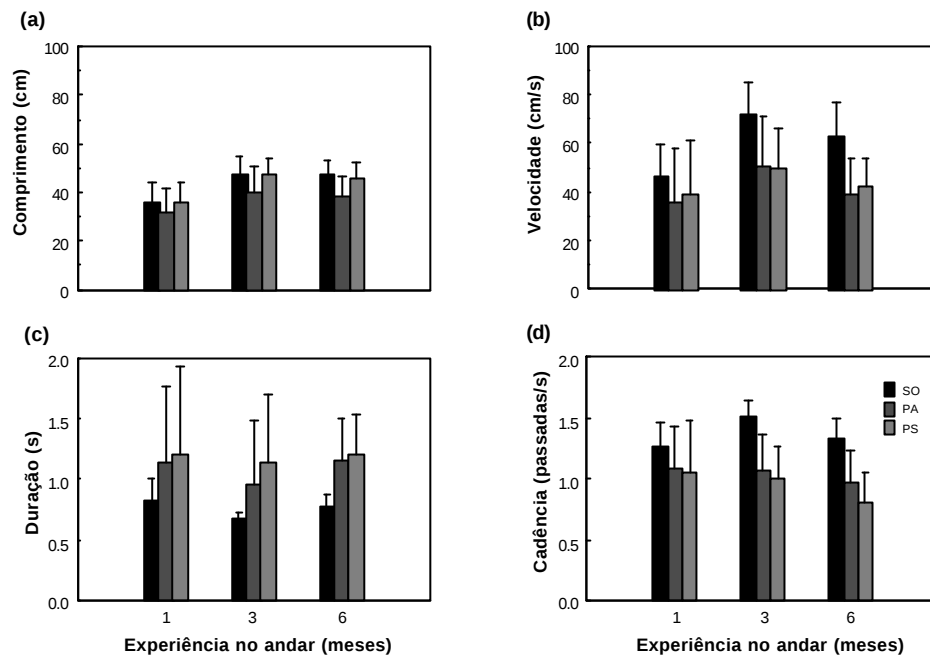


Figura 4. Média e desvio padrão do comprimento (a), velocidade (b), duração (c) e cadência (d) das passadas sem obstáculo (SO), e das pernas de abordagem (PA) e de suporte (PS) das passadas com obstáculo.

A MANOVA utilizada para verificar possíveis diferenças no comprimento, duração, cadência e velocidade das passadas sem e com obstáculo indicou diferença entre os grupos, Wilks' Lambda = 0,40, $F(8,48) = 3,43$, $p < 0,005$. As ANOVAs apontaram diferença para o comprimento, $F(2,27) = 6,66$, $p < 0,005$, e para a velocidade, $F(2,27) = 3,58$, $p < 0,05$. Testes *post hoc* entre os grupos indicaram que os bebês com até 1 mês de experiência no andar apresentaram a passada mais curta quando comparados com os bebês com 3 e 6 meses de experiência. No entanto, nenhuma diferença foi encontrada no comprimento das passadas dos bebês com maior tempo de experiência no andar. Ainda, no primeiro mês de experiência os bebês foram mais lentos para realização das passadas do que os bebês com 3 meses de experiência, porém nenhuma diferença relacionada à velocidade da passada foi encontrada entre bebês com 3 e 6 meses, nem entre bebês com 1 e 6 meses de experiência no andar.

A MANOVA também indicou significância para condição, Wilks' Lambda = 0,19, $F(8,102) = 16,36$, $p < 0,001$. As ANOVAs indicaram diferença para as quatro variáveis descritivas, sendo para o comprimento, $F(2,54) = 19,47$, $p < 0,001$, para a duração, $F(2,54) = 18,02$, $p < 0,001$, para a cadência, $F(2,54) = 41,31$, $p < 0,001$ e para a velocidade, $F(2,54) = 28,09$, $p < 0,001$. Testes *post hoc* indicaram que estas variáveis foram influenciadas diferentemente entre as passadas. Quando os bebês realizaram a passada sem obstáculo, apresentaram comprimento, cadência e velocidade da passada maiores e duração da passada

menor. Ainda, os bebês apresentaram comprimento da passada para perna de abordagem menor quando comparado com a perna de suporte, nas passadas em que tiveram que ultrapassar o obstáculo.

Finalmente, a MANOVA indicou significância para a interação entre grupo e condição, Wilks' Lambda = 0,59, $F(16,156) = 1,83$, $p < 0,05$. As ANOVAs indicaram marginalidade apenas para cadência, $F(4,54) = 2,49$, $p = 0,054$. Testes *post hoc* não indicaram diferença na cadência das passadas sem e com obstáculo para os bebês com até 1 mês de experiência no andar. Diferentemente, os testes revelaram que bebês com 3 e 6 meses de experiência apresentaram cadência maior para passada sem obstáculo quando comparados com as passadas com obstáculo. No entanto, os testes não mostraram diferença entre as pernas de abordagem e suporte para as passadas com obstáculo.

5.2. Organização Temporal da Passada

Os valores das médias e dos desvios padrão das variáveis relacionadas a organização temporal da passada de bebês com diferentes experiências no andar para a passada sem obstáculo (SO), e para as pernas de abordagem (PA) e de suporte (PS) nas passadas com obstáculo, são apresentados na Figura 5.

Uma ANOVA foi realizada para verificar possíveis diferenças na fase de suporte (FS) do ciclo do andar. A ANOVA revelou diferença entre os grupos, $F(2,27) = 3,62$, $p < 0,05$. Testes *post hoc* entre os grupos indicaram que os bebês com 3 meses de experiência no andar apresentaram uma porcentagem para duração da FS menor quando comparados com os bebês com até 1 mês de experiência. Nenhuma diferença para duração da FS foi encontrada entre bebês com 3 e 6 meses, nem entre bebês com 1 e 6 meses de experiência no andar.

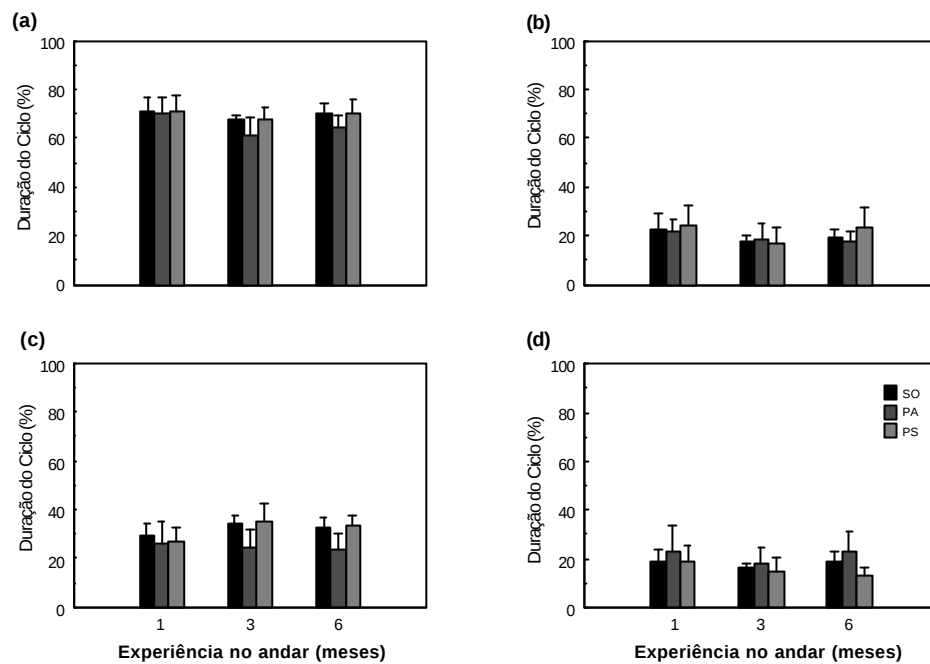


Figura 5. Média e desvio padrão das fases de suporte (a), primeiro duplo suporte (b), suporte simples (c) e segundo duplo suporte (d) das passadas sem obstáculo (SO), e das pernas de abordagem (PA) e de suporte (PS) das passadas com obstáculo.

A ANOVA também indicou efeito para condição, $F(2,54) = 13,09$, $p < 0,001$. Testes *post hoc* revelaram que durante a ultrapassagem do obstáculo, a porcentagem da duração da FS diminuiu para a perna de abordagem. No entanto, nenhuma diferença entre a perna de suporte e a passada sem obstáculo foi encontrada. Ainda, a ANOVA revelou nenhum efeito para interação entre grupo e condição, $F(4,54) = 2,40$, $p > 0,05$.

A MANOVA utilizada para determinar possíveis diferenças entre as subfases DS1, SS e DS2 revelou nenhuma diferença entre os grupos, Wilks' Lambda = 0,72, $F(6,50) = 1,45$, $p > 0,05$. No entanto, a MANOVA indicou diferença significativa para condição, Wilks' Lambda = 0,33, $F(6,104) = 12,44$, $p < 0,001$. As ANOVAs indicaram diferença para a fase de SS, sendo $F(2,54) = 30,18$, $p < 0,001$; para a fase de DS2, sendo $F(2,54) = 11,59$, $p < 0,001$ e não indicaram diferença para a fase de DS1, sendo $F(2,54) = 2,22$, $p > 0,05$. Testes *post hoc* evidenciaram que durante a passada com obstáculo, os bebês apresentaram uma porcentagem maior para duração da fase de DS2 para a perna de abordagem quando comparada com a perna de suporte. O efeito de condição para a fase de SS não é apresentado, tendo em vista que foi observada interação entre grupo e condição e esta é apresentada a seguir.

A MANOVA também indicou significância para a interação entre grupo e condição, Wilks' Lambda = 0,56, $F(12,137) = 2,77$, $p < 0,005$. As ANOVAs indicaram que a

diferença ocorreu para a duração da fase de SS, sendo $F(4,54) = 3,58$, $p < 0,05$. Testes *post hoc* não indicaram diferença na porcentagem da duração da fase de SS entre as passadas sem e com obstáculo para os bebês com até 1 mês de experiência no andar. No entanto, os testes revelaram que para os bebês com 3 e 6 meses de experiência, a porcentagem da duração da fase de SS foi menor durante a ultrapassagem do obstáculo para a perna de abordagem e não mostraram diferença entre a perna de suporte e a passada sem obstáculo.

5.3. Fase Relativa Intermembros e Intramembros

Os valores das médias e dos desvios padrão da fase relativa da coordenação intermembros de bebês com diferentes experiências no andar para a passada sem obstáculo (SO), e para as pernas de abordagem (PA) e de suporte (PS) nas passadas com obstáculo, são apresentados na Figura 6.

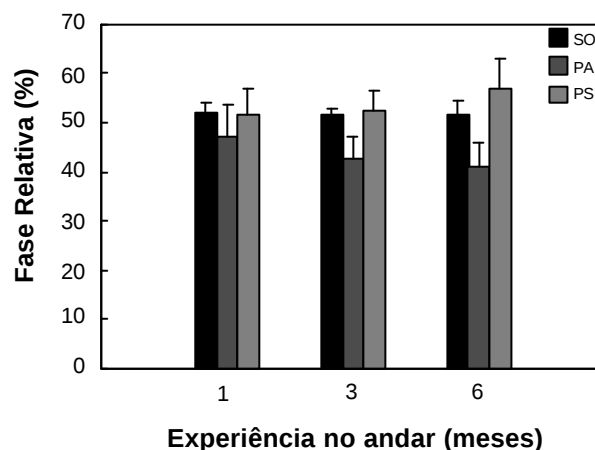


Figura 6. Média e desvio padrão da fase relativa referente à coordenação intermembros das passadas sem obstáculo (SO), e das pernas de abordagem (PA) e de suporte (PS) das passadas com obstáculo.

A ANOVA utilizada para verificar possíveis diferenças na coordenação intermembros indicou nenhuma diferença entre os grupos, $F(2,27) = 1,29$, $p > 0,05$. No entanto, a ANOVA indicou significância para condição, $F(2,54) = 35,34$, $p < 0,001$ e interação entre grupo e condição, $F(4,54) = 3,48$, $p < 0,05$. Testes *post hoc* indicaram que os bebês com até 1 mês de experiência no andar não apresentaram diferença na fase relativa referente à

coordenação intermembros entre as passadas com e sem obstáculo. Diferentemente, os bebês com 3 e 6 meses de experiência no andar mostraram uma diminuição da porcentagem da fase relativa referente à coordenação intermembros para perna de abordagem na passada com obstáculo quando comparada a passada sem obstáculo e também comparada com a perna de suporte. No entanto, nenhuma diferença entre a perna de suporte e a passada sem obstáculo foi encontrada para estes bebês.

A coordenação intramembros durante o andar foi analisada através da fase relativa entre os segmentos perna e coxa, que forneceu informações sobre o relacionamento entre estes segmentos, conforme se movimentavam durante o andar.

As trajetórias representando os valores das médias e dos desvios padrão da fase relativa referente à coordenação intramembros de bebês com até 1 mês, 3 e 6 meses de experiência no andar para a passada sem obstáculo (SO), e para as pernas de abordagem (PA) e de suporte (PS) nas passadas com obstáculo, são apresentadas na Figura 7.

Inspeção das curvas referentes à fase relativa intramembros possibilita apontar alguns resultados referentes à coordenação entre os segmentos perna e coxa. Inicialmente, é possível verificar que o padrão coordenativo entre esses dois segmentos é similar entre os bebês com diferentes experiências no andar, sendo esse aspecto melhor observado na realização das passadas sem obstáculo.

Um segundo aspecto que pode ser apresentado é que a ultrapassagem do obstáculo provoca pequenas alterações no padrão coordenativo entre perna e coxa, porém provoca uma maior variação deste padrão. Claramente, os valores de desvio padrão ao redor da média da fase relativa são maiores para as passadas que envolviam a ultrapassagem do obstáculo tanto para a perna de abordagem quanto para a perna de suporte.

Interessante ainda, notar que a variabilidade ao redor do padrão de fase relativa, durante a ultrapassagem do obstáculo, continuou alta ou até aumentou em alguns casos para os bebês com maior experiência no andar. Isto poderia indicar que mesmo com mais experiência eles estariam buscando configurações no relacionamento entre perna e coxa diferentes para a ultrapassagem do obstáculo ou até buscando dissociar os movimentos entre esses dois segmentos. Entretanto, estas sugestões são especulativas e análises mais detalhadas deveriam ocorrer para verificar esses aspectos mais quantitativamente.

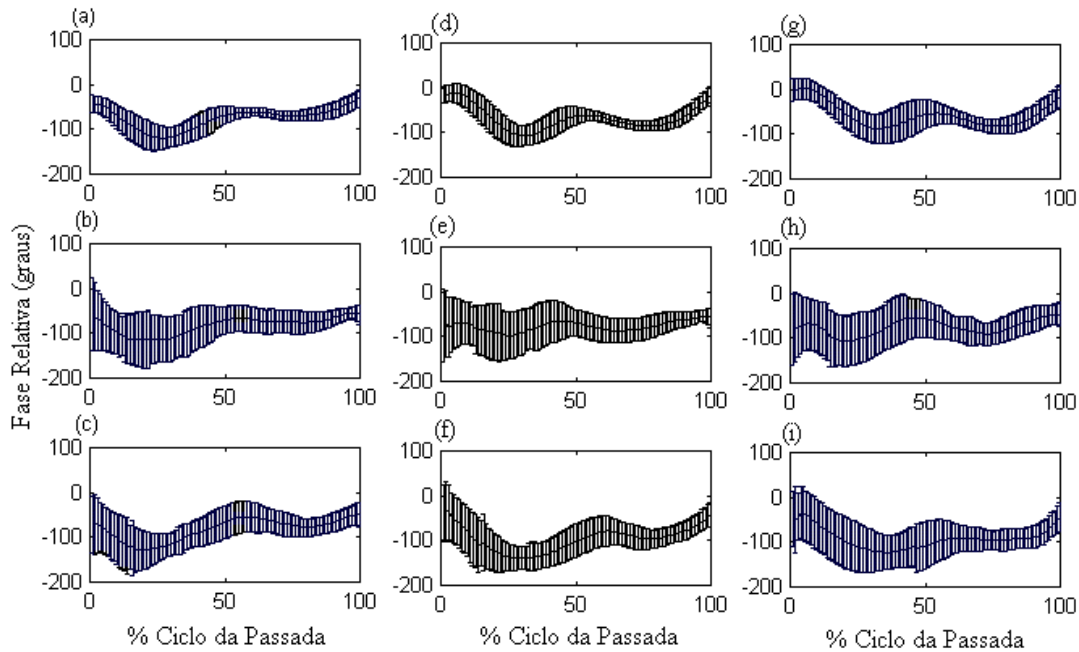


Figura 7. Média e desvio padrão da fase relativa referente à coordenação intramembros das passadas sem obstáculo (a), e das pernas de abordagem (b) e de suporte (c) das passadas com obstáculo de bebês com até 1 mês de experiência no andar independente; das passadas sem obstáculo (d), e das pernas de abordagem (e) e de suporte (f) das passadas com obstáculo de bebês com 3 meses de experiência no andar independente; e das passadas sem obstáculo (g), e das pernas de abordagem (h) e de suporte (i) das passadas com obstáculo de bebês com 6 meses de experiência no andar independente.

Finalmente, embora seja difícil de quantificar, pequenas alterações podem ser observadas no padrão coordenativo entre as pernas de abordagem e de suporte. Por exemplo, após a metade do ciclo da passada, período esse que corresponde em sua maioria à fase de balanço da perna ipsilateral, a curva da fase relativa não apresenta uma diminuição e posterior aumento dos valores, formando quase que uma trajetória reta, indicando um relacionamento fixo entre perna e coxa na perna de abordagem. Por outro lado, para a perna de suporte, a primeira metade do ciclo, correspondente à fase de suporte, este relacionamento é mais variável, indicando deslocamentos diferentes de coxa e perna.

5.4. Relação Passada Obstáculo

Os valores das médias e dos desvios padrão das variáveis referentes à passada relacionada ao obstáculo em bebês com diferentes experiências no andar para as pernas de abordagem (PA) e de suporte (PS) nas passadas com obstáculo, são apresentados na Figura 8.

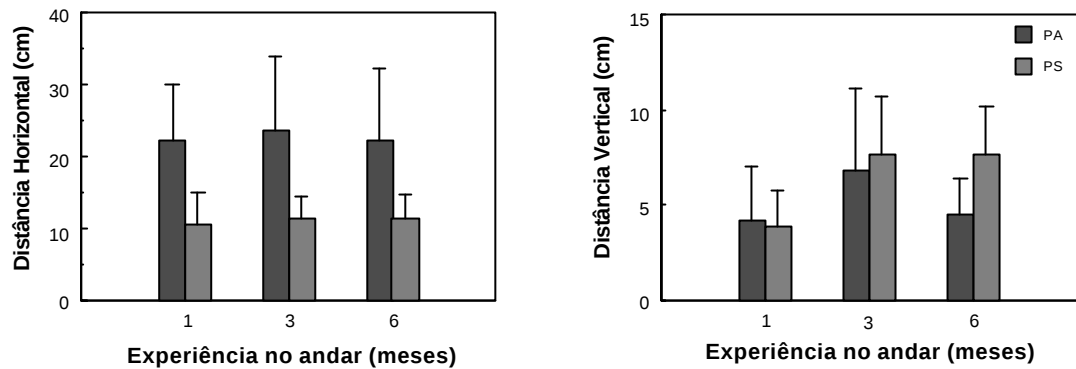


Figura 8. Média e desvio padrão da DHPO (a), e da DVPO (b), das pernas de abordagem (PA) e de suporte (PS) das passadas com obstáculo.

A ANOVA utilizada para verificar possíveis diferenças na distância horizontal entre pé e obstáculo para perna de abordagem e de suporte revelou nenhuma diferença entre os grupos, $F(2,27) = 0,10$, $p > 0,05$. No entanto, a ANOVA indicou diferença entre as pernas, $F(1,27) = 64,53$, $p < 0,001$. Os bebês apresentaram distância horizontal entre pé e obstáculo maior para perna de abordagem quando comparada com a perna de suporte.

A ANOVA utilizada para verificar possíveis diferenças na distância vertical entre pé e obstáculo para perna de abordagem e de suporte indicou diferença entre os grupos, $F(2,27) = 4,27$, $p < 0,05$. A ANOVA revelou ainda diferença entre as pernas, $F(1,27) = 5,45$, $p < 0,05$ e interação entre grupo e perna, $F(2,27) = 3,55$, $p < 0,05$. Testes *post hoc* indicaram que os bebês com até 1 mês de experiência no andar não apresentaram diferença para distância vertical entre as pernas de abordagem e de suporte. Enquanto os bebês com até 1 mês de experiência mantiveram a distância vertical semelhante para perna de abordagem e de suporte, os bebês com 6 meses de experiência aumentaram a distância vertical para perna de suporte quando comparada à perna de abordagem. Ainda, os testes evidenciaram diferença entre perna de abordagem e de suporte para os bebês com 6 meses de experiência no andar.

6. DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo examinar as passadas de bebês com diferentes experiências no andar frente à ultrapassagem de um obstáculo. Os resultados obtidos no presente estudo permitem verificar mudanças desenvolvimentais na realização das passadas com o aumento da experiência no andar. Ainda, a presença do obstáculo influenciou a realização das passadas do andar dos bebês, entretanto, esta influência foi diferente em bebês com diferentes experiências no andar. Com base nestes resultados, pode-se sugerir que experiência no andar é importante para a sintonização entre informação sensorial e ação motora, propiciando assim a realização de passadas mais condizentes com as demandas do ambiente. Inicialmente, são discutidos aspectos relacionados ao desenvolvimento das passadas do andar e posteriormente, são discutidos alguns aspectos relacionados à utilização da informação sensorial na realização das passadas do andar.

Desenvolvimento das Passadas do Andar

A primeira constatação que merece ser discutida, com base nos resultados observados, é que mudanças desenvolvimentais na realização das passadas do andar ocorrem após os primeiros meses de aquisição desta habilidade. Especificamente, bebês com até 1 mês de experiência no andar apresentaram passadas mais curtas e mais lentas do que bebês com 3 e 6 meses de experiência no andar. O aumento do comprimento e da velocidade das passadas de acordo com o aumento da experiência no andar, verificados neste estudo, está de acordo

com os resultados encontrados por Brenière e Bril (1998) e Bril e Brenière (1992; 1993). Clark e Phillips (1987) também observaram aumento da velocidade da passada conforme os bebês vão aumentando a experiência na locomoção. Uma possível explicação para a realização das passadas curtas e lentas por bebês com menor experiência no andar poderia ser decorrente de diferenças na base de suporte. Bril e Brenière (1992) analisaram a base de suporte em bebês no início da locomoção e verificaram uma diminuição na largura dos passos conforme os bebês vão adquirindo maior experiência na locomoção. Assim, parece que no início da aquisição do andar, bebês poderiam alargar a base de suporte para, possivelmente, aumentar a estabilidade mesmo que comprometendo o deslocamento para frente. Embora esta variável não tenha sido mensurada no presente estudo, as alterações no comprimento e na velocidade das passadas apontam nessa direção. Portanto, as passadas curtas e lentas observadas nos bebês que estão iniciando a locomoção podem ser devido ao aumento lateral da base de suporte para melhorar a estabilidade, e conforme ocorre diminuição da mesma, decorrente da aquisição de maior estabilidade, ocorre um aumento no comprimento e na velocidade das passadas.

Além das alterações comportamentais, tais como comprimento e velocidade das passadas, também foram observadas alterações com relação à organização temporal das passadas. Bebês com 1 mês de experiência no andar apresentaram duração da fase de suporte maior do que bebês com 3 meses de experiência. Provavelmente, estes bebês menos experientes apresentaram fase de suporte maior a fim de obter maior estabilidade. A diminuição da fase de suporte conforme os bebês vão adquirindo maior experiência no andar também foi observada por Bril e Brenière (1993) que verificaram diminuição da duração da fase de suporte principalmente nos primeiros 4 meses após o início da locomoção. Novamente, uma fase de suporte mais longa garantiria maior estabilidade, que parece ser o maior problema no início da aquisição do andar. Entretanto, esta fase de suporte aumentou aos 6 meses de experiência e não foi diferente comparado com os bebês com 1 mês de experiência.

Apesar dos bebês com menor experiência na locomoção apresentarem alterações com relação à organização temporal das passadas, os mesmos não alteraram o relacionamento de fase para membros inferiores durante a locomoção. Os bebês apresentaram fase relativa referente à coordenação intermembros por volta de 50%, semelhantes aos resultados observados por Clark e Phillips (1991) e Clark, Whitall e Phillips (1988), que verificaram que o relacionamento de fase para bebês que estão iniciando o andar é semelhante ao andar adulto (50% fora de fase). Provavelmente este relacionamento de fase por volta de

50% ocorre porque a própria tarefa de locomoção exige que uma perna se apresente meio ciclo à frente da outra para realização da passada. Nesse sentido, a simetria entre os dois membros inferiores já ocorre mesmo no início do andar. O relacionamento entre os segmentos perna e coxa também não foi alterado ao longo das passadas sem obstáculo. O padrão coordenativo entre estes dois segmentos foi similar para os bebês com diferentes experiências no andar, mostrando que o padrão de coordenação intramembros já está presente desde o início do andar, assim como observado por Clark e Phillips (1991; 1993) e Clark, Trully e Phillips (1990). No entanto, para os bebês com até 1 mês de experiência no andar pôde ser observada uma trajetória mais retilínea no final do ciclo da passada, o que pode sugerir que estes bebês ainda movimentam os segmentos perna e coxa sem muita dissociação durante a fase de balanço.

Além das alterações desenvolvimentais observadas, também foi possível verificar que o obstáculo influenciou a realização das passadas, entretanto influenciou diferentemente as passadas em bebês com diferentes experiências no andar. Quando os bebês tiveram que ultrapassar um obstáculo, suas passadas foram executadas de forma mais lenta e mais curta do que na situação sem obstáculo. Entretanto, essas e outras diferenças estiveram também relacionadas com a função que a perna estava realizando, abordagem ou suporte, e a experiência que os bebês tinham na realização das passadas do andar. Assim, as alterações provocadas pela presença do obstáculo foram dependentes da ação e da experiência dos bebês.

Especificamente, enquanto os bebês mais novos, com até 1 mês de experiência no andar não alteraram o comportamento das passadas com a presença do obstáculo, os bebês com 3 e 6 meses de experiência mostraram cadência menor quando tiveram que ultrapassar o obstáculo. Apesar da diminuição da cadência das passadas já ter sido verificada em estudos anteriores em situações sem a utilização de obstáculos, é interessante ressaltar que no presente estudo os bebês provavelmente diminuíram a cadência das passadas na situação em que foram confrontados com o obstáculo a fim de melhor organizar as passadas, adequando-as para realizar a ultrapassagem do mesmo.

A presença do obstáculo também alterou a organização temporal das passadas para os bebês com 3 e 6 meses de experiência. Estes bebês mostraram diminuição para a duração da fase de suporte para a perna de abordagem durante as passadas com obstáculo. Ainda a fase de suporte simples foi mais rápida para a perna de abordagem durante a ultrapassagem do obstáculo e a fase de segundo duplo suporte mais lenta depois da ultrapassagem do obstáculo. Podemos observar que para os bebês com 3 e 6 meses de

experiência, a fase de suporte simples mais rápida para a perna de abordagem durante a ultrapassagem do obstáculo e a fase de segundo duplo suporte mais lenta para a perna de abordagem após a ultrapassagem do obstáculo são indicadores de que ocorreu adaptação das passadas tanto antes quanto após a ultrapassagem do obstáculo. No momento em que os bebês tiveram que ultrapassar o obstáculo, eles adequaram a passada para a perna de abordagem e projetaram o corpo para frente com a finalidade de realizar a ultrapassagem e, como consequência, diminuíram a duração da fase de suporte simples. Após ultrapassar o obstáculo, os bebês aumentaram a duração da fase de segundo duplo suporte, provavelmente para estabilizar o corpo e reorganizar o equilíbrio comprometido por decorrência da ultrapassagem do obstáculo com a perna de abordagem. Assim, estes bebês tiveram que recuperar o equilíbrio para em seguida ultrapassar o obstáculo com a perna de suporte.

De maneira geral, a diminuição da fase de suporte para bebês com 3 e 6 meses de experiência no andar é um indicador de melhor adequação das passadas. A diminuição da fase de suporte conforme os bebês vão adquirindo experiência no andar foi também verificada por Bril e Brenière (1993). No entanto vale ressaltar que a situação experimental do estudo realizado por Bril e Brenière (1993) consistia em os bebês realizarem as passadas sem a ultrapassagem de obstáculo. As autoras verificaram diminuição da fase de duplo suporte e interpretaram este evento como indicador de estabilidade para os bebês. No presente estudo foi verificado um aumento para duração da fase de segundo duplo suporte após a ultrapassagem do obstáculo, o que pode indicar que o obstáculo influenciou a realização das passadas requerendo que os bebês desprendessem de maior tempo para recuperar o equilíbrio decorrente das alterações impostas pela ação da perna de abordagem.

Podemos verificar ainda que a presença do obstáculo alterou a coordenação intermembros para os bebês com 3 e 6 meses de experiência no andar. Quando os bebês não tiveram que ultrapassar o obstáculo, mostraram fase relativa em torno de 50%, relacionamento semelhante ao observado no andar normal adulto (CLARK; PHILLIPS, 1991; CLARK; WHITALL; PHILLIPS, 1988). Porém durante a ultrapassagem do obstáculo, os bebês com 3 e 6 meses de experiência alteraram a fase relativa diminuindo a porcentagem para a perna de abordagem. Esta alteração está condizente com a diminuição na duração da fase de suporte simples e o aumento na duração da fase de segundo duplo suporte na perna de abordagem. Assim, as alterações na organização temporal decorrentes da ultrapassagem do obstáculo também provocaram alterações no relacionamento entre os membros inferiores. Portanto, o fato dos bebês com 3 e 6 meses de experiência no andar modificarem a coordenação intermembros, diminuindo a fase relativa para perna de abordagem durante a

ultrapassagem do obstáculo pode estar relacionado às alterações ocorridas na organização temporal das passadas. Interessante apontar que nenhuma dessas alterações foram verificadas para os bebês com até 1 mês de experiência no andar quando ultrapassaram o obstáculo.

Por outro lado, a presença do obstáculo provocou pequenas alterações na fase relativa referente à coordenação intramembros para bebês com diferentes experiências no andar. O padrão coordenativo entre os segmentos perna e coxa mostrou maior variabilidade, tanto para a perna de abordagem quanto para a perna de suporte, quando os bebês tiveram que ultrapassar o obstáculo. Desta forma, a presença do obstáculo provocou variações no padrão coordenativo dos bebês provavelmente pelas soluções diferentes para resolver as restrições impostas pela própria tarefa de transposição do obstáculo. Embora seja difícil quantificar precisamente, os resultados permitem apontar que a coordenação intramembros foi afetada pela necessidade de ultrapassar o obstáculo, indicando que alterações no relacionamento entre os segmentos perna e coxa foram necessários para a adequação da passada frente à demanda ambiental. Mais ainda, essas adequações foram ligeiramente diferentes entre as passadas com e sem obstáculo e, neste último caso, para as pernas de abordagem e de suporte.

O relacionamento entre as passadas realizadas para ultrapassar o obstáculo e a posição do obstáculo foi dependente da ação da perna e da experiência que os bebês tinham em realizar as passadas do andar. Com relação à distância horizontal entre o pé e o obstáculo, a mesma foi maior para a perna de abordagem do que para a perna de suporte e se manteve semelhante entre todos os bebês. A maior distância para a perna de abordagem era esperada, entretanto, esperava-se também que com o aumento da experiência na locomoção ajustes nas passadas pudessem ocorrer para a distância horizontal, ou seja, o bebê poderia aproximar ou afastar o pé do obstáculo para adequar as passadas a fim de ultrapassá-lo. No entanto isto não foi verificado. Talvez o fato de somente as melhores tentativas terem sido selecionadas para análise tenha influenciado estes resultados. As melhores tentativas foram consideradas aquelas em que os bebês realizaram a ultrapassagem do obstáculo sem tocá-lo e, excepcionalmente, aquelas em que os bebês tocaram ou esbarraram no mesmo.

Com relação à distância vertical entre o pé e o obstáculo, os bebês mais novos, com até 1 mês de experiência no andar, elevaram pouco o pé em relação ao obstáculo e mantiveram a elevação similar entre as pernas de abordagem e de suporte. Diferentemente, os bebês com 3 meses de experiência no andar levantaram mais, em relação ao obstáculo, tanto a perna de abordagem quanto a perna de suporte durante a ultrapassagem do mesmo. Já os bebês com 6 meses de experiência no andar diminuíram a elevação para a perna de abordagem, mostrando elevação similar à apresentada pelos bebês com até 1 mês de

experiência e mantiveram a elevação para a perna de suporte similar à apresentada pelos bebês com 3 meses de experiência no andar. Desta forma, bebês com diferentes experiências no andar apresentaram relacionamentos diferentes em relação ao obstáculo quando considerada a elevação do pé, verificada através da distância vertical entre o pé e o obstáculo.

As variações na distância vertical entre o pé e o obstáculo em relação as diferentes experiências dos bebês na realização das passadas indicam que os bebês com até 1 mês de experiência no andar parecem não levar em consideração a presença do obstáculo para organizar as passadas do andar durante a ultrapassagem do mesmo levando em consideração a altura vertical entre o pé e o obstáculo. Por outro lado, bebês com 3 meses de experiência levaram em consideração a presença do obstáculo, elevando mais que o necessário tanto a perna de abordagem quanto a perna de suporte durante a ultrapassagem do mesmo. Esta maior elevação, pelo menos em relação aos bebês com até 1 mês de experiência, do pé em relação ao obstáculo, indica que os bebês estão realizando a passada de forma precavida e com uma faixa maior de segurança. Finalmente, bebês com 6 meses de experiência no andar, por outro lado, diminuíram a elevação do pé com relação ao obstáculo para a perna de abordagem. Neste caso, poderia-se sugerir que estes bebês passaram a modular e controlar mais eficientemente a passada sobre o obstáculo. Entretanto, este melhor controle não foi observado para a ultrapassagem com a perna de suporte. Qual a razão desta diferença entre as pernas? Uma possível explicação seria que para a perna de abordagem, bebês com 6 meses de experiência no andar estariam utilizando a informação visual para modular a altura do pé na ultrapassagem do obstáculo. O uso da visão, entretanto, é comprometido no caso da perna de suporte, ocorrendo assim uma maior elevação do pé em relação ao obstáculo. Assim, experiência na realização do andar poderia propiciar melhores condições para implementar um relacionamento mais efetivo entre as passadas realizadas frente às demandas do ambiente.

Estudos anteriores já haviam analisado a distância vertical entre o pé e o obstáculo (PATLA; PRENTICE; GOBBI, 1996). Estes autores verificaram considerável margem de segurança tanto para a perna de abordagem como para a perna de suporte durante a ultrapassagem de obstáculos de diferentes alturas para bebês com idades entre 14 e 30 meses. Especificamente, durante a ultrapassagem de um obstáculo baixo (0,5 cm), eles observaram margem de segurança em torno de 7 cm para as pernas de abordagem e de suporte. Resultados similares foram observados no presente estudo para os bebês com 3 meses de experiência no andar, onde foi verificado margem de segurança por volta de 7 cm para as pernas de abordagem e de suporte durante a ultrapassagem sobre o obstáculo. Entretanto, foi observado diminuição na margem de segurança (por volta de 4 cm) para a

perna de abordagem em bebês com 6 meses de experiência no andar e margem de segurança por volta de 4 cm para as pernas de abordagem e de suporte em bebês com até 1 mês de experiência no andar. Desta forma, bebês com diferentes experiências no andar alteram a elevação das pernas de abordagem e de suporte durante a ultrapassagem sobre o obstáculo.

A distância vertical entre o pé e o obstáculo para as pernas de abordagem e de suporte foi diferente para os bebês com 3 e 6 meses de experiência no andar. Essa diferença pode estar relacionada com a utilização da informação sensorial disponível. De acordo com Patla, Prentice e Gobbi (1996), para ultrapassar um obstáculo de maneira eficiente e segura, as informações sensoriais provenientes dos sistemas visual e somatossensorial devem ser utilizadas. O sistema visual fornece dois tipos de informações necessárias para realização de uma locomoção segura sobre obstáculos: informação exteroceptiva e informação exproprioceptiva. A informação exteroceptiva refere-se a localização do obstáculo e suas características, como altura e largura. Já a informação exproprioceptiva refere-se a orientação dos membros e sua posição e velocidade durante a ultrapassagem sobre o obstáculo (PATLA; PRENTICE; GOBBI, 1996). Desta forma, a informação visual propicia condições para monitorar o obstáculo e a flexão da perna de abordagem sobre o obstáculo, mas quando a perna de suporte está ultrapassando o obstáculo, ambas perna de suporte e obstáculo estão fora do campo visual. Então, a perna de suporte realiza a tarefa apenas com a informação exteroceptiva e somatossensorial.

Nesse sentido, os bebês com 3 meses de experiência no andar levam em consideração o obstáculo e parecem ser capazes de utilizar as informações sensoriais disponíveis para ajustar as passadas do andar, apresentando uma elevação bem maior para as pernas de abordagem e de suporte do que as apresentadas pelos bebês com até 1 mês de experiência no andar durante a ultrapassagem do obstáculo. Isto pode sugerir que os bebês com 3 meses de experiência no andar, além de obter informação sobre a presença e a posição do obstáculo, são mais conservadores e levantam mais as pernas durante a ultrapassagem do obstáculo para garantir maior margem de segurança. Já os bebês com 6 meses de experiência no andar tornam-se menos conservadores e começam a diminuir a elevação da perna de abordagem durante a ultrapassagem do obstáculo. Assim, parece que esses bebês levam em consideração o obstáculo e utilizam a informação visual exteroceptiva e exproprioceptiva para adequar a elevação da perna de abordagem durante a ultrapassagem sobre o obstáculo. Porém, quando ultrapassa o obstáculo com a perna de suporte, os bebês contam apenas com as informações exteroceptiva e somatossensorial, sendo assim, eles mantêm a distância vertical para a perna de suporte aumentada como uma medida de segurança durante a ultrapassagem

sobre o obstáculo. Desta forma, pode-se sugerir que experiência no andar pode melhorar a sintonização entre informação sensorial e ação motora.

A utilização das informações exteroceptiva e exproprioceptiva durante a ultrapassagem sobre obstáculos foi verificada por Gobbi (1996). Para verificar o efeito da utilização da informação visual exteroceptiva durante a ultrapassagem sobre obstáculos em crianças com 2 a 58 meses de experiência no andar, a altura e a largura do obstáculo foram manipuladas, e foi observada margem de segurança por volta de 10 cm, tanto para a perna de abordagem quanto para a perna de suporte. Já para investigar o efeito da informação exproprioceptiva durante a ultrapassagem sobre obstáculos em crianças com 8 a 62 meses de experiência no andar, a altura do obstáculo e a informação visual foram manipuladas. Os resultados indicaram que a margem de segurança aumentou com a restrição da visão. Portanto, a utilização das informações exteroceptiva e exproprioceptiva pode alterar a distância vertical entre o pé e o obstáculo durante a ultrapassagem sobre o mesmo.

Ainda, Rosengren e Wells (1994) verificaram ajustes no comprimento da passada e na trajetória da perna de abordagem em crianças com 3 e 4 anos antes, durante e após a ultrapassagem de obstáculos de diferentes alturas. Apesar da altura do obstáculo não variar no presente estudo, podemos observar ajustes para adequar a elevação da perna de abordagem durante a ultrapassagem do obstáculo realizados pelos bebês com 3 e 6 meses de experiência no andar. Estes ajustes podem sugerir que bebês com maior experiência no andar conseguem utilizar mais acuradamente as informações sensoriais disponíveis para ajustar de modo preciso as passadas do andar.

Uso da Informação Sensorial nas Passadas do Andar

Outro aspecto a ser discutido, que pôde ser constatado através dos resultados obtidos no presente estudo, é que o aumento na experiência no andar auxiliou na adequação das passadas frente às demandas do ambiente. Diversos estudos têm mostrado que experiência em determinada habilidade motora reflete em um refinamento desta habilidade frente às demandas do ambiente (BARELA; JEKA; CLARK, 1999; BARELA; POLASTRI; FREITAS JÚNIOR; GODOI, 2003; BERTENTHAL; ROSE; BAI, 1997; HIGGINS; CAMPOS; KERMOIAN, 1996).

Especificamente, estudos relacionados ao desenvolvimento da locomoção em bebês, também sugerem que experiência é um fator importante para melhorar o relacionamento entre informação sensorial e ação motora e, conseqüentemente, refinar a habilidade locomotora. Metcalfe e Clark (2000) sugeriram que bebês utilizam a informação sensorial para estabelecer e refinar o relacionamento percepção-ação e melhorar o controle postural na manutenção da posição ereta e realização da locomoção. Da mesma forma, Kingsnorth e Shumuckler (2000) sugeriram que o desenvolvimento da locomoção pode ser alterado em função da experiência locomotora. Ainda, Anderson, Campos, Anderson, Thomas, Witherington, Uchiyama e Barbu-Roth (2001) sugeriram que experiência locomotora ajuda o bebê a melhor utilizar a informação sensorial disponível e, conseqüentemente, refinar o relacionamento entre informação visual e controle postural. Da mesma forma, Adolph, Vereijken e Shrout (2003) sugeriram que experiência na locomoção é um fator importante para ajudar os bebês a superar o problema de força muscular e equilíbrios insuficientes, ajudando na realização de tarefas locomotoras. Ainda, Adolph, Eppler e Gibson (1993) sugeriram que bebês que iniciaram recentemente a locomoção independente são sensíveis à informação visual e esta percepção aumenta consideravelmente após o início da locomoção. Desta forma, não é novidade o fato de que experiência influencia no desenvolvimento de habilidades motoras. No entanto, uma questão que surge é o que a experiência propicia?

Para explicar o desenvolvimento da locomoção independente em bebês, Bril e Brenière (1992, 1993) sugeriram que o processo de aprendizagem do andar ocorre em duas fases. A primeira fase é chamada fase de integração e a segunda, fase de refinamento. De acordo com essas autoras, na primeira etapa o bebê estaria aprendendo a integrar postura dentro de movimentos locomotores, e na segunda etapa o bebê estaria adquirindo maior estabilidade e gerando ajustes posturais necessários para uma locomoção semelhante à dos adultos. Ainda, somente na segunda etapa é que os bebês estariam integrando informações sensoriais disponíveis para realização de ações motoras.

No entanto, o desenvolvimento do andar parece ocorrer de forma contínua. No período inicial do processo de aprendizagem do andar os bebês, que iniciaram recentemente a locomoção, estão sobrecarregados com a tarefa de manter a posição ereta em uma base de suporte dinâmica que envolve tanto a utilização de informação sensorial quanto a realização de atividade motora apropriada. Para esses bebês, esta tarefa é tão complexa que eles se restringem apenas a alcançar e manter esta nova posição. Porém, isso não significa que esses bebês não estão utilizando informações sensoriais, somente que ainda não são capazes de

utilizar as outras informações sensoriais disponíveis para controlar apropriadamente a realização de ações motoras como, por exemplo, sobre um obstáculo a ser ultrapassado. Assim, conforme os bebês vão ganhando experiência nesta nova posição, eles conseguem manejar mais adequadamente essa tarefa de manter a posição ereta em uma base de suporte que muda dinamicamente e, conseqüentemente, se tornam capazes de combinar outras tarefas e melhor utilizar as informações sensoriais disponíveis para adequar as ações motoras relacionadas aos movimentos das passadas e às demandas do ambiente. Desta forma, pode-se sugerir que o processo de aprendizagem da locomoção bípede independente se desenvolve de forma contínua, na qual os bebês vão fortalecendo o relacionamento entre informação sensorial e ação motora à medida que vão aumentando a experiência na realização das passadas do andar. Nesse sentido, no início da locomoção, o bebê estaria explorando as conseqüências das ações realizadas para incorporar nas próximas ações motoras e, com o aumento da experiência no andar, o bebê estaria melhor utilizando as informações sensoriais, selecionando as informações mais relevantes e utilizando-as para a coordenação e o controle das passadas do andar e adequando-as às demandas do ambiente.

7. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados no presente estudo pôde-se verificar a ocorrência de mudanças desenvolvimentais na realização das passadas com o aumento da experiência no andar em bebês. Especificamente, conforme os bebês foram aumentando a experiência no andar independente, eles aumentaram o comprimento e a velocidade das passadas e diminuíram a duração da fase de suporte. No entanto, apresentaram padrão coordenativo de membros inferiores semelhante ao andar adulto desde o início do andar. Desta forma, pode-se concluir que experiência no andar é um fator importante para a realização das passadas dos bebês embora sem alteração no padrão coordenativo.

As mudanças desenvolvimentais observadas nos bebês estiveram relacionadas à demanda ambiental. A presença de um obstáculo influenciou diferentemente a realização das passadas de bebês com diferentes experiências no andar. Estas diferenças na realização das passadas do andar estiveram relacionadas com a função que a perna estava realizando, abordagem ou suporte, e com a experiência dos bebês. Pôde-se observar que bebês com menor experiência no andar não alteraram o comportamento das passadas com a presença do obstáculo, no entanto, bebês com maior experiência no andar mostraram alterações na organização temporal da passada durante e após a ultrapassagem do obstáculo. Estes bebês com maior experiência mostraram também diminuição na cadência e diminuição na fase relativa para coordenação intermembros para a perna de abordagem quando tiveram que ultrapassar o obstáculo. Ainda, mostraram alterações nas características espaciais entre o pé e o obstáculo durante a ultrapassagem do mesmo. Interessante notar que para os bebês com menor experiência estas alterações não foram observadas. Ainda, quando confrontados com o

obstáculo, pequenas alterações na fase relativa para coordenação intramembros, tanto para a perna de abordagem quanto para a perna de suporte, foram observadas nos bebês desde o início do andar.

Desta forma, pode-se concluir que experiência no andar parece influenciar na utilização de informações sensoriais para a realização das passadas de bebês. Enquanto os bebês com menor experiência no andar não conseguem utilizar a informação sensorial para controlar apropriadamente a realização das passadas durante a ultrapassagem do obstáculo, bebês com maior experiência conseguem melhor manejar as informações sensoriais e adequar as ações motoras relacionadas aos movimentos das passadas e às demandas do ambiente. Assim, experiência no andar é importante para a sintonização entre informação sensorial e ação motora, provocando um acoplamento entre informação sensorial e ação motora mais adequado e, conseqüentemente, a realização de passadas mais condizentes com as exigências do ambiente.

REFERÊNCIAS

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

ADOLPH, K. E.; EPPLER, M. A.; GIBSON, E. J. Crawling versus walking infant's perception of affordances for locomotion over sloping. **Child Development**, Chicago, v.64, p.1158-1174, 1993.

ADOLPH, K. E.; EPPLER, M. A.; MARIN, L.; WEISE, I. B.; CLEARFIELD, M. W. Exploration in the service of prospective control. **Infant Behavior & Development**, Norwood, v.23, p.441-460, 2000.

ADOLPH, K. E.; VEREIJKEN, B.; SHROUT, P. E. What changes in infant walking and why. **Child Development**, Chicago, v.74, n.2, p.475-497, 2003.

ANDERSON, D. I.; CAMPOS, J. J.; ANDERSON, D. E.; THOMAS, T. D.; WITHERINGTON, D. C.; UCHIYAMA, I.; BARBU-ROTH, M. A. The flip side of perception-action coupling: locomotor experience and the ontogeny of visual-postural coupling. **Human Movement Science**, Amsterdam, v.20, p.461-487, 2001.

BARELA, J. A. Estratégias de controle em movimentos complexos: ciclo percepção-ação no controle postural. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, supl.3, p.79-88, 2000.

BARELA, J. A.; JEKA, J. J.; CLARK, J. E. The use of somatosensory information during the acquisition of independent upright stance. **Infant Behavior & Development**, Norwood, v.22, n.1, p.89-104, 1999.

BARELA, J. A.; POLASTRI, P. F.; FREITAS JÚNIOR, P. B.; GODOI, D. Efeito da exposição visual no acoplamento entre informação visual e controle postural em bebês. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v.17, n.1, p.16-31, 2003.

BERNSTEIN, N. The coordination and regulation of movements. Oxford: Pergamon Press, 1967. 196p.

BERTENTHAL, B. I.; BAI, D. L. Infants' sensitivity to optical flow for controlling posture. **Developmental Psychology**, Washington, v.25, n.6, p.936-945, 1989.

BERTENTHAL, B. I.; ROSE, J. L.; BAI, D. L. Perception-action coupling in the development of visual control of posture. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, Arlington, v.23, n.6, p.1631-1643, 1997.

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

BRENIÈRE, Y.; BRIL, B.; FONTAINE, R. Analysis of the transition from upright stance to steady state locomotion in children with under 200 days of autonomous walking. **Journal of Motor Behavior**, Washington, v.21, n.1, p.20-37, 1989.

BRIL, B.; BRENIÈRE, Y. Postural requirements and progression velocity in young walkers. **Journal of Motor Behavior**, Washington, v.24, n.1, p.105-116, 1992.

BRIL, B.; BRENIÈRE, Y. Posture and independent locomotion in early childhood: Learning to walk or learning dynamic postural control? In: SAVELSBERGH, G. J. P. (Ed.). **The development of coordination in infancy**. Elsevier Science Publishers, 1993. p.337-358.

BRIL, B.; BRENIÈRE, Y. Steady-state velocity and temporal structure of gait during the first six months of autonomous walking. **Human Movement Science**, Amsterdam, v.8, p.99-122, 1989.

BUTTERWORTH, G.; HICKS, L. Visual proprioception and postural stability in infancy. A developmental study. **Perception**, Ottawa, v.6, p.255-262, 1977.

CAPUTE, A. J.; SHAPIRO, B. K.; PALMER, F. B.; ROSS, A.; WACHTEL, R. C. Normal gross motor development: the influences of race, sex and socio-economic status. **Developmental Medicine and Child Neurology**, London, v.39, p.635-643, 1985.

CLARK, J. E.; PHILLIPS, S. J. A longitudinal study of intralimb coordination in the first year of independent walking: A dynamical systems analysis. **Child Development**, Chicago, v.64, p.1143-1157, 1993.

CLARK, J. E.; PHILLIPS, S. J. The development of intralimb coordination in the first six months of walking. In: FAGARG, J.; WOLFF, P. H. (Eds.). **The development of timing control and temporal organization in coordinated action**. North-Holland: Elsevier Science Publishers, 1991. p.245-257.

CLARK, J. E.; PHILLIPS, S. J. The step cycle organization of infant walkers. **Journal of Motor Behavior**, Washington, v.19, n.4, p.421-433, 1987.

CLARK, J. E.; TRULY, T. L.; PHILLIPS, S. J. A dynamical systems approach to understanding the development of lowerlimb coordination in locomotion. In: BLOCH, H.; BERTENTHAL, B. I. (Eds.). **Sensory motor organizations and development in infancy and early childhood**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1990. p.363-378.

CLARK, J. E.; WHITALL, J.; PHILLIPS, S. J. Human interlimb coordination: The first 6 months of independent walking. **Developmental Psychobiology**, New York, v.21, n.5, p.445-456, 1988.

DELORME, A.; FRIGON, J-Y; LAGACÉ, C. Infants' reactions to visual movement of the environment. **Perception**, Ottawa, v.18, p.667-673, 1989.

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

FRANKENBURG, W. K.; DODDS, J.; ARCHER, P.; SHAPIRO, H.; BRESNICK, B. The Denver II: A major revision and restandardization of the Denver Developmental Screening Test. **Pediatrics**, New York, v.89, p.91-97, 1992.

GIBSON, J. J. **The ecological approach to visual perception**. Boston: Houghton Mifflin, 1979.

GOBBI, L. T. B. **Developmental trends in skilled locomotor behavior over uneven terrain**. Waterloo, 1996. Dissertation (Doctor of Kinesiology). University of Waterloo.

GOBBI, L. T. B.; PATLA, A. E. Desenvolvimento da locomoção em terrenos irregulares: Proposta de um modelo teórico. In: PELLEGRINI, A. M. (Org.). **Coletânea de estudos: Comportamento motor I**. São Paulo: Movimento, 1997. p.29-44.

GRASSO, R.; ASSAIANTE, C.; PRÉVOST, P.; BERTHOZ, A. Development of anticipatory orienting strategies during locomotor tasks in children. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, Oxford, v.22, n.4, p.533-539, 1998.

HIGGINS, C. I.; CAMPOS, J. J.; KERMOIAN, R. Effect of self-produced locomotion on infant postural compensation to optic flow. **Developmental Psychology**, Washington, v.32, p.836-841, 1996.

HORAK, F. B.; MACPHERSON, J. M. Postural orientation and equilibrium. In: ROWELL, L. B.; SHEPARD, J. T. (Ed.). **Handbook of physiology: a critical, comprehensive presentation of physiological knowledge and concepts**. New York: Oxford American Physiological Society, 1996. p.255-292.

JOUEEN, F. Visual-proprioceptive control of posture in newborn infants. In: AMBLARD, B.; BERTHOZ, A.; CLARAC, F. (Eds.). **Posture and gait: Development, adaptation and modulation**. Paris: Elsevier, 1988. p.13-22.

JOUEEN, F.; LEPECQ, J.C.; GAPENNE, O.; BERTENTHAL, B. I. Optic flow sensitivity in neonates. **Infant Behavior & Development**, Norwood, v.23, p.271-284, 2000.

KANDEL, E. R. Perception of motion, depth, and form. In: KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSEL, T. M. (Eds.). **Principles of neural science**. New York, NY, Elsevier Science Publishers, 1991. p.440-466.

KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSELL, T. M. Processamento visual pela retina. In:_____. **Fundamentos da neurociência e do comportamento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995. p.325-338.

KINGSNORTH, S.; SCHMUCKLER, M. A. Walking skill versus walking experience as a predictor of barrier crossing in toddlers. **Infant Behavior & Development**, Norwood, v.23, p.331-350, 2000.

KRELL, J.; PATLA, A.E. The influence of multiple obstacles in the travel path on avoidance strategy. **Gait and Posture**, Amsterdam, v.16, p.15-19, 2002.

LEDEBT, A. Changes in arm posture during the early acquisition of walking. **Infant Behavior & Development**, Norwood, v.23, p.79-89, 2000.

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

LEDEBT, A.; BRIL, B. Acquisition of upper body stability during walking in toddlers. **Developmental Psychobiology**, New York, v.36, p.311-324, 2000.

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

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

MASON, C.; KANDEL, E. R. Central visual pathways. In: KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSEL, T. M. (Eds.). **Principles of neural science**. New York, NY, Elsevier Science Publishers, 1991. p.420-439.

MCFADYEN, B. J.; MALOUIN, F.; DUMAS, F. Anticipatory locomotor control for obstacle avoidance in mid-childhood aged children. **Gait and Posture**, Amsterdam, v.13, p.7-16, 2001.

MCGRRAW, M. B. Neuromuscular development of the human infant as exemplified in the achievement of erect locomotion. **Journal of Pediatrics**, Saint Louis, v.17, p.747-771, 1940.

METCALFE, J. S.; CLARK, J. E. Sensory information affords exploration of posture in newly walking infants and toddlers. **Infant Behavior & Development**, Norwood, v.23, p.391-405, 2000.

NORKIN, C. Análise da marcha. In: O'SULLIVAN, S. B.; SCHMITZ, T. J. (Eds.): **Fisioterapia: avaliação e tratamento**. São Paulo: Manole, 1993. p. 225-249.

OKAMOTO, T.; KUMAMOTO, M. Electromyographic study of the learning process of walking in infants. **Electromyography**, Louvain, v.12, p.149-158, 1972.

OKAMOTO, T.; OKAMOTO, K.; ANDREW, P. D. Electromyographic developmental changes in one individual from newborn stepping to mature walking. **Gait and Posture**, Amsterdam, v.17, p.18-27, 2003.

PATLA, A. E. Understanding the roles of vision in the control of human locomotion. **Gait & Posture**, Amsterdam, v.5, p.54-69, 1997.

PATLA, A. E. Visual control of human locomotion. In: PATLA, A. E. (Ed.). **Adaptability of Human Gait: Implications for the Control of Locomotion**, Amsterdam: Elsevier, 1991. p.55-97.

PATLA, A. E.; ADKIN, A.; MARTIN, C.; HOLDEN, R.; PRENTICE, S. Characteristics of voluntary visual sampling of the environment for safe locomotion over different terrains. **Experimental Brain Research**, New York, v.112, p.513-522, 1996.

PATLA, A. E.; PRENTICE, S. D.; GOBBI, L. T. B. Visual control of obstacle avoidance during locomotion: strategies in young children, young and older adults. In: FERRANDEZ, A.-M.; TEASDALE, N. (Eds.). **Changes in sensory motor Behavior in Aging**. Amsterdam: Elsevier, 1996. p.257-277.

PATLA, A. E.; VICKERS, J. N. Where and when do we look as we approach and step over an obstacle in the travel path? **NeuroReport**, Oxford, v.8, p.3661-3665, 1997.

ROSENGREN, K. S.; WELLS, M. J. Effect of barrier height on locomotor behavior of 3- and 4-year-old children. [Abstract]. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v.16, S99, 1994.

SAAD, M. **Análise de marcha**: manual do CAMO-SBMFR. São Paulo: Lemos-Editorial, 1997, 190p.

SCHMUCKLER, M. A. Development of visually guided locomotion: Barrier crossing by toddlers. **Ecological Psychology**, Hartford, v.8, n.3, p.209-236, 1996.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. H. A life span perspective of mobility. In:_____. **Motor Control**: theory and practical applications. Baltimore: Williams & Wilkins, 1995. p.269-294.

SPARROW, W. A.; SHINKFIELD, A. J.; CHOW, S.; BEGG, R. K. Characteristics of gait in stepping over obstacles. **Human Movement Science**, Amsterdam, v.15, p.605-622, 1996.

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

TELLINI, G. G.; SAAD, M. Análise observacional da marcha. In: SAAD, M. (Ed): **Análise de marcha**: manual do CAMO-SBMFR. São Paulo: Lemos-Editorial, 1997. p.37-46.

THELEN, E. Development of coordinated movement: Implications for early human development. In: WADE, M. G. (Ed.). **Motor development in children**: Aspects of coordination and control. Boston: Martin-Nijhoff, 1986. p. 107-124.

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

THELEN, E.; FISHER, D. M. Newborn stepping: An explanation for a “disappearing reflex”. **Developmental Psychology**, Washington, v.18, p.760-775, 1982.

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

THELEN, E.; SMITH, L. B. **A dynamic systems approach to the development of cognition and action**. Cambridge: MIT, 1994. 375p.

THELEN, E.; 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**, Chicago, v.56, n.223, 1991.

ULRICH, B. D. Development of stepping patterns in human infants: A dynamical systems perspective. **Journal of Motor Behavior**, Washington, v.21, n.4, p.392-408, 1989.

WINTER, D. A. Biomechanical motor patterns in normal walking. **Journal of Motor Behavior**, Washington, v.15, n.4, p.302-330, 1983a.

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

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

ANEXO A

**APROVAÇÃO DO PARECER CONSUBSTANCIADO SOBRE O PROJETO DE
PESQUISA "EFEITOS DA EXPERIÊNCIA NO ANDAR NA ORGANIZAÇÃO DA
PASSADA DURANTE A ULTRAPASSAGEM SOBRE OBSTÁCULOS EM BEBÊS"
PELO COMITÊ DE ÉTICA**

unesp **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**
Instituto de Biociências
COMITÊ DE ÉTICA

Rio Claro, 02 de abril de 2003.

Ofício CEP 15/2003

Ilmo. Sr.
Prof. Dr. José Angelo Barela
DD. Docente do Departamento de Educação Física
UNESP - Campus de Rio Claro

Prezado senhor:

Informamos que em reunião realizada hoje, o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências, UNESP, Campus de Rio Claro (CEP-IB-UNESP), aprovou o projeto de pesquisa intitulado "Influência da informação visual no controle coordenação da passada durante a aquisição e o refinamento do andar independente", protocolo 007824, datado de 06/12/2002.

Sendo o que se apresenta para o momento, reitero meus protestos de consideração e coloco-me à disposição para eventuais esclarecimentos.

Atenciosamente.



Profa. Dra. **Rosa Maria Feiteiro Cavalari**
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa
IB - UNESP - Rio Claro

UNESP IB RIO CLARO 07/04/2003 10:21 002079

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO DO PROJETO "EFEITOS DA EXPERIÊNCIA NO ANDAR NA ORGANIZAÇÃO DA PASSADA DURANTE A ULTRAPASSAGEM SOBRE OBSTÁCULOS EM BEBÊS"

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto: Efeitos da experiência no andar na organização da passada durante a ultrapassagem sobre obstáculos em bebês.

Declaração: Eu declaro que tenho mais que 18 anos e aceito a participação de meu (minha) filho (a) no projeto de pesquisa conduzido pela mestrandia Ana Paula Bortolaia sob a orientação do Prof. Dr. José Angelo Barela no Laboratório para Estudos do Movimento (LEM) - Departamento de Educação Física - Instituto de Biociências - UNESP/RC.

Objetivo: Eu entendo que o objetivo deste projeto é examinar os efeitos da experiência no andar na organização da passada durante a ultrapassagem sobre um obstáculo na fase de aquisição e refinamento do andar independente.

Procedimentos: Os procedimentos deste projeto requerem uma visita ao LEM quando meu (minha) filho (a) deverá andar em uma passarela fixada ao solo sob duas condições: ultrapassando um obstáculo e sem obstáculo.

Riscos: Eu entendo que meu (minha) filho (a) não corre risco algum decorrente da participação neste projeto.

Confidencialidade: Eu entendo que todas as informações coletadas no estudo são confidenciais e que o nome de meu (minha) filho (a) não será divulgado em momento algum. Ainda, toda e qualquer informação será utilizada para fins acadêmicos.

Benefícios: Eu entendo que o desenvolvimento deste projeto e a participação de meu (minha) filho (a) não me proporcionará qualquer benefício, sendo que este projeto busca apenas examinar os efeitos da experiência no andar na organização da passada em bebês.

Liberdade para interromper a participação: Eu entendo que a qualquer momento posso pedir para interromper a participação de meu (minha) filho (a) na realização do experimento. Eu também entendo que, se assim eu desejar, o responsável pelo estudo irá fornecer os resultados da participação de meu (minha) filho (a) em outra oportunidade.

Identificação do responsável pelo estudo:
Fisioterapeuta/Mestranda ANA PAULA BORTOLAIA
Laboratório para Estudos do Movimento
Depto de Educação Física - IB - UNESP/RC
Av: 24-A, 1515 - Bela Vista
Rio Claro - SP CEP: 13505-900
Fone: (19) 3526-4312

Identificação do orientador do estudo:
Prof. Dr. JOSÉ ANGELO BARELA
Laboratório para Estudos do Movimento
Depto de Educação Física - IB - UNESP/RC
Av: 24-A, 1515 - Bela Vista
Rio Claro - SP CEP: 13505-900
Fone: (19) 3526-4108

Nome do Participante: _____
Nome da Mãe ou Responsável: _____
Endereço: _____ Cidade/Estado: _____
CEP: _____ Telefone: (____) _____
RG: _____ CPF: _____

assinatura da mãe ou responsável

assinatura do responsável pelo estudo

Data: _____

APÊNDICE B

FICHA DE COLETA DE DADOS DO PROJETO "EFEITOS DA EXPERIÊNCIA NO ANDAR NA ORGANIZAÇÃO DA PASSADA DURANTE A ULTRAPASSAGEM SOBRE OBSTÁCULOS EM BEBÊS"

FICHA DE COLETA

Data da Coleta: ____/____/____

Projeto: Efeitos da experiência no andar na organização da passada durante a ultrapassagem sobre obstáculos em bebês

Experimentador: _____

Operadores: _____

Dados do Participante:

Nome: _____ Pasta (iniciais): _____
 Data de Nascimento: ____/____/____ Idade (meses): _____
 Massa (Kg): _____ Estatura (cm): _____ Gênero: () Masculino () Feminino
 Experiência em Andar (meses): _____ Grupo: # _____
 Comprimento de MMII (cm): _____ Coxa: _____ Perna: _____
 Comprimento do Pé (cm): _____ Altura do Tornozelo (cm): _____

Informações sobre o Experimento:

Distância das Marcas (cm) - Lado Direito:

met - torn: ____ / torn - joel: ____ / joel - quad: ____ / quad - omb: ____ / omb - cot: ____ / cot - pun: ____

Distância das Marcas (cm) - Lado Esquerdo:

met - torn: ____ / torn - joel: ____ / joel - quad: ____ / quad - omb: ____ / omb - cot: ____ / cot - pun: ____

Altura do Obstáculo (cm): _____ Largura do Obstáculo (cm): _____
 Distância câmera - AF (cm): _____ Área de Filmagem (cm): _____
 Altura da Câmera (cm): _____ Shutter Speed: _____ (C1); _____ (C2)
 Frequência de Coleta (Hz): _____ Duração da Coleta (min): _____

Calibração (cruz):

ponto1. (____,____) / ponto2. (____,____) / ponto3. (____,____) / ponto4. (____,____)
 ponto5. (____,____) / ponto6. (____,____)

Informações sobre as Tentativas:

Sujeito	Tentativa	Condição	Comentários
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

APÊNDICE C

MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS, COMPRIMENTO DO MEMBRO INFERIOR (CM), DA COXA (CM), DA PERNA (CM) E PÉ (CM) E ALTURA DO TORNOZELO ATÉ O CHÃO (CM) DOS BEBÊS NOS RESPECTIVOS GRUPOS.

Bebês com até 1 mês de experiência no andar

Criança	Membro Inferior (cm)	Coxa (cm)	Perna (cm)	Pé (cm)	Tornozelo - chão (cm)
ACF	35	16	15	12	4
AFC	33	15	14	12	4
BHR	33.5	15	15	12	3.5
GLB	36.5	17	15	12	4.5
HET	33	15	14	12.5	4
IRA	35	16	15	12	4
LUI	33.5	15	15	12.5	3.5
PDB	34.5	16	15	12.5	3.5
PFB	34	15	15	12	4
VTD	31	14	14	11	3
Med	33.9	15.4	14.7	12.05	3.8
DP	1.49	0.84	0.48	0.44	0.42

Bebês com 3 meses de experiência no andar

Criança	Membro Inferior (cm)	Coxa (cm)	Perna (cm)	Pé (cm)	Tornozelo - chão (cm)
AJB	36	16.5	15.5	12	4
AJU	35	16	15.5	13	3.5
DFS	35	16	15	14	4
DIS	35	16	15	13.5	4
GAN	32	15	14	11	3
JLB	32	15	13.5	10.5	3.5
KCS	34	15	15	11.5	4
LPL	37.5	17	16	13.5	4.5
LPV	39	18	17	13.5	4
RMM	36	17	15	12	4
Med	35.15	16.15	15.15	12.45	3.85
DP	2.19	1.00	0.97	1.21	0.41

Bebês com 6 meses de experiência no andar

Criança	Membro Inferior (cm)	Coxa (cm)	Perna (cm)	Pé (cm)	Tornozelo - chão (cm)
ABV	36	16	16	12	4
APO	36.5	17	15	12.5	4.5
CCS	35	16	15	12.5	4
GIO	41	19	18	13	4
GUI	41.5	19	17.5	13.5	5
IVA	36	16	15.5	12	4.5
JUL	37	16	16	12	5
JVI	38.5	17.5	16.5	14	4.5
MPV	40	18	18	13.5	4
PPV	40	18	18	13.5	4
Med	38.15	17.25	16.55	12.85	4.35
DP	2.35	1.23	1.23	0.75	0.41

APÊNDICE D

**NÚMERO DE TENTATIVAS REALIZADAS DURANTE A COLETA DE DADOS
PARA CADA BEBÊ EM SEU RESPECTIVO GRUPO E NAS PASSADAS SEM
OBSTÁCULO E PERNAS DE ABORDAGEM E DE SUPORTE.**

Tentativas realizadas - Bebês com até 1 mês de experiência no andar

Criança	Condição SO	Condição CO - PA	Condição CO - PS
ACF	3	2	2
AFC	3	3	3
BHR	3	3	3
GLB	3	3	3
HET	3	3	3
IRA	3	3	3
LUI	3	2	2
PDB	3	3	3
PFB	3	3	3
VTD	3	2	2
Med	3	2.7	2.7
DP	0.00	0.48	0.48

Tentativas realizadas - Bebês com 3 meses de experiência no andar

Criança	Condição SO	Condição CO - PA	Condição CO - PS
AJB	3	3	3
AJU	3	3	3
DFS	3	3	3
DIS	3	3	3
GAN	3	3	3
JLB	3	3	3
KCS	3	3	3
LPL	3	2	2
LPV	3	2	2
RMM	3	3	3
Med	3	2.8	2.8
DP	0.00	0.42	0.42

Tentativas realizadas - Bebês com 6 meses de experiência no andar

Criança	Condição SO	Condição CO - PA	Condição CO - PS
ABV	3	3	3
APO	3	3	3
CCS	3	3	3
GIO	3	3	3
GUI	3	3	3
IVA	3	3	3
JUL	3	3	3
JVI	3	3	3
MPV	3	3	3
PPV	3	3	3
Med	3	3	3
DP	0	0	0

APÊNDICE E

FICHA DE DIGITALIZAÇÃO DO PROJETO "EFETOS DA EXPERIÊNCIA NO ANDAR NA ORGANIZAÇÃO DA PASSADA DURANTE A ULTRAPASSAGEM SOBRE OBSTÁCULOS EM BEBÊS"

DIGITALIZAÇÃO - ARIEL PERFORMANCE ANALYSIS SYSTEM

Projeto: Efeitos da experiência no andar na organização da passada durante a ultrapassagem sobre obstáculos em bebês

Digitalizado por: _____ Data: ____/____/____

Nome do Arquivo: _____ Obs: _____
 Arquivo de Calibração: _____ Obs: _____
 Tentativa: _____ Ciclo: _____ Condição: _____
 Tempo: _____ Quadros: _____ Obs: _____

Participante: _____ Pasta (iniciais): _____
 Data da Coleta: _____ Obs: _____

Articulação do Tornozelo: coord. x inicial: _____
 coord. x final: _____
 Duração: _____
 Comprimento: _____
 Cadência: _____
 Velocidade: _____

DHPO: coord. x obstáculo: _____
 coord. x metatarso: _____

DVPO: coord. y obstáculo: _____
 coord. y metatarso: _____

de Eventos: _____

Evento	Quadro	Tempo
TCI1	_____	_____
PCC1	_____	_____
TCC1	_____	_____
PCI1	_____	_____
TCI2	_____	_____
PCC2	_____	_____
TCC2	_____	_____
PCI2	_____	_____
TCI3	_____	_____
PCC3	_____	_____
TCC3	_____	_____
PCI3	_____	_____

Tempo total = _____

FS = PCI - TCI = _____

DS1 = PCC - TCI = _____

SS = TCC - PCC = _____

DS2 = PCI - TCC = _____

FB = TCI2 - PCI = _____