

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

Dissertação de Mestrado

**ESTUDO COMPARATIVO DA INICIALIZAÇÃO E FINALIZAÇÃO
DA MARCHA: DO BEBÊ AO ADULTO.**

Fernanda Grazielle da Silva Azevedo Nora

São Carlos, SP

2010

Fernanda Grazielle da Silva Azevedo Nora

**ESTUDO COMPARATIVO DA INICIALIZAÇÃO E FINALIZAÇÃO
DA MARCHA: DO BEBÊ AO ADULTO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós – Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Fisioterapia**.

Orientadora: Profa. Dra. Paula Hentschel Lobo da Costa

São Carlos, SP

2010

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

N822ec

Nora, Fernanda Grazielle da Silva Azevedo.

Estudo comparativo da inicialização e finalização da
marcha : do bebê ao adulto / Fernanda Grazielle da Silva
Azevedo Nora. -- São Carlos : UFSCar, 2010.

86 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São
Carlos, 2010.

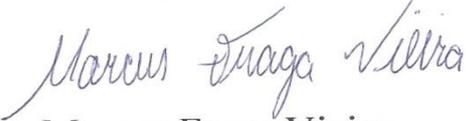
1. Biomecânica. 2. Marcha. 3. Cinética. 4. Centro de
força. I. Título.

CDD: 612.76 (20^a)

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA PARA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado DE **FERNANDA GRAZIELLE DA SILVA AZEVEDO NORA**, APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA DESTA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, AOS 19 DE FEVEREIRO DE 2010.

BANCA EXAMINADORA:


Paula Hentschel Lobo da Silva
(UFSCar)


Marcus Fraga Vieira
(UFG)


Isabel de Camargo N Sacco
(USP)

“Se você não sabe tolerar, entender, abençoar ou ser útil a oito ou dez pessoas do ninho doméstico, de que modo cumprir os seus ideais e compromissos de elevação nas áreas da Humanidade?”

André Luiz

Dedico este trabalho a minha mãe Maria e aos meus irmãos, Junior e Ana Paula e ao meu pai João Luiz, fiéis incentivadores e patrocinadores de todos os meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela minha completa saúde e por ser meu “Rumo Certo”.

À minha mãe, por todo incentivo, apoio dedicação e amor incondicional que sempre me ofereceu e por ter sido fundamental na concretização deste estudo.

Ao meu pai, por todo incentivo que me ofereceu na concretização deste estudo.

Aos meus irmãos Junior e Ana Paula, pelo carinho e amor, por estar sempre ao meu lado, por me socorrer em todas as dificuldades e, principalmente, por compreender que minha ausência se faz necessária.

À minha querida orientadora Dra. Paula H. Lobo da Costa, que se transformou em grande amiga, pela excepcional atenção empregada na realização deste estudo, por nunca ter se negado, a qualquer hora, me atender, pela paciência, humildade e motivação.

Ao Professor e meu paizão na pesquisa Dr. Marcus Fraga Vieira, pela ajuda nos momentos difíceis, pelos ensinamentos referentes a tudo que se relaciona biomecânica e por ensinar amor à pesquisa.

À Prof. Dra. Adriana, por toda sua atenção, ensinamentos e dicas durante toda essa pesquisa.

À Selva grande amiga, por me socorrer e me segurar no colo nos momentos de intensa preocupação, quando esta dissertação parecia não ter fim.

Ao Professor e grande amigo Paulo (vulgo Preto), por toda sua atenção, ensinamentos e dicas durante toda essa pesquisa.

Às mestrandas e grandes amigas Kelli Castro e Giovana Levada, por dividirem comigo momentos de sufoco e alegria na realização desta pesquisa, por suas amizades e por sempre acreditarem que daríamos conta de tudo. E a mestranda Carolina Costa por sua ajuda nos momentos de coleta de dados.

A Karina Gramani por ter cedido seu processamento de dados para que ocorresse a continuidade da minha pesquisa.

À toda equipe do Laboratório de Biomecânica da FEF/UFG, que estavam sempre prontos a ajudar, principalmente ao Fernando Gonçalves, Fábio e Marco Aurélio e ao acadêmico Leonardo Miranda.

A secretária da Pós Kelly, por sempre me atender muito bem e também quebrar vários galhos.

Aos colegas mestrandos, por terem feito parte desta fase da minha vida.

Muito obrigada aos voluntários desta pesquisa, por terem concordado em participar deste estudo, sem vocês esta dissertação não existiria.

Agradeço a CAPES pelo incentivo financeiro no mestrado.

Meu agradecimento a todos que de uma forma ou de outra, se empenharam para a concretização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE TABELAS.....	13
RESUMO.....	14
ABSTRACT	15
LISTA DE ABREVITURAS	16
1.INTRODUÇÃO	17
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1. Marcha Infantil.....	19
2.2. Inicialização da Marcha.....	22
2.3. Finalização da Marcha.....	25
3. OBJETIVOS	28
3.1. Objetivo geral.....	28
3.2. Objetivo específico.....	28
4. MATERIAIS E MÉTODOS	29
4.2. Sujeitos da pesquisa.....	29
4.3. Aspectos éticos	33
4.4. Dinamometria	33
4.4. Tratamento matemático dos dados.....	37
4.5. Cálculo do centro de força a partir da plataforma bertec.....	37

4.6 Análise Estatística.....	38
5. RESULTADOS.....	39
5.1.1. Amplitude de Oscilação do Centro de Força (COFAP e COFML) na Inicialização e Finalização da marcha.....	39
5.1.2. Velocidade Média do Centro de Força (VELAP e VELML) para a Inicialização e Finalização da marcha.....	41
6. DISCUSSÃO.....	44
6.3. LIMITAÇÕES DO ESTUDO E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	46
7. CONCLUSÃO.....	47
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	48
APÊNDICE A.....	54
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	54
APÊNDICE B.....	57
PLATAFORMA DE FORÇA – PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO.....	57
APÊNDICE C.....	61
Protocolo Dinamometria.....	61
APÊNDICE D.....	63
Processamento de dados (Alguns comandos do matlab).....	63
ANEXO A.....	68
Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos.....	68
APÊNDICE E.....	71

Protocolo Sujeitos – Tentativas Válidas – Gait Initiation e Gait Termination (3 Grupos Propostos)	71
--	-----------

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Trajetória do centro de pressão (____COP) e do centro de massa (----COM) na inicialização do passo. Pé direito inicia a fase de balanço (“release”) e pé esquerdo faz o apoio (“unload”). Adaptado de JIAN, WINTER, ISHAC e GILCHRIST, (1993).....	22
Figura 2: Modelo do Pêndulo Invertido proposto por Cavagna et al. (1976).....	23
Figura 3: Trajetória do COP (__) e COM (----) durante a terminalização do passo (1). Após a colocação do pé na plataforma de força (2) o COP desloca-se na direção anterior e lateral, a fim de desacelerar o COM nas direções posterior e medial. Após a colocação do outro pé na plataforma (3), o COP move-se medialmente para se encontrar com o COM, resultando na parada estática (modificada de Jian Et al., 1993).....	25
Figura 4: Fluxograma de recrutamento dos sujeitos do Grupo G1.	30
Figura 5: Fluxograma de recrutamento dos sujeitos do Grupo G3.	31
Figura 6 : Fluxograma de recrutamento dos sujeitos do Grupo GA.....	32
Figura 7: Protocolo laboratorial . Estão representados: plataforma1, plataforma2, computador, amplificador de sinal, conversor A/D, e o sistema de coordenadas da plataforma tanto para a inicialização e finalização do passo.....	34
Figura 8: Inicialização da marcha.....	35
Figura 9: Finalização da marcha.....	36
Figura 10: Amplitude de Oscilação do Centro de Força na direção AP, durante a inicialização da marcha: valores médios dos grupos G1,G3 e GA (cm).	39
Figura 11: Amplitude de Oscilação do Centro de Força na direção ML, durante a inicialização da marcha: valores médios dos grupos G1,G3 e GA (cm).	40
Figura 12: Amplitude de Oscilação do Centro de Força na direção AP, durante a finalização da marcha: valores médios dos grupos G1,G3 e GA (cm).....	40
Figura 13: Amplitude de Oscilação do Centro de Força na direção ML, durante a finalização da marcha: valores médios dos grupos G1,G3 e GA (cm).....	41
Figura 14: Velocidade Média do Centro de Força na direção AP, durante a inicialização da marcha: valores médios dos grupos G1,G3 e GA (cm/s).	42
Figura 15: Velocidade Média do Centro de Força na direção ML, durante a inicialização da marcha: valores médios dos grupos G1,G3 e GA (cm/s).	42

Figura 16: Velocidade Média do Centro de Força na direção AP, durante a finalização da marcha: valores médios dos grupos G1,G3 e GA (cm/s).	43
Figura 17: Velocidade Média do Centro de Força na direção ML, durante a finalização da marcha: valores médios dos grupos G1,G3 e GA (cm/s).	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados Individuais do Grupo 1: valores médios e desvios – padrões	30
Tabela 2: Dados Individuais do Grupo 3: valores médios e desvios – padrões	31
Tabela 3: Dados Individuais do Grupo A: valores médios e desvios – padrões	32

RESUMO

ESTUDO COMPARATIVO DA INICIALIZAÇÃO E FINALIZAÇÃO DA MARCHA: DO BEBÊ AO ADULTO.

A inicialização de marcha é definida como transição da postura em pé ao primeiro passo a marcha cíclica, e envolve um programa motor mediado por ajustes preparatórios necessários para propulsionar o corpo para frente (MELOUIN ET AL,2000). Os estudos que abordam a inicialização em sua maioria em população adulta têm como objetivo compreender as limitações posturais em patologias e no envelhecimento e o pouco que se encontra em população infantil também tem o foco em patologias e não como este processo ocorre em função do desenvolvimento do andar independente. Este estudo teve por objetivo descrever como ocorre o processo de inicialização da marcha e como este muda à medida que ocorre o desenvolvimento do andar independente. Foram avaliados 29 sujeitos em três grupos G1 (15 meses – 10 sujeitos), G2 (3 anos – 9 sujeitos) e GA (adulto – 10 sujeitos). As variáveis analisadas foram: amplitude de oscilação do centro de força na direção médio lateral (COFML) e antero posterior (COFAP) e velocidade média VELAP e VELML. O teste não paramétrico de Kruskal Wallis foi utilizado para detectar diferenças entre os grupos, o nível de significância foi de $p \leq 0,05\%$. Resultados Inicialização da marcha: COFAP (cm) não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Porém, ambos os grupos apresentaram diferenças significativas para o comportamento da COFML (G1 = 7.79cm, G3 = 7.46cm, GA= 3.25cm e $p= 0.01$). Por outro lado a variável VELAP (cm/s), não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos, assim como a variável VLML. Resultados Finalização da marcha os resultados das variáveis COFAP (G1 = 11,15cm, G3 = 8,69 cm e GA = 5,17 cm) e COFML (G1 = 7,83cm , G3 = 8cm e GA = 4,86 cm) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas quando comparadas entre os três grupos propostos tanto para a plataforma 1 quanto para a plataforma 2. VELAP (G1 = 4,13cm/s, G3 = 3,16cm/s e GA = 3,26cm/s) e VELML(G1 = 9,74 cm/s, G3 = 5,72 cm/se e GA = 2,49 cm/s), não foram estatisticamente diferentes durante a finalização do marcha Como conclusão, os resultados indicaram importância que o comportamento do centro de força e a capacidade de lidar com o campo gravitacional durante a inicialização da marcha e como este processo muda de acordo com a experiência do andar independente.

Palavra – chave: Inicialização da Marcha, Finalização da Marcha, Centro de Força, Biomecânica, desenvolvimento do andar independente

ABSTRACT

THE COMPARATIVE STUDY OF GAIT INITIATION AND TERMINATION: THE BABY TO ADULT

The gait initiation is set to transition from standing posture to the first step to reversing cyclical, and involves a motor program mediated by adjustments preparations necessary to propel the body forward (MELOUIN ET AL, 2000). Studies that approach the initialization mostly in the adult population have aimed to understand the limitations in postural disorders, aging and what little is in the child population also has a focus on disease and how this process occurs not because of the development of walking independent. This study aimed to describe how the gait initiation process occurs and how it changes as occurs the development of independent walking. We evaluated 29 subjects into three groups: G1 (15 months - 10 subjects), G2 (3 years - 9 subjects) and GA (Adult - 10 subjects). The variables were analyzed: amplitude of oscillation of the center of force toward the average side (COFML) and anterior posterior (COFAP) and average speed and VELAP VELML. The nonparametric Kruskal Wallis test was used to detect differences between groups; the significance level was $p \leq 0.05\%$. Results of gait initiation: COFAP (cm) there was no statistically significant differences between groups. However, both groups showed significant differences in the COFML behavior (7.79cm = G1, G3 = 7.46cm, GA = 3.25cm, $p = 0.01$). Furthermore the variable VELAP (cm / s), showed no statistically significant difference between groups, as well as the variable VLML. Results of gait termination: variables results COFAP (G1 = 11.15 cm, G3 = GA = 8.69 cm and 5.17 cm) and COFML (G1 = 7.83 cm, G3 = 8 cm and 4.86 cm = GA) showed no statistically significant differences when purchased between the three groups proposed both as a platform to platform 2. VELAP (G1 = 4.13 cm / s, G3 = 3.16 cm / GA = 3.26 cm / s) and VELML (G1 = 9.74 cm / s, G3 = 5.72 cm / s and GA = 2, 49 cm / s) were not statistically different during the completion of the gait termination, the results indicated the importance that the strength center behavior and the ability to deal with the gravitational field during the gait initiation and how this process changes with the experience of walking independently.

Key – Words: Gait Initiation, Gait Termination, Center of Force, Biomechanics, development of independent walking

LISTA DE ABREVIATURAS

GI	Inicialização do Passo
GT	Terminalização do Passo
COP	Centro de Pressão
COF	Centro de Força
COG	Centro de Gravidade
COM	Centro de Gravidade
FRS	Força de Reação do Solo
AP	Antero Posterior
ML	Médio Lateral
VEL	Velocidade Média
COFAP	Oscilação de Amplitude AP
COFML	Oscilação de Amplitude ML
GPC	Gerado de Padrão Central
APAS	Ajustes Posturais Antecipatórios
Fz	Força Vertical
Fx	Força Médio Lateral
Fy	Força Antero Posterior
A/D	Conversor A/D

1.INTRODUÇÃO

A postura de pé, parada, em apoio bidopal envolve movimentos lentos e de pequenas amplitudes do centro de massa corporal, criando uma condição denominada de equilíbrio quase estático. Nessa condição, o centro de massa (COM) se mantém dentro dos limites da superfície de apoio.

No andar, o centro de massa está sempre fora da superfície de apoio, exceto durante a fase de apoio duplo, e, se considerada uma velocidade constante de deslocamento, tem-se uma condição de equilíbrio dinâmico. Termo "dinâmica" indica que o membro em balanço tem uma trajetória que atingirá uma nova condição de equilíbrio durante a próxima fase de apoio.

A inicialização do passo é definida como a transição da postura quase estática de pé ao primeiro passo do movimento cíclico da marcha, que envolve um programa motor central mediado pelos ajustes preparatórios necessários para propulsionar o corpo para frente (MELOUIN ET AL, 2000).

A finalização do passo é definida como a transição entre a marcha dinâmica e a postura de pé parada. Nesse processo, a interação entre o COM e o centro de pressão (COP) é regulada para controlar o equilíbrio total do corpo, levando-o à parada (JIAN ET AL. 1993).

A Biomecânica é uma ciência que descreve e analisa os padrões fundamentais de postura e movimento através de grandezas mecânicas, como as variáveis espaço-temporais (duração do passo e da fase de balanço, comprimento e largura do passo, velocidade de deslocamento), cinemáticas (deslocamentos lineares e angulares e suas correspondentes velocidades e acelerações) e cinéticas (forças de reação do solo, momentos de força e o comportamento do centro de força (COF)). A avaliação destas variáveis poderia contribuir, portanto, para a identificação e compreensão de adaptações e limitações dos padrões de postura e movimento que podem ser atribuídas ao processo de desenvolvimento do andar independente.

A análise do centro de pressão (COP) é o do ponto de aplicação da resultante das forças verticais atuando na superfície de apoio, deve descrever o resultado coletivo do sistema de controle postural e da força de gravidade, ou seja, a resposta neuromotora à oscilação do centro de massa (WINTER, 1995). Este é totalmente independente do COM. Se um pé está em contato com o solo, o centro de pressão líquido está dentro da

área desse pé. Se ambos os pés estão em contato com o solo, o COP líquido está localizado entre os dois pés, dependendo da sobrecarga relativa a cada pé. Quando apenas uma plataforma de força é usada para o estudo do comportamento do centro de pressão, apenas o COP líquido é avaliado. Esse COP líquido será ao longo do presente estudo denominado de Centro de Força, pois corresponderá ao ponto de aplicação das forças verticais de reação do solo, aferido a partir de uma única plataforma de força.

Os estudos que abordam a inicialização da marcha em sua maioria em população adulta têm como objetivo compreender as limitações posturais em patologias e no envelhecimento. Condições patológicas como doença de Parkinson, amputados e crianças com paralisia cerebral e hemiplegia predominam, porém o comportamento do COP e sua inter-relação com o processo de aquisição e desenvolvimento da marcha ainda é pouco estudado

Poucos estudos têm focado a inicialização do passo em crianças típicas, sem distúrbios neuromusculares ou ortopédicas. Brenière, Bril e Fontaine (1989) demonstraram que o comportamento antecipatório de inicialização de um novo passo é pouco evidente em crianças que andam há seis meses e que um andar cíclico e rítmico só pode ser reconhecido nessas mesmas crianças após pelo menos quatro passos. Novas informações sobre o comportamento antecipatório ao passo em crianças foram trazidas por Malouin e Richards (2000) e Assaiante, Woollacott e Amblard (2000) que, além da cinética, investigaram a atividade eletromiográfica em crianças entre quatro e seis anos, comparando a de adultos. Ledebt, Bril e Brenière (1998) descreveram as diferenças no padrão de deslocamento do centro de pressão entre crianças em idades de dois, cinco e oito anos.

O processo de transição do andar cíclico para a posição parada em pé é denominado de “finalização do andar”. Na finalização de um ciclo da marcha, o centro de pressão precisa se mover para uma posição à frente da futura posição final do centro de massa.

Por outro lado, a compreensão da finalização do passo ainda é limitada, pois os únicos estudos encontrados têm descrito limitações posturais nas condições patológicas da população adulta com em doenças de Parkinson e Amputações (VRIELING ET AL, 2007). Não existem estudos até o momento com o objetivo de se compreender a finalização do passo em crianças típicas, sem distúrbios neuromusculares ou ortopédicas, apesar da clara dificuldade de parar no lugar.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Marcha Infantil

O padrões de marcha infantil e seu desenvolvimento têm sido descritos por muitos autores (CLARK & PHILLIPS, 1993; HALLEMANS, DECLERCQ, OTTEN, AERTS, 2005; MARQUES-BRUNA & GRIMSHAW, 2000; OKAMOTO, OKAMOTO, ANDREW, 2003; OUNPUU, GAGE, DAVIS, 1991; SCHNEIDER, ULRICH, JENSEN, THELEN, 1990; SUTHERLAND, OLSHEN, BIDEN, WYATT, 1988), porém, compreender os mecanismos da aquisição e domínio da marcha independente em crianças e os fatores que os influenciam continua sendo um grande desafio para a pesquisa em diferentes áreas do conhecimento.

Todas as crianças vêm a este mundo despreparadas para enfrentar os desafios impostos pela bipedestação no campo gravitacional, já que estão habituadas ao ambiente aquático. Nesse contexto, os principais desafios biomecânicos enfrentados pelo bebê durante esse período são: a grande massa relativa da cabeça e altura do CG, que geram instabilidades estáticas, a ausência do mecanismo de pêndulo invertido para garantir os padrões de flutuação da energia mecânica cinética e potencial gravitacional, o equilíbrio dinâmico que precisa ser mantido durante o longo tempo em apoio simples típico do andar e a postura ereta bípede que precisa ser controlada.

O ciclo de marcha, também denominado de passada, segundo Perry (2005), é freqüentemente subdividido em dois períodos: fase de apoio e fase de balanço (ou fase oscilante, figura 1). A fase de apoio é caracterizada pela presença do contato do pé com o solo, iniciando no contato inicial e finalizando com a retirada deste pé do solo. Já a fase de balanço é caracterizada pelo período em que o pé está livre do contato com o solo para o avanço do membro. Inicia-se com a retirada do pé do solo e termina com o novo contato do mesmo pé. A fase de apoio pode ser subdivida em: primeiro apoio duplo, apoio simples (ou unipodálico) e segundo apoio duplo. O primeiro apoio duplo marca o começo do ciclo da marcha, é o momento no qual ambos os pés estão em contato com o solo. O apoio simples inicia-se quando o pé oposto é elevado para o balanço. Já o segundo apoio duplo inicia-se com o segundo contato com o solo do pé contralateral e finaliza-se com a perda de contato do pé em direção ao balanço.

No presente estudo, define-se o andar como um padrão fundamental de movimento que envolve os elementos básicos de uma certa habilidade motora. Assim, tem-se uma função, a marcha, que emprega o padrão de movimento do andar.

Sobre o comportamento motor humano, os primeiros estudos tiveram por base teorias maturacionistas neurais (e.g. Shirley, 1931; Gesell, 1928; McGraw, 1935 citado por Vieira, 1998), nas quais a ontogenia do comportamento foi observada como uma propriedade intrínseca do organismo, com predeterminação do padrão de maturação. O padrão locomotor da marcha foi objeto de estudo por um vasto número de autores nesta perspectiva (BARRIGAS,1997).

As origens da locomoção têm gerado intensos debates científicos. O papel da marcha reflexa no acervo motor infantil e suas implicações sobre o andar independente tem merecido especial atenção, contrapondo maturacionistas a pesquisadores da perspectiva dos sistemas dinâmicos. Derivados desta última, estudos têm buscado evidências experimentais para as concepções de Bernstein (1967) acerca do surgimento e desenvolvimento de padrões coordenados de movimento em crianças. A manipulação do andar em bebês (THELEN & FISHER, 1982), por exemplo, tem contribuído de forma decisiva para a compreensão de que movimentos coordenados surgem a partir de um sistema predisposto a gerar padrões alternados de coordenação inter-membros, cujos detalhes não são especificados, mas vêm da interação com o campo biomecânico. Isso quer dizer que, provavelmente, algum tipo de fator biomecânico relacionando forças internas às forças gravitacionais atue como limitante na manifestação de um padrão mais coordenado de movimento.

Diferentes estudos e abordagens sob aspecto cinemático (Bernstein, 1967; Statbram & Murray, 1971; Sutherland, Olsen, Biden & Wyatt, 1988), cinético (Fortney, 1983), eletromiográfico (Berger, Altenmueller & Dietz, 1984; Sutherland e tal., 1988) e mesmo eletroencefalográfico (Berger, Quintern & Dietz, 1987) contribuíram com o estudo das alterações ocorridas ao longo do desenvolvimento do andar.

Vieira (1998), Wade & Berg (1991) defendem que o potencial da marcha existe no substrato neural de forma imatura até atingir uma diferenciação que lhe permita a emergência da ação. Esta perspectiva neuro-maturacional do desenvolvimento motor foi a primeira a avançar com uma explicação para o desenvolvimento da locomoção. McGraw (1932, 1940) e, posteriormente Fossberg (1985), focaram todo o processo no desenvolvimento do sistema nervoso.

McGraw (1932) verificou que a crescente capacidade de contrariar a força da gravidade é gradual no desenvolvimento e tem uma direção cefalocaudal. McGraw afirmava que a incapacidade da criança recém-nascida para marchar se devia mais a um não desenvolvimento do substrato de equilíbrio, do que a uma falta de mecanismo intrínseco, pois esta não estava suficientemente apta para a marcha autônoma. As modificações na forma de progressão refletiam obviamente alterações maturacionais no sistema nervoso central. Órgãos e centros do Sistema Nervoso Central particularmente o cerebelo, intervêm na ação da marcha e muitas qualidades descritas na análise dos comportamentos podem ser atribuídas ao desenvolvimento do cerebelo. Sugere a existência de um centro gerador de padrão (“central pattern generator” - CPG) inato, localizado na medula espinhal, responsável pela produção da marcha infantil e gerador do ritmo básico locomotor nos adultos. Assume a marcha como uma adaptação filogenética e considera a maturação do sistema nervoso central como principal responsável. Para Fossberg (1985), a produção da marcha depende do desenvolvimento da capacidade da criança em controlar o seu equilíbrio e manter a postura bípede.

Uma outra perspectiva sugerida por Zelazo (1982) é a perspectiva cognitivo-comportamental, em que se defende que alguns aspectos do desenvolvimento motor e, particularmente, a aquisição da marcha independente podem ser produzidos precocemente se fizermos uso consistente da habilidade. O desenvolvimento motor é visto por Zelazo como expressão da capacidade mental, ou seja, a cognição tem papel importante no desenvolvimento da marcha.

Thelen (1983) contradiz a proposta de Zelazo (1982), argumentando que a locomoção é um comportamento filogenético primitivo, cuja iniciação e controle não requer em nível de funcionamento cognitivo observado na atividade relacional, na utilização da linguagem, ou outras capacidades emergentes para gerar idéias. Assim seus estudos procuram explicar como os muitos graus de liberdade do sistema se articulam para produzir todo um repertório motor bem coordenado, característico do comportamento humano (WILLIAMS, 1983).

Thelen (1983) sugere que a aprendizagem da marcha independente implica um processo gradual e complexo da maturação da motivação, da integração de um centro gerador de padrão com um substrato neural para o controle da postura e equilíbrio, além do controle de importantes alterações nas proporções corporais, força óssea e muscular.

À medida que as capacidades locomotoras da criança vão evoluindo, novos horizontes se tornam viáveis no intercâmbio da exploração animal-ambiente, por

exemplo, enquanto as variações das condições do terreno não constituem qualquer problema para crianças mais velhas, as mesmas condições podem ser a causa do insucesso, nomeadamente do desequilíbrio (queda) na locomoção bípede, em crianças mais novas (GABABARD,1992).

Assim o desenvolvimento do andar humano pode ser explicado por diferentes pontos de vista. Como visto esse processo é influenciado por diversos fatores e o presente estudo pretende contribuir para com a compreensão do papel do domínio do campo gravitacional nesse fenômeno.

2.2. Inicialização da Marcha

Para a inicialização de um novo ciclo do andar, deve ocorrer uma transição da posição em pé parada para o primeiro passo. O processo de iniciar um novo ciclo do andar será denominado de “inicialização do andar”. Nessa fase, enquanto o centro de massa é acelerado à frente, o centro de força (ou de pressão) começa a se mover posterior e lateralmente em direção ao pé do membro de balanço e, logo após, move-se de volta em direção ao pé do membro de apoio (figura 1).

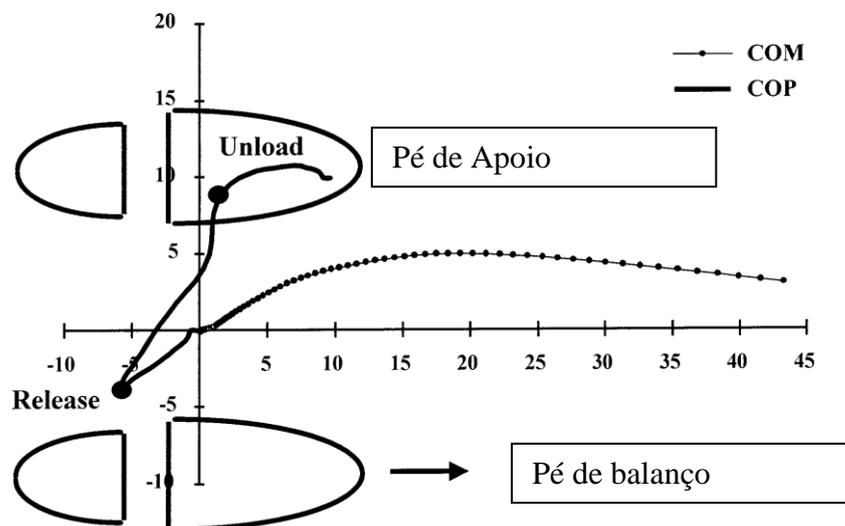


Figura 1: Trajetória do centro de pressão (____COP) e do centro de massa (----COM) na inicialização do passo. Pé direito inicia a fase de balanço (“release”) e pé esquerdo faz o apoio (“unload”). Adaptado de JIAN, WINTER, ISHAC e GILCHRIST, (1993).

Esse deslocamento à frente do centro de massa é causado pela desativação dos músculos flexores plantares da articulação do tornozelo da perna de apoio, ao mesmo tempo em que ocorre a ativação dos músculos dorsoflexores da mesma perna. Assim, à medida que o corpo oscila à frente, há um aumento da atividade dos mesmos flexores

plantares que produzem a propulsão à frente do corpo e a retirada dos dedos, iniciando a oscilação do membro. Esse comportamento é perfeitamente previsível pela teoria do pêndulo invertido. Além disso, abdutores da coxa do membro de balanço se ativam e são os responsáveis pelo deslocamento lateral do centro de pressão em direção à perna de balanço. Em seguida, estes mesmos abdutores são desativados e ativam-se os abdutores do membro de apoio, ação esta que produz o deslocamento do centro de pressão em direção ao pé de apoio. Durante a retirada dos dedos do membro de balanço, todo o peso do corpo está sendo sustentado pelo membro de apoio. A linha unindo centro de pressão e centro de massa corresponde ao vetor aceleração e, após a fase de descarga do peso, este vetor é dirigido à frente, afastando-se cada vez mais do pé de apoio, em direção à futura posição do pé de balanço (JIAN, WINTER, ISHAC e GILCHRIST, 1993).

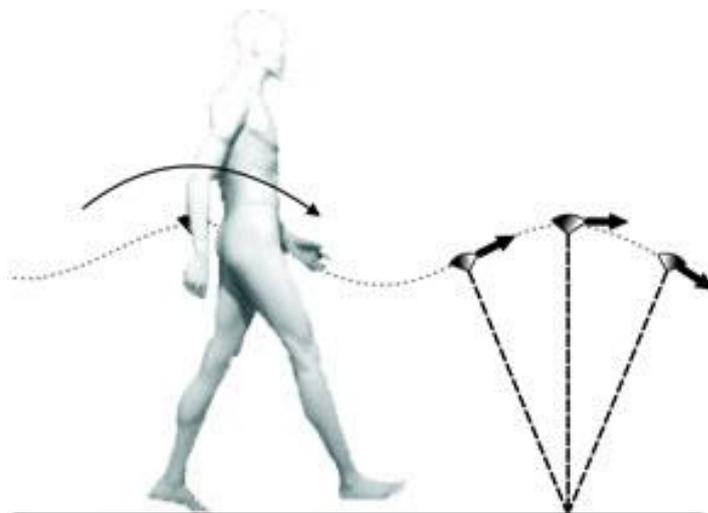


Figura 2: Modelo do Pêndulo Invertido proposto por Cavagna et al. (1976).

Esse modelo assume um comportamento rígido de pendulo invertido durante a fase de apoio, o que promove conservação de energia. Não será necessário trabalho para mover o centro de massa, nem trabalho relevante para manter a extensão do joelho com força muscular mínima. No entanto, a transição entre passos envolve a redireção da velocidade do centro de massa e simultâneo trabalho positivo e negativo pelos dois membros (figura 2).

A inicialização da marcha pode ser subdividida nas seguintes fases (adaptado de LEDEBT, *et al.*, 1998 e MALOUIN *et al.*, 2000):

- fase antecipatória: desde o início do fenômeno dinâmico até a saída do calcanhar do pé de balanço;
- fase de execução do 1º passo: desde a saída do calcanhar do pé de balanço até a perda total de contato desse mesmo pé;
- fase de execução do 2º passo: do apoio simples até a perda de contato do pé de apoio.

Mancini et al. (2009) estudaram os ajustes posturais antecipatórios (APA's) com o intuito de caracterizar os déficits de inicialização do passo em indivíduos com o início moderado da doença de Parkinson (DP). Participaram do estudo 11 sujeitos portadores da DP e 12 sujeitos saudáveis. Foi utilizada a dinamometria por meio de uma plataforma de força e os autores investigaram o comportamento do COP e a aceleração do COM do tronco. As magnitudes do APA's mensuradas a partir do pico de deslocamento do COP e aceleração do COP AP(anteroposterior) e ML (mediolateral) foram maiores no grupo controle. Os resultados sugerem que a análise quantitativa da inicialização do passo, por meio de uma plataforma de força, fornece informações úteis para a caracterização dos pacientes em estágios iniciais da DP, quando a evidência clínica não pode detectá-la no seu estágio inicial.

Welter et al. (2007) estudaram o controle postural na inicialização da marcha em pacientes portadores da doença supranuclear progressiva – PSP (10 sujeitos) e sujeitos típicos (43 sujeitos). Usaram uma plataforma de força (o sujeito iniciava a atividade em cima da plataforma) para medir o comprimento do passo e o comportamento do COM (AP e ML) durante o início da marcha. Os pacientes não apresentavam redução na velocidade vertical do COP antes do contato do pé de balanço no novo apoio e os pacientes portadores de PSP não reduziram a velocidade vertical descendente do COM no início do passo, provavelmente pela típica instabilidade postural durante a marcha.

Nalin et al. (2000) estudaram a biomecânica da inicialização da marcha em duas condições: iniciando com o a ponta do pé (dedo do pé) iniciando com o calcanhar, de 10 jovens adultos saudáveis (5 homens e 5 mulheres). Utilizaram a dinamometria e investigaram as FRS e o COP em três velocidades pré selecionadas (lenta, normal e rápida). Encontraram os autores que não houve diferenças no deslocamento do COP e nem no impulso (FRS) para as duas condições, sugerindo que os problemas de equilíbrio em pacientes com patologias neuromotoras são provavelmente devido à patologia subjacente e não à estratégia para o início de marcha.

Malouin et al. (2000) estudaram os ajustes preparatórios para a inicialização da marcha em um grupo de seis crianças (4-6 anos) em comparação com um grupo de seis adultos (50-61 anos). Utilizaram a dinamometria com duas plataformas de força e investigaram as FRS e o comportamento do COP durante o início da marcha, no qual os sujeitos apoiavam um pé em cada plataforma. As crianças apresentaram uma trajetória do COP total lateral e não posterior como no grupo dos adultos. Acredita-se que a experiência de andar melhora a estabilidade postural, sendo assim necessária para alcançar o controle efetivo do processo de iniciação da marcha.

2.3. Finalização da Marcha

O processo de transição do andar cíclico para a posição parada em pé é denominado de “terminalização do andar”. Na finalização de um ciclo da marcha, o centro de pressão precisa se mover para uma posição à frente da futura posição final do centro de massa (Figura 3). As trajetórias do centro de pressão e do centro de massa para a finalização de um ciclo são espelhos das ações que ocorrem no início de um novo ciclo (JIAN, WINTER, ISHAC e GILCHRIST, 1993).

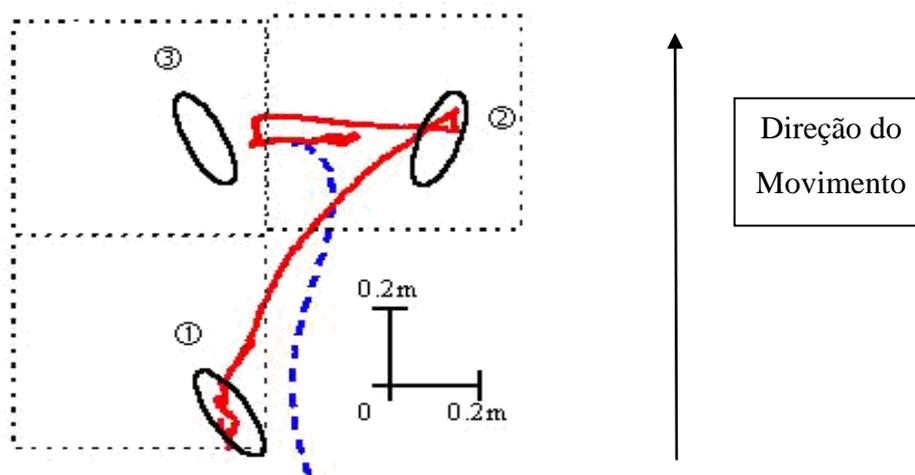


Figura 3: Trajetória do COP (—) e COM (----) durante a terminalização do passo (1). Após a colocação do pé na plataforma de força (2) o COP desloca-se na direção anterior e lateral, a fim de desacelerar o COM nas direções posterior e medial. Após a colocação do outro pé na plataforma (3), o COP move-se medialmente para se encontrar com o COM, resultando na parada estática (modificada de Jian Et al., 1993).

Após o último contato do calcanhar, o centro de pressão move-se anteriormente, devido à atividade aumentada dos flexores plantares. Essa ação resulta num vetor de desaceleração direcionado para trás. Em seguida, durante a aceitação do peso do outro

membro em preparação para a parada no lugar, o centro de pressão move-se rapidamente para a lateral em direção a um ponto entre os dois pés. Em seguida, o centro de pressão se move posteriormente, em direção ao centro de massa e finalmente encontra-o, à medida que o sujeito chega à posição parada. O processo de finalização da marcha pode ser considerado como mais difícil de se atingir com sucesso do que o de início de um novo ciclo, devido à necessidade do sistema nervoso central de prever a futura posição do centro de massa e, ao mesmo tempo, controlar o centro de pressão para uma posição à frente da posição final do centro de massa ((JIAN, WINTER, ISHAC e GILCHRIST, 1993).

A finalização da marcha é um processo que pode ser subdividido nas seguintes fases:

- fase preparatória: desde o contato inicial do pé com o solo no último passo até o apoio do outro pé;
- fase de execução: desde o apoio do 2º pé até a parada total.

Vrieling et al. (2007) estudaram as limitações e as estratégias de ajustamento de sujeitos amputados de membros inferiores na finalização da marcha. Participaram do estudo sujeitos amputados (transfemoral e transtibial) capazes de controlar o corpo. Utilizaram a dinamometria (uma plataforma de força) para mensurar a força de reação do solo (FRS) e o descolamento do COP. Os amputados apresentaram uma diminuição do pico da FRS na frenagem do membro com prótese, sem deslocamento anterior do COP, diferentemente dos indivíduos capazes. Por outro lado, o deslocamento médio lateral do COP teve um aumento na sua trajetória, pois os amputados utilizaram diversas estratégias de ajuste para compensar as limitações na função, com preferência na produção de frenagem no membro não afetado. Concluíram os autores que devido à falta da função ativa do tornozelo, os amputados não eram capazes de aumentar a força de frenagem, pois apenas o membro não afetado realizava a desaceleração.

Dessa forma, a compreensão do processo de inicialização e finalização da marcha requer a tomada de decisões metodológicas sobre instrumentos biomecânicos que sejam adequados ao acesso a esses fenômenos. A inicialização e finalização da marcha possuem grande importância no estudo do desenvolvimento da marcha.

Como ocorre a capacidade de lidar com o campo gravitacional durante a inicialização e a finalização da marcha? Esse processo difere de acordo com a maior experiência com o andar?

Destarte, a realização deste justifica-se pelo fato de que o estudo de tais aspectos como a capacidade de lidar com o campo gravitacional durante a inicialização e finalização da marcha podem revelar de qual maneira estes fatores afetam o domínio da marcha em crianças. Já no contexto de aplicações clínicas, tal conhecimento pode ser futuramente útil como referência para a identificação de padrões fisiológicos, colaborando na tomada de decisões quanto a procedimentos da reabilitação motora de distúrbios neurológicos ou de outra natureza que afetam a função da marcha em crianças e adultos.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Este estudo teve por objetivo descrever como ocorre o processo de inicialização e finalização da marcha e como este muda à medida que ocorre o desenvolvimento do andar independente.

3.2. Objetivo específico

- Descrever a oscilação e a velocidade do COF na inicialização e finalização da marcha;
- Comparar o comportamento do COF em três grupos com diferentes tempos de experiência no andar: crianças que acabaram de adquiri-lo, com 3 anos e adultos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

O delineamento do presente projeto foi estipulado como estudo analítico transversal, onde não houve risco de perda amostral durante a realização das coletas de dado.

4.2. Sujeitos da pesquisa

Participaram do estudo, 29 sujeitos de ambos os sexos, , subdividas em três grupos: grupo de 15 e 16 meses (G1 – 10 crianças), grupo de 3 anos – (G3 – 9 crianças) e 20 e 25 anos (GA – 10 crianças). Nenhum dos sujeitos da amostra apresentava alterações de origem musculoesquelética ou neurológica aparentes nos membros inferiores. Todos os sujeitos do grupo G1 e G3 foram recrutados dos postos de saúde da rede municipal de saúde de São Carlos e o GA foi recrutado na Universidade Federal de São Carlos nos cursos de graduação e pós graduação.

A seguir serão apresentados os fluxogramas de recrutamento dos grupos citados acima, assim como os valores médios e desvios – padrão referentes: a idade (meses para o grupo G1 e G3 e em anos para o grupo GA), estatura (cm), peso (kg), Tempo de andar independente (meses, apenas para o grupo G1 e G3).

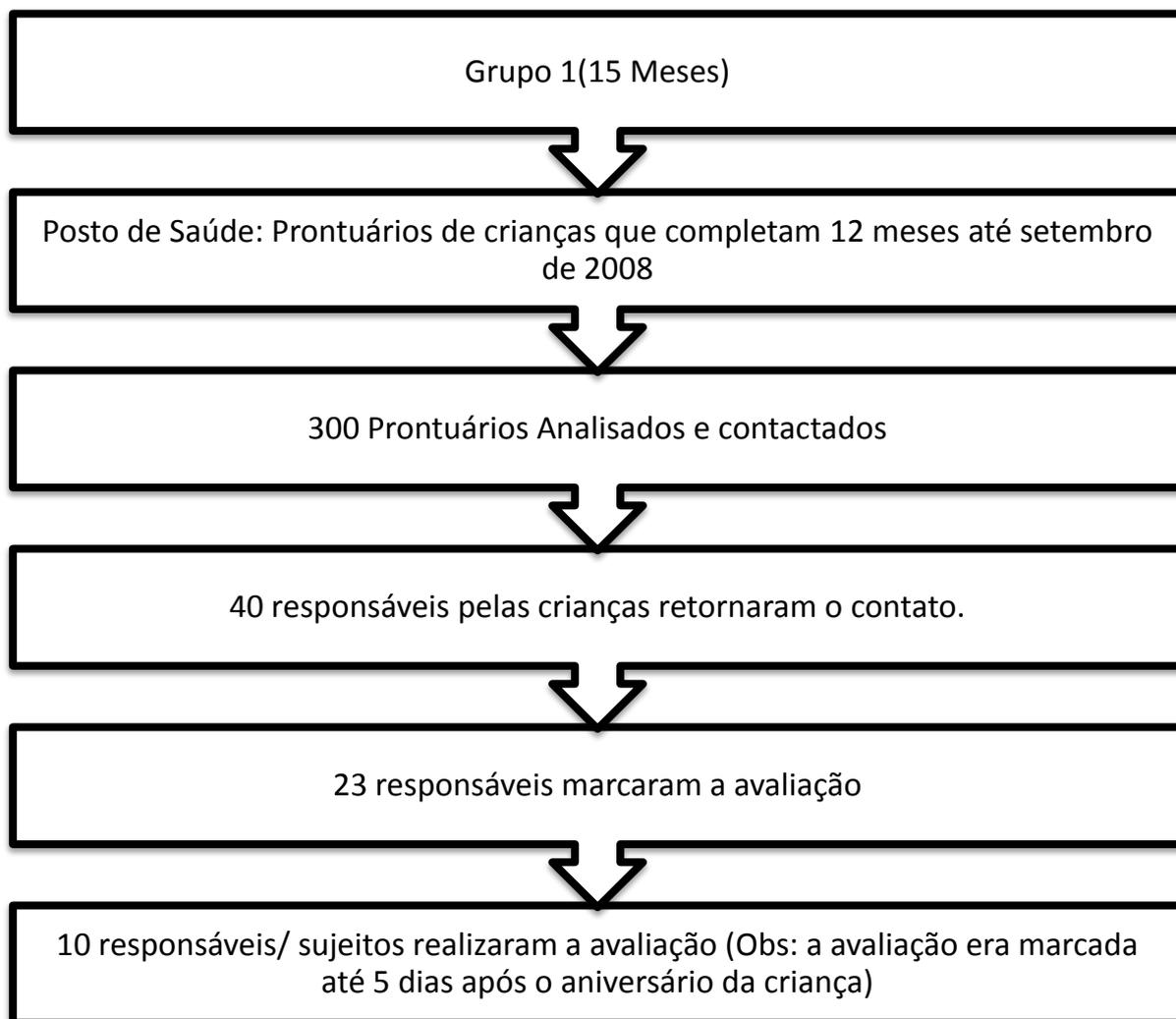


Figura 4: Fluxograma de recrutamento dos sujeitos do Grupo G1.

No Grupo G1 havia 10 sujeitos, sendo a média de idade de 15,3 meses, apresentando uma estatura média de 78 cm e massa média de 11,91 kg. Este grupo apresentou um tempo de andar independente de aproximadamente de 3 meses, como mostra os dados da tabela 1.

G1

Grupo 15 Meses

10 Participantes

Participante	Idade (Meses)	Massa (kg)	Estatura (cm)	Tempo do Andar Independente (Mese)
Média	15,3	11,91	78,8	3
Desvio Padrão	0,48	1,40	2,08	2,121

Tabela 1: Dados Individuais do Grupo 1: valores médios e desvios – padrões

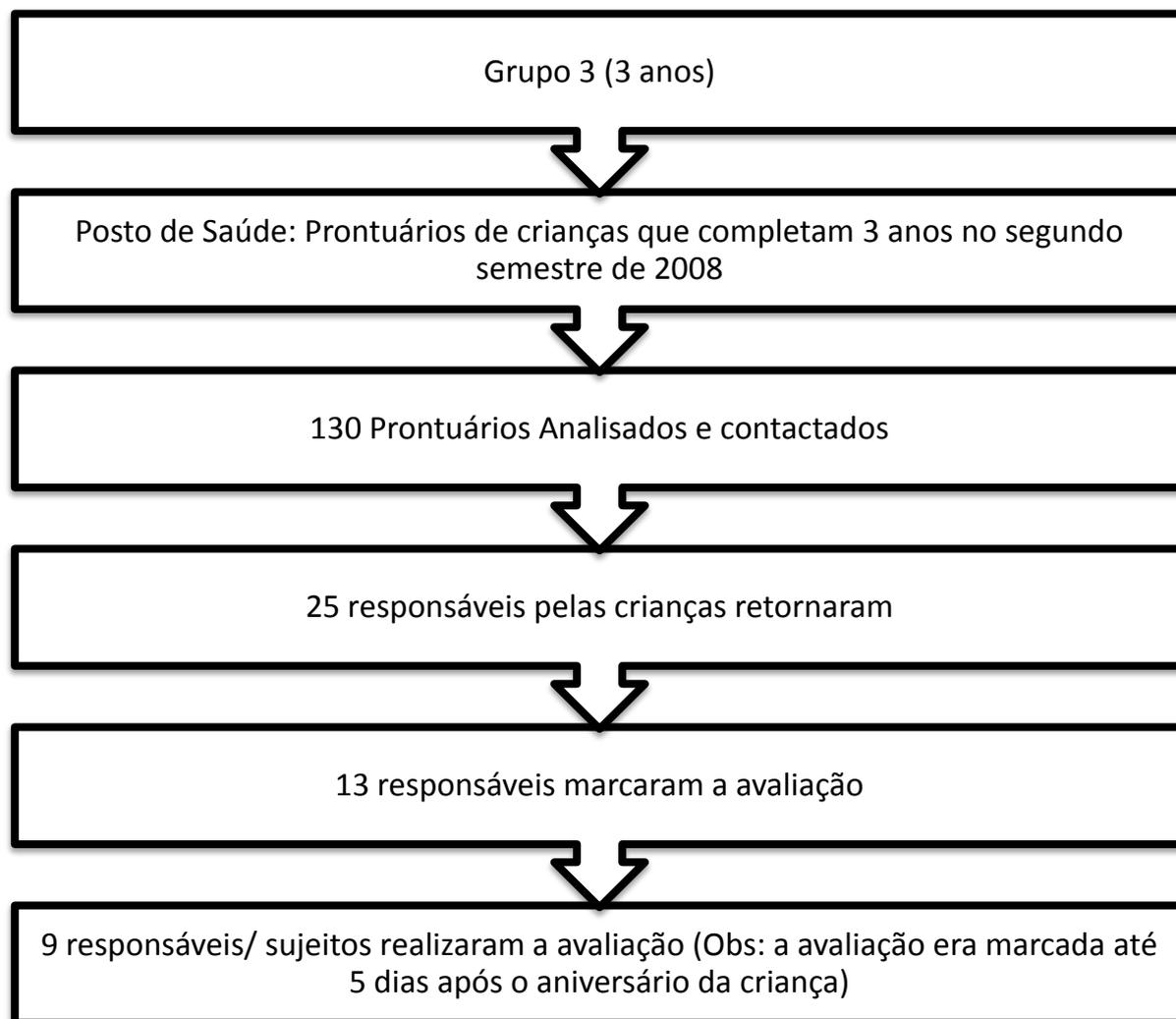


Figura 5: Fluxograma de recrutamento dos sujeitos do Grupo G3.

No Grupo G3 havia 9 sujeitos, possuindo a idade de 36 meses, apresentando uma estatura média de 98,8 cm e massa média de 15,55 kg. Este grupo apresentou um tempo de andar independente de por volta de 24,27 meses, como mostra os dados da tabela 2.

G3

Grupo 3 anos

9 Participantes

Participante	Idade (Meses)	Massa (kg)	Estatura (cm)	Tempo do Andar Independente (Mese)
Média	36	15,58	98,80	24,27
Desvio Padrão	0	2,68	2,09	1,59

Tabela 2: Dados Individuais do Grupo 3: valores médios e desvios – padrões

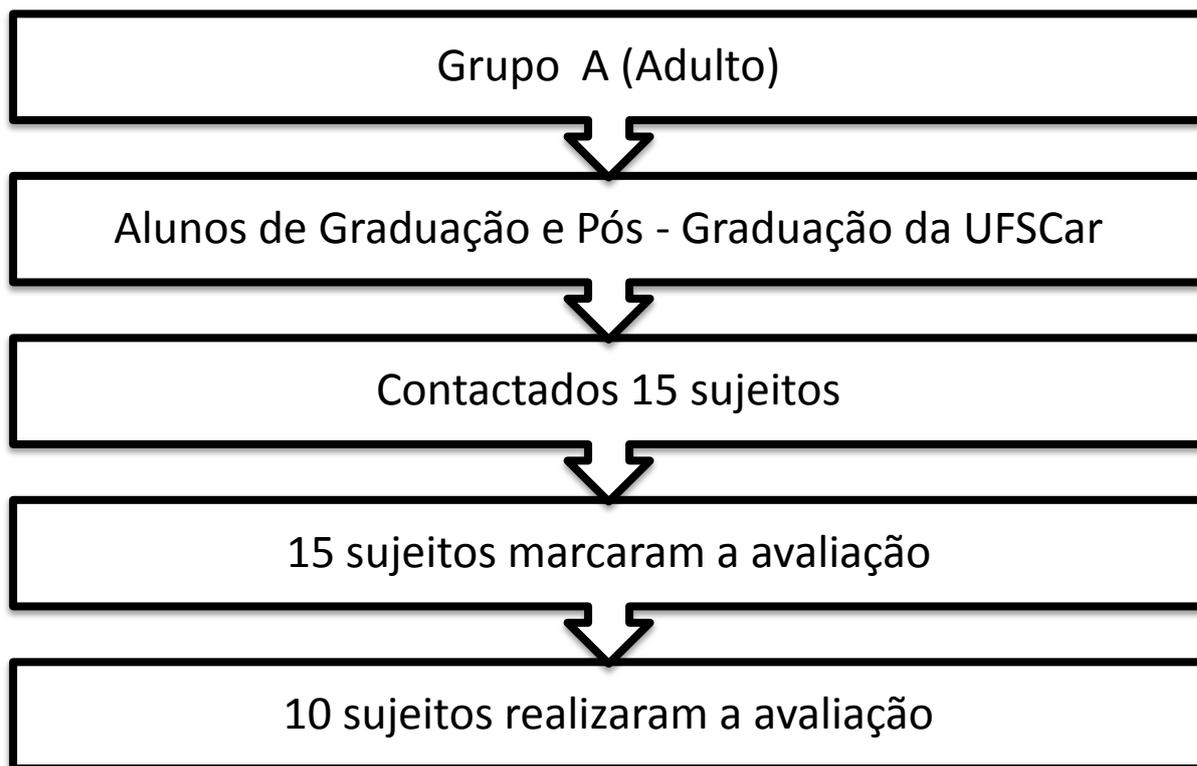


Figura 6 : Fluxograma de recrutamento dos sujeitos do Grupo GA.

No Grupo GA havia 10 sujeitos, apresentando a idade média de 22,5 anos, com uma estatura média de 166,29 cm e massa média de 64,23 kg, como mostra os dados da tabela 3.

GA
Grupo Adulto
10 Participantes

Participante	Idade (Anos)	Massa (kg)	Estatura (cm)
Média	22,5	64,23	166,29
Desvio Padrão	1,78	12,75	9,18

Tabela 3: Dados Individuais do Grupo A: valores médios e desvios – padrões

4.3. Aspectos éticos

Todos os sujeitos e responsáveis foram informados do estudo, e consentiram em participar voluntariamente e assinaram um termo de consciência e concordância (Anexo A), permitindo a obtenção dos dados para pesquisa e publicação, mantendo o sigilo de suas identidades, conforme determina a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), sob o qual também foi realizada a aprovação pela Comissão de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) da Universidade Federal de São Carlos, com o protocolo 446/2008 (Anexo B).

4.4. Dinamometria

As forças de reação do solo representam o produto da massa pela soma algébrica da aceleração de todos os segmentos corporais, ou seja, o total líquido de todas as forças musculares e gravitacionais atuando em cada instante durante a fase de apoio (WINTER, 1995). As magnitudes das componentes vertical e ântero-posterior, com seus respectivos cursos temporais, foram mensuradas por duas plataformas de força da marca BERTEC (BERTEC Corporation, adquiridas através de projeto FAPESP – 04/01992-8), modelo 4060-08, durante as fases de inicialização do passo, transição da postura em pé para a marcha e na terminalização do passo.

Foi avaliado também o centro de pressão líquido, tomado de uma única plataforma de força, chamado de centro de força. Seus deslocamentos nas direções ântero-posterior e médio-lateral foram avaliados durante a postura em pé, a inicialização e a finalização do passo.

Após procedimento de calibração das plataformas de forças, os dados para esse estudo foram adquiridas a uma frequência de amostragem de 100 Hz e filtrados com filtros digitais com frequência de corte entre 5 e 10 Hz. Foram avaliados:

- oscilação do centro de força na direção anteroposterior e mediolateral no domínio do tempo, ou seja, valores relativos à posição inicial do COF;
- velocidade média de oscilação do centro de força na direção anteroposterior e mediolateral no domínio do tempo, ou seja, valores relativos à posição inicial do COF;

A seguir tem-se uma representação do ambiente laboratorial da obtenção dos dados (figura 7):

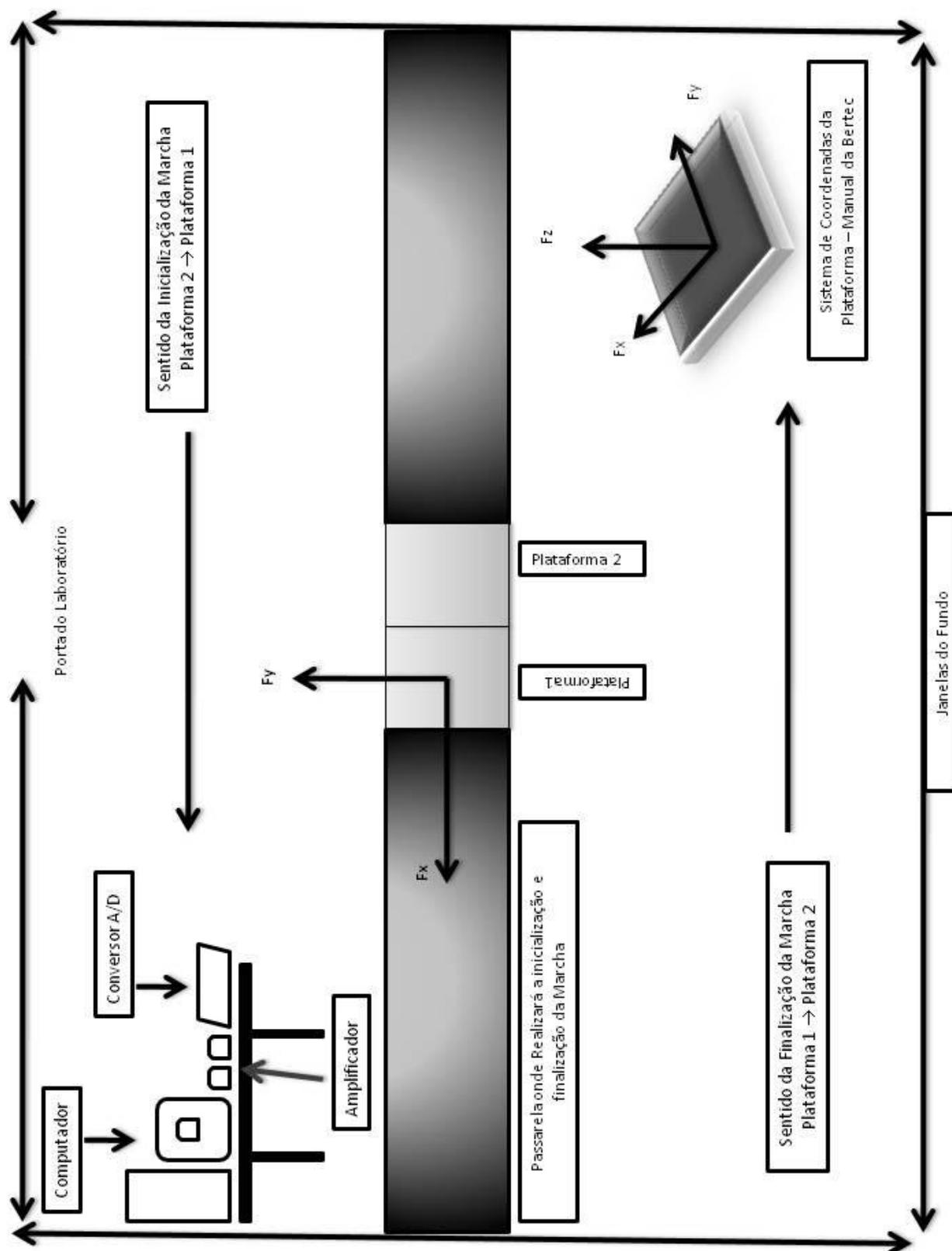


Figura 7: Protocolo laboratorial . Estão representados: plataforma1, plataforma2, computador, amplificador de sinal, conversor A/D, e o sistema de coordenadas da plataforma tanto para a inicialização e finalização do passo.

Antes do início das coletas, as crianças foram estimuladas duas vezes a realizarem a inicialização a finalização da marcha com a finalidade de se adaptar ao ambiente laboratorial. Brinquedos atrativos foram oferecidos para que a criança fosse buscá-lo com o responsável com o objetivo de realizar a inicialização da marcha. De forma simultânea quando a criança chegava ao encontro do responsável, outro brinquedo era oferecido geralmente por uma integrante responsável pela pesquisa com o objetivo da criança ir buscar o outro brinquedo, realizando então a finalização da marcha.

Para a finalização da marcha sujeito permaneceu de pé, parado sobre uma plataforma de força. Ao sinal de início da atividade, o voluntário executou o passo sobre a segunda plataforma à sua frente e continuou a andar por mais quatro metros (figura 8) Nos grupos G1 e G3 para que os sujeitos realizassem a atividade, a equipe responsável pela pesquisa utilizava um brinquedo atrativo para que ela fosse estimulada a andar em direção à outra plataforma em busca do brinquedo.

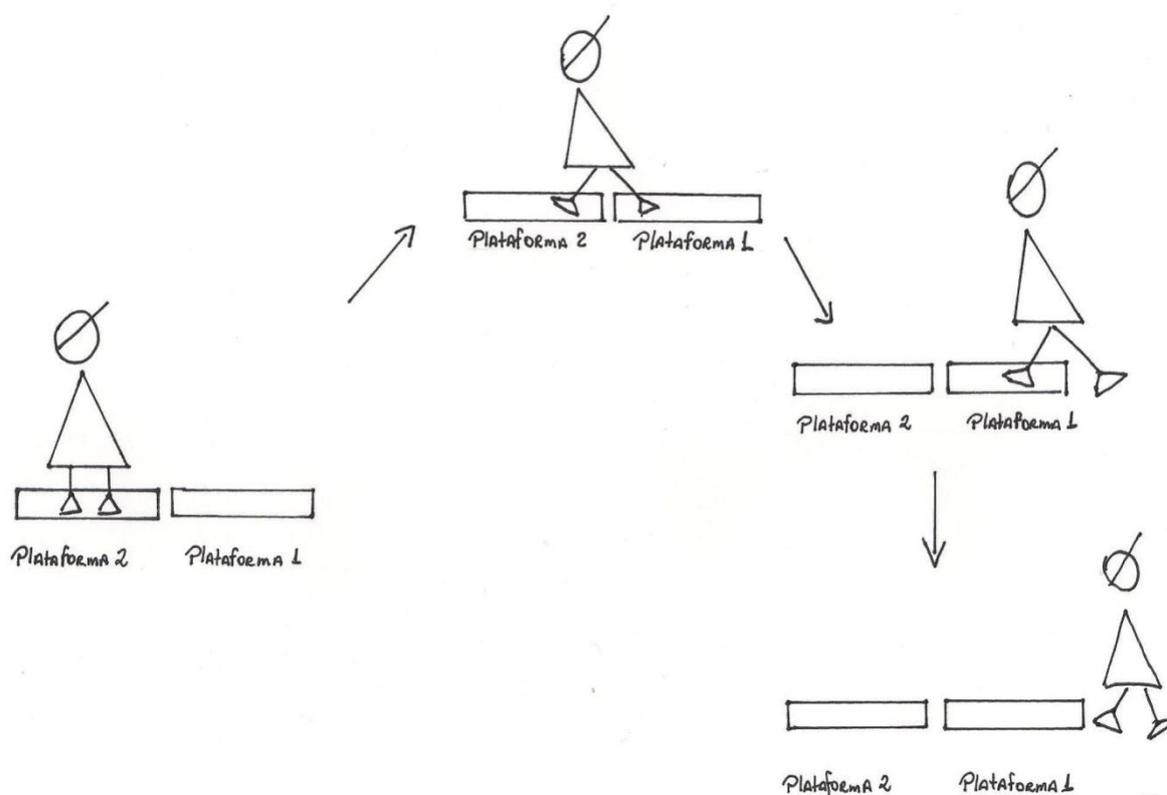


Figura 8: Inicialização da marcha.

Na finalização da marcha, ao sinal de início da atividade o sujeito andou por aproximadamente quatro metros. O penúltimo passo foi realizado sobre uma plataforma de força (plataforma 1), o último passo foi realizado sobre a plataforma seguinte (plataforma 2). Em seguida, o outro pé se uniu ao primeiro, permanecendo ambos os pés parados sobre esta plataforma (Figura 9). Assim como na inicialização da marcha, para que o grupo G1 e G3 realizasse a atividade, a equipe responsável pela pesquisa utilizava um brinquedo para que cada sujeito fosse estimulado a andar em direção à outra plataforma em busca.

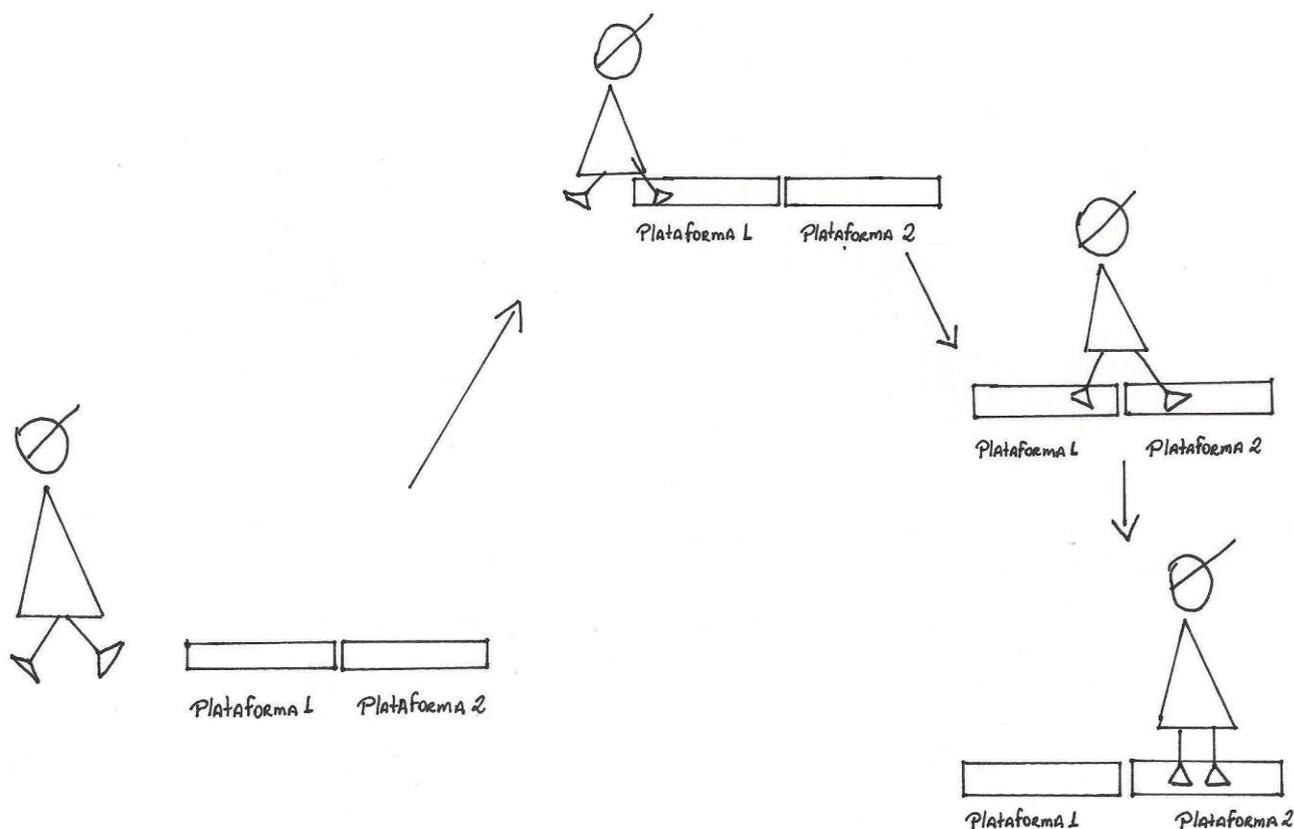


Figura 9: Finalização da marcha

4.4. Tratamento matemático dos dados

O tratamento matemático dos dados foi realizado por meio de um programa desenvolvido em ambiente Matlab. Os dados brutos das forças e momentos foram suavizados por um filtro digital do tipo Butterworth de 4 ordem, com a frequência de corte de 5 Hz

Cada sujeito participante da pesquisa realizou três tentativas válidas da inicialização e finalização da marcha.

Foi considerada como tentativa válida aquela em que o sujeito pisava nas duas plataformas durante a atividade conforme a descrição do protocolo respectivo.

4.5. Cálculo do centro de força a partir da plataforma bertec

O centro de força representa o ponto de aplicação da resultante das forças verticais atuando na superfície de apoio (WINTER,1995). No presente estudo foi calculado o centro de força e não o centro de pressão, pois as coordenadas foram calculadas a partir do sistema de referências da plataforma de força. Para que seja calculado realmente o centro de pressão, era necessário saber o posicionamento real dos pés sobre a plataforma de força durante a execução do movimento. Isso seria possível por meio de uma plataforma de pressões plantares ou do uso de cinemetria, desde que houvesse um sistema de referências espaciais nos pés que pudesse estar matematicamente relacionado ao sistema de coordenadas da plataforma de força.

A partir dos sinais mensurados pela plataforma de força, a posição do Centro de Força é dada pela seguinte equação (de acordo com o manual da Bertec):

Equações para a Inicialização do Passo e Finalização do Passo:

$$X = \frac{-h.Fx - My}{Fz} \quad (1)$$

$$Y = \frac{-h.Fy + Mx}{Fz} \quad (2)$$

Nas quais:

X e Y → coordenadas do ponto de aplicação da força de reação do solo;

h → espessura do tapete de borracha que cobre a superfície da plataforma de força;

F_x e F_y → Força nas coordenadas mediolateral (x) e anteroposterior (y);

M_x e M_y → Momentos ao redor dos eixos mediolateral (x) e anteroposterior (y);

A velocidade média do centro de força foi calculada pela trajetória do centro de força para cada direção (anteroposterior e mediolateral) em razão do tempo total da tentativa realizada. A amplitude de deslocamento do centro de força foi estimada como a distância entre o deslocamento máximo e mínimo do centro de força em cada direção (AP e ML) em função do tempo.

Estas variáveis foram calculadas em ambiente Matlab. Em anexo, seguem as principais rotinas para o cálculo do COF.

4.6 Análise Estatística

Foram calculadas a média, desvio-padrão e coeficiente de variação, os dados foram analisados por meio do programa Statistica, versão 7.0. O teste de Kolmogorov-Sminov foi usado para testar a normalidade e homogeneidade dos dados, respectivamente.

Devido ao fato dos dados não apresentarem uma distribuição normal (segundo o teste de Kolmogorov – Smirnov) foram utilizados testes não paramétricos para identificar diferenças entre os grupos. Esta decisão foi tomada para manter um padrão invariável de análise estatística para todos os dados avaliados sem a necessidade de transformações numéricas distintas para cada situação. A Análise de Variância não paramétrica de Kruskal Wallis (ANOVA). Foi utilizado como referência estatística o nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

Os dados foram analisados estatisticamente de forma de análise intergrupos, a fim de verificar a existência de diferenças significativas entre as amostras, para as duas tarefas (inicialização e finalização da marcha).

5. RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados obtidos segundo os procedimentos descritos anteriormente. Os dados estão organizados de maneiras a apresentar: a) a amplitude de oscilação do centro de força nas direções anteroposterior (COFAP) e médiolateral (COFML) durante a inicialização e finalização da marcha, b) a velocidade média do centro de força nas direções anteroposterior (VELAP) e médiolateral (VELML) durante a inicialização e finalização da marcha. Por fim, são apresentadas correlações entre as variáveis analisadas. Os dados apresentados representam a média de cada grupo, da média de todas as tentativas de cada sujeito em cada condição (inicialização e finalização da marcha).

5.1.1. Amplitude de Oscilação do Centro de Força (COFAP e COFML) na Inicialização e Finalização da marcha

As variáveis analisadas durante a inicialização da marcha foram COFAP e COFML (cm) para os três grupos propostos. A figura 10 demonstra o comportamento da amplitude de oscilação do centro de força anteroposterior, tanto na plataforma 2 quanto na plataforma 1.

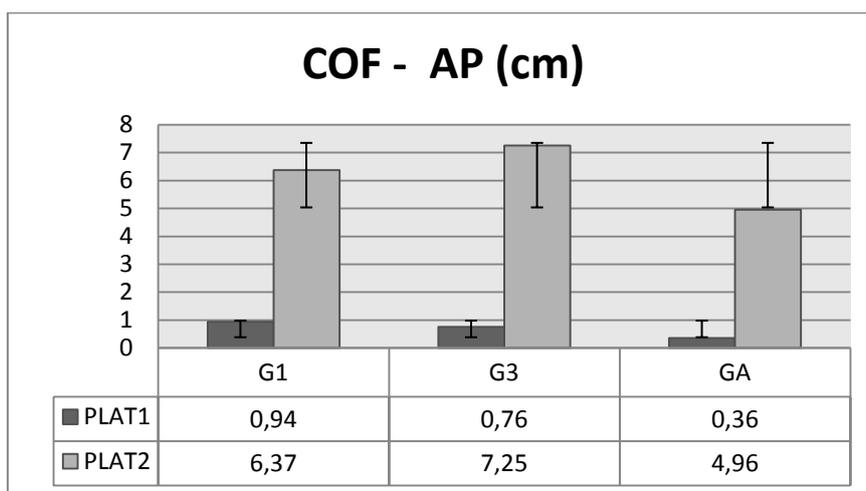


Figura 10: Amplitude de Oscilação do Centro de Força na direção AP, durante a inicialização da marcha: valores médios dos grupos G1, G3 e GA (cm).

Para a COFAP (cm) pode-se constatar que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Porém, ambos os grupos apresentaram diferenças significativas para o comportamento da amplitude de oscilação do centro de força médiolateral na plataforma 2 ($G1_{plat2} = 7.79\text{cm}$, $G3_{plat2} = 7.46\text{cm}$, $GA_{plat2} = 3.25\text{cm}$ e $p = 0.01$), durante a inicialização da marcha.

A figura 11 ilustra os valores médios do COFML para os três grupos durante a inicialização da marcha.

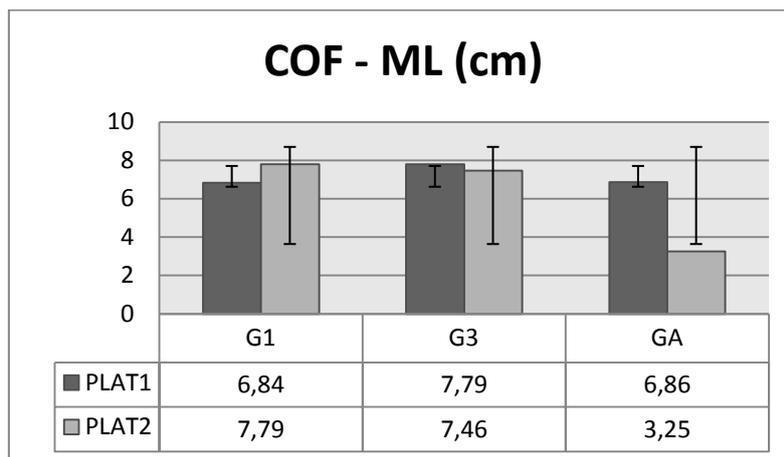


Figura 11: Amplitude de Oscilação do Centro de Força na direção ML, durante a inicialização da marcha: valores médios dos grupos G1,G3 e GA (cm).

Para a finalização da marcha, a figura 12 apresenta os valores médios da variável COFAP (cm) para os grupos G1,G3 e GA, na plataforma 1 e plataforma 2. Esta variável não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

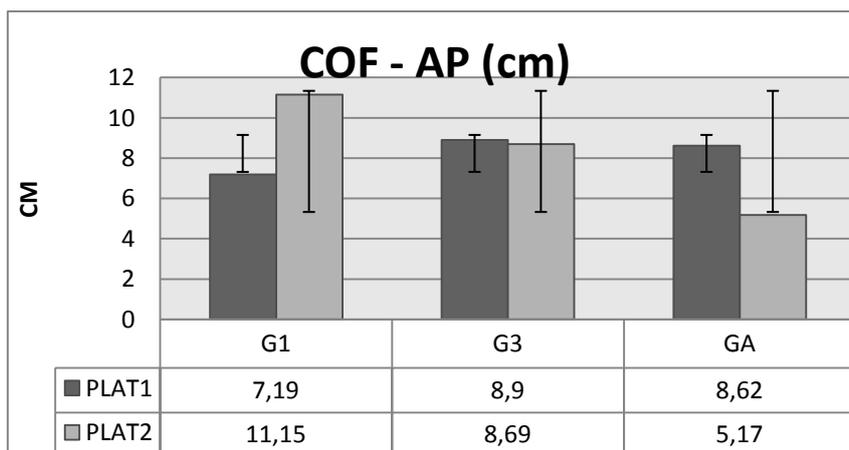


Figura 12: Amplitude de Oscilação do Centro de Força na direção AP, durante a finalização da marcha: valores médios dos grupos G1,G3 e GA (cm).

O grupo G1 apresentou maior amplitude de oscilação do COFML (0.71cm) se comparado com o grupo GA (0.37cm e $p=0.003$) na plataforma 1, conforme ilustra a figura 13. Na plataforma 2 esta variável não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos G1,G3 e GA).

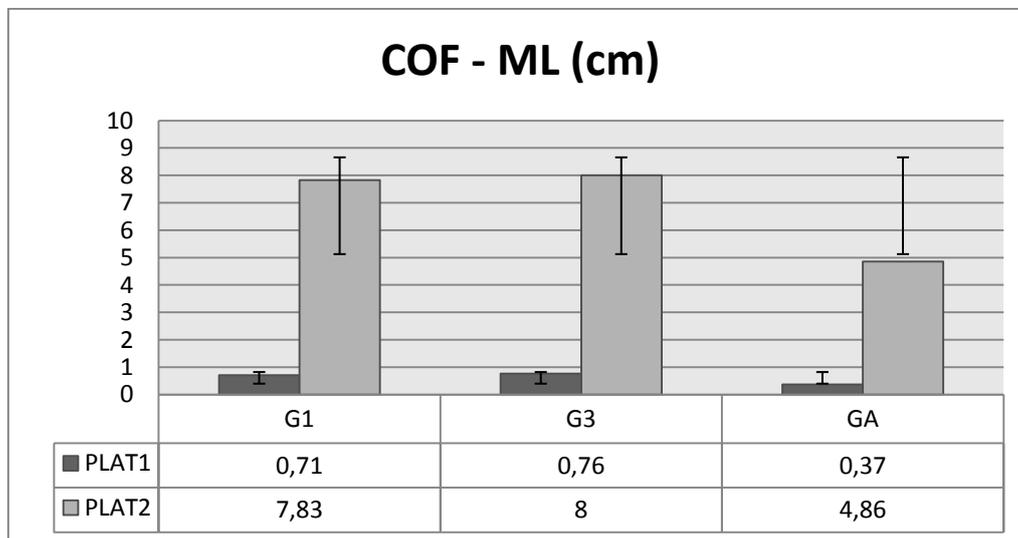


Figura 13: Amplitude de Oscilação do Centro de Força na direção ML, durante a finalização da marcha: valores médios dos grupos G1,G3 e GA (cm).

5.1.2. Velocidade Média do Centro de Força (VELAP e VELML) para a Inicialização e Finalização da marcha

A figura 14 apresenta os valores médios da variável VELAP (cm/s) durante a inicialização da marcha, para os grupos G1,G3 e GA, para a plataforma 1 e plataforma 2. Esta variável não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos para as duas plataformas.

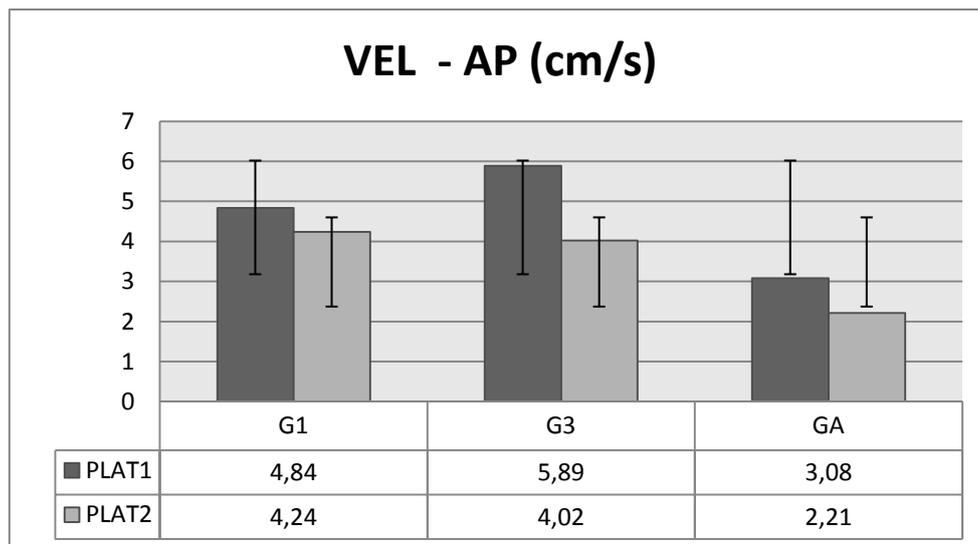


Figura 14: Velocidade Média do Centro de Força na direção AP, durante a inicialização da marcha: valores médios dos grupos G1,G3 e GA (cm/s).

A variável VELML (cm/s) não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos G1,G3 e GA, tanto para a plataforma 1 quanto para a plataforma 2, como ilustra a figura 15.

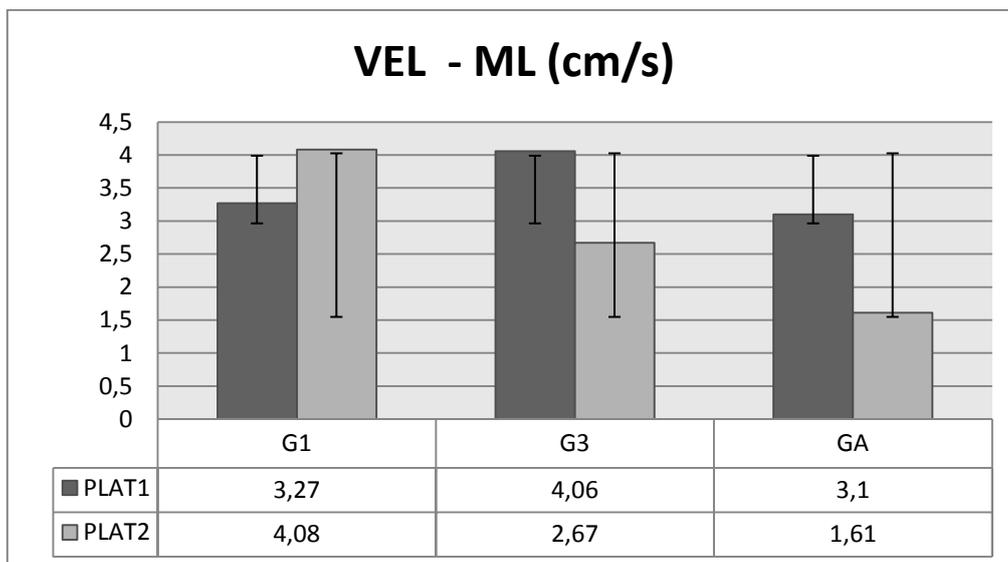


Figura 15: Velocidade Média do Centro de Força na direção ML, durante a inicialização da marcha: valores médios dos grupos G1,G3 e GA (cm/s).

Para a finalização da marcha a figura 16 apresenta os valores médios da variável VELAP (cm/s) durante a finalização do passo, para os grupos G1,G3 e GA, para a plataforma 1 e plataforma 2. Esta variável não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos para as duas plataformas.

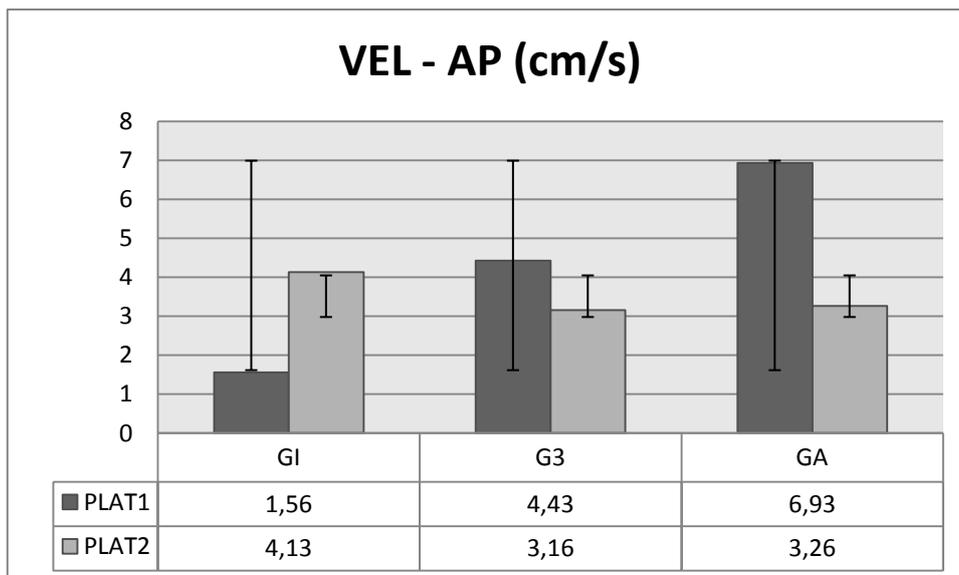


Figura 16: Velocidade Média do Centro de Força na direção AP, durante a finalização da marcha: valores médios dos grupos G1,G3 e GA (cm/s).

A variável VELML (cm/s) não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos G1,G3 e GA, tanto para a plataforma1 quanto para a plataforma 2, como ilustra a figura 17.

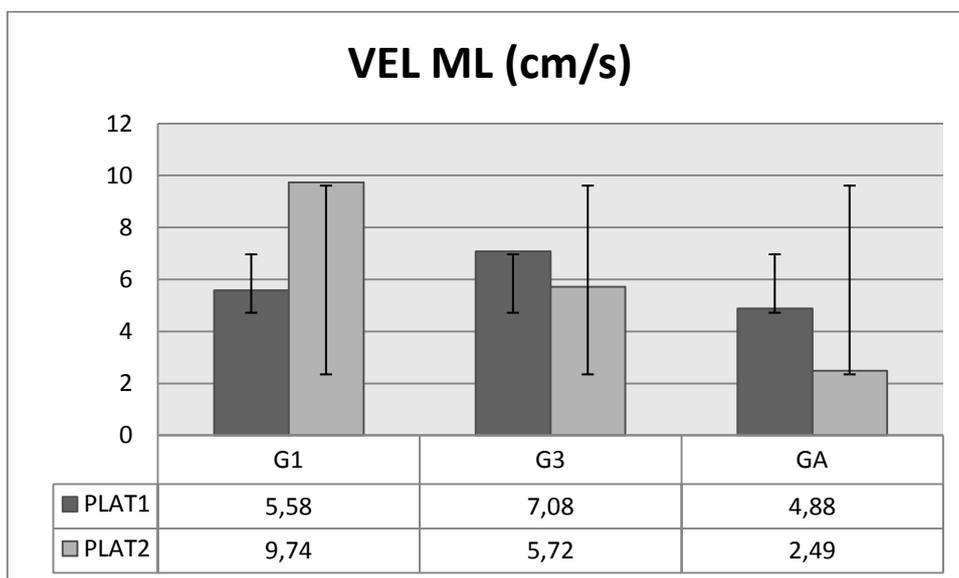


Figura 17: Velocidade Média do Centro de Força na direção ML, durante a finalização da marcha: valores médios dos grupos G1,G3 e GA (cm/s).

6. DISCUSSÃO

No presente estudo, as características do centro de força durante a inicialização e finalização da marcha, bem como possíveis alterações desta variável relacionadas com o desenvolvimento do andar independente foram investigadas.

A seguir, a discussão dos principais resultados referente a inicialização e finalização do passo é apresentada, colocando em comparação os dados obtidos nos três grupos propostos na pesquisa, G1, G3 e GA.

COFAP (cm) não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (G1 = 6,37cm , G3 = 7,25cm e GA = 4,96cm) . Porém, ambos os grupos apresentaram diferenças significativas para o comportamento da COFML (G1 = 7.79cm, G3 = 7.46cm, GA= 3.25cm e $p= 0.01$). Os resultado da variável COFAP(cm) estão de acordo com os dados encontrados na literatura e não apresentam diferenças estatisticamente significativas quando comparadas entre os três grupos.

Na literatura foram encontrados valores equivalentes para a amplitude de oscilação do COF durante a inicialização da marcha. Ledebt e Breniere (1998) encontraram que COFAP(cm) aumentou com a idade, porém quando estes valores foram normalizados pelo comprimento do pé, as diferenças desapareceram. Já Malouin e Richards (2000), encontraram que o grupo adulto oscilou mais que a criança em direção ao pé de balanço.

A criança torna-se cada vez mais habilidosa devido ao aprimoramento de sua capacidade para avaliar as condições do ambiente e agir adaptativamente. Ou seja, a capacidade de encontrar soluções dinâmicas bem sucedidas e estáveis a problemas motores deve ser a base da repetição e o que é repetido não são os padrões de movimento, mas sim o processo de solucionar um dado problema motor.

Com uma menor oscilação do COFAP(cm) durante a inicialização da marcha, as crianças apresenta um “tempo” menor para execução do primeiro passo, o que está de acordo com os dados de Malouin e Richards (2000).

Os sujeitos não apresentaram diferença na amplitude de oscilação do COFAP(cm) durante a transição da postura em pé parada ao primeiro passo (quando o sujeito permanece na plataforma 2 e executou o 1º passo na plataforma 1), o que está de acordo com Ledebt e Breniere (1998) e Malouin e Richards (2000) que afirma que quando os dados foram normalizados pelo comprimento do pé, os sujeitos mantiveram

uma oscilação parecida, mesmo com a diferença do COFAP(cm) nos três grupos propostos.

Um dos objetivos que se buscava com este trabalho era de descrever a oscilação do COFML(cm) na inicialização da marcha. O COFML(cm) neste estudo, apresentou diferenças estatísticas significativas e os valores semelhantes são encontrados na literatura.

Resultado das variáveis VELAP ($G1 = 4,24\text{cm/s}$, $G3 = 4,02\text{cm/s}$ e $GA = 2,21\text{cm/s}$) e VELML ($G1 = 4,08\text{cm/s}$, $G3 = 3,26\text{ cm/s}$) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas quando comparados entre os três grupos. Na literatura não foram encontrados valores comparáveis para a descrição do comportamento da VELAP(cm/s) e VELML(cm/s) durante a inicialização da marcha, para os grupos G1,G3 e GA. Os resultados demonstram que quanto maior a velocidade de execução do 1º passo, maior é a duração da fase antecipatória da inicialização do marcha.

Para a finalização da marcha os resultados das variáveis COFAP ($G1 = 11,15\text{cm}$, $G3 = 8,69\text{ cm}$ e $GA = 5,17\text{ cm}$) e COFML ($G1 = 7,83\text{cm}$, $G3 = 8\text{cm}$ e $GA = 4,86\text{ cm}$) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas quando compradas entre os três grupos propostos tanto para a plataforma 1 quanto para a plataforma 2. Na literatura não foram encontrados valores comparáveis para a descrição do comportamento do COFAP(cm) e COFML(cm) durante a finalização do passo e como este muda nas três faixas etárias propostas neste trabalho.

As variáveis VELAP ($G1 = 4,13\text{cm/s}$, $G3 = 3,16\text{cm/s}$ e $GA = 3,26\text{cm/s}$) e VELML($G1 = 9,74\text{ cm/s}$, $G3 = 5,72\text{ cm/se}$ e $GA = 2,49\text{ cm/s}$), não foram estatisticamente diferentes durante a finalização do marcha e não fornecem conclusões categóricas sobre o processo do desenvolvimento do andar independente.

O comportamento da das variáveis VELAP (cm/s) e VELML (cm/s) sugere que quanto maior a velocidade de execução do ultimo passo até parada estática, maior é a duração fase compensatória.

6.3. LIMITAÇÕES DO ESTUDO E PERSPECTIVAS FUTURAS

Diante dos não se pode estabelecer definitivamente como ocorre o comportamento do centro de força no decorrer da inicialização e finalização do passo conforme a experiência com o andar independente. Mesmo que não tenhamos encontrado resultados tão significativos nesta primeira tentativa, observamos indícios de como a experiência com o andar independente é capaz de modificar o comportamento do centro de força dos três grupos propostos.

Alguns fatores podem ter influenciado os resultados deste estudo dificultando a generalização das conclusões: 1) dados das plataformas de força no início e final do comportamento dinâmico (erros nos valores muito baixos, baixa sensibilidade); 2) para as crianças, grande variabilidade existente intra-grupo; 3) pequeno número amostral; 4) colaboração dos sujeitos, poucas tentativas; e 5) estudo das variáveis na base do tempo.

7. CONCLUSÃO

Diante das condições e limitações deste estudo, pode-se concluir da importância que o comportamento do centro de força e a capacidade de lidar com o campo gravitacional durante a inicialização e finalização do passo, e como este processo muda de acordo com a experiência do andar independente.

A semelhança entre as medidas encontradas neste presente trabalho e a literatura escolhida pode nos revelar a importância de se compreender as características do comportamento do centro de força, na medida em que a criança vai adquirindo experiência com o andar independente. Dessa forma, o método escolhido (a dinamometria) pode não substituir satisfatoriamente a medida dinâmica quando se busca mostrar o comportamento funcional do centro de força, indicando que o método cinético é mais confiável para identificar características do comportamento das forças durante a inicialização e finalização do passo. Além disso, o cuidado deve ser maior em crianças que estão adquirindo o andar independente já que elas estão ainda desvendando como lidar com o campo gravitacional.

Sugerimos, portanto, que novos estudos com esse desenho experimental sejam realizados com maior número de sujeitos, avaliação de crianças, maior número de tentativas, com atenção dirigida ao comportamento do centro de força durante a transição da postura parada ao primeiro passo assim como durante a transição do último passo a postura parada.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES, J. & FERNANDES, O. Apontamentos de Desenvolvimento de padrões motores. **Mestrado em Desenvolvimento da Criança. FMH.U.T.L.**, Lisboa, Portugal,2004.

ANDRIACCHI, T. P.; GALANTE, J. O.; FERMIER, R. W. The influence of total knee replacement design on walking and stair-climbing. **Journal of Bone and Joint Surgery [Am]**, v. 64-A, p.1328-35, 1982.

ANDRIACCHI, T.P., ANDERSSON, G.B.J., FERMIER, R.W., STERN, D., & GALANTE, J.O. A study of lower-limb mechanics during stair-climbing. **Journal of Bone and Joint Surgery**, v.62a, p.749-757, 1980.

BARRIGAS, C.F. Análise dos factores influenciadores na aquisição e controlo da postura ortostática e da marcha em crianças. **Monografia de mestrado F.M.H.U.T.L.**, Lisboa, Portugal,1997.

BECK, R. J.; ANDRIACCHI, T. P.; KUO, K. N.; FERMIER, R. W.; GALANTE, J. O. Changes in the gait patterns of growing children. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 63-A, n. 9, p. 1452-6, 1981.

BERNSTEIN, N. **The co-ordination and regulation of movements**. London, Pergamon Press, 1967.

BERTSCH, C.; UNGER, H.; WINKELMANN, W.; ROSENBAUM, D. Evaluation of early walking patterns from plantar pressure distribution measurements. First year results of 42 children. **Gait & Posture**, v. 19, p. 235-42, 2004.

BIANCHI, L. A., D; ORANI, G; LACQUANITI. Kinematic Coordination in Human Gait: Relation to Mechanical Energy Cost. **Journal of Neurophysiology** 79: 2155-2170,1998.

BORGHESE, N. B., L; LACQUANITI, F. Kinematic Determinants of Human Locomotion. **Journal of Physiology** v.494(3), p.863-869,1996.

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**, v. 20, p. 41-60, 1989.

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**, v. 79, p. 1143-57, 1993.

CAVAGNA, G; KANEKO, M; Mechanical Work and Efficiency in Level Walking and Running. **Journal of Physiology**, v.268, p.467-481, 1976.

DOKE, J. K., A. Metabolic Cost of Generating Force During Human Leg Swing. In: **ISB XXth Congress, ABS 29th Annual Meeting**,2007.

DONELAN, M. K., R; KUO, A. A Simultaneous Positive and Negative External Mechanical Work in Human Walking. **Journal of Biomechanics** v.35, p.117-124,2002.

ECKERT, H.M. **Desenvolvimento Motor**. S.Paulo: Ed.Manole,1993.

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

GARD, S. M., S; KUO, A. A Comparison of Kinematic and Kinetic Methods for Computing the Vertical Motion of the Body Central Mass during Walking. **Human Movement Science** v.22, p.597-610,2004.

GABBARD, C.P. **Lifelong motor development**. Madison: Brown & Benchmark Publishers,1992.

HALLEMANS, A.; DeCLERCQ, D.; OTTEN, B.; AERTS, P. 3D dynamics of walking in toddlers: A cross-sectional study spanning the first rapid development phase of walking. **Gait & Posture**, v. 22, p. 107-118, 2005.

HAYWOOD, K.M. **Life Span Motor Development**. U.S.A.: Copyright,1986.

HORAK, B. M., M. Postural Orientation and Equilibrium. Handbook of Physiology. Exercise. Regulation and Integration of Multiple Systems. In: **Washington DC, American Physiology Society**, p.256-292,1996.

INMAN, T. **Human Walking**,1991.

INMAN, T. R., J; TODD, F. **Human Walking**,1981.

IVANENKO, Y. P.; DOMINICI, N.; LACQUANTI, F. Development of independent walking in toddlers. **Exercise and Sport Sciences Review**, v. 35, n. 2, p. 67-73, 2007.

KABADA, M. P.; RAMAKRISHNAN, M. E.; WOOTETEN, J.; GAINEY, J.; GORTON, G.; COCHRAN, G. V. B. Repeatability of kinematic, kinetic and electromyographic data in normal adult walk. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 7, n. 6, p. 849-860, 1989.

LEDEBT, A; BRIL, B; BRENIÈRE, Y. The bild-up of anticipatory behavior: an analysis of the development of gait initiation in children. **Experimental Brain Research**, v. 120, p. 9-17, 1998.

LOBO DA COSTA, P. H. . Desafios biomecânicos no desenvolvimento do andar infantil. **Arquivos em Movimento**, v. 4, p. 160-168, 2008.

MALOUIN F, RICHARDS CL.Preparatory adjustments during gait initiation in 4-6-year-old children. **Gait and Posture**, v.11 p.239-253, 2000.

MANCINI M. ; ZAMPIERI C. ; CARLSON-KUHTA P. ; CHIARI L. ; HORAK F. B. Antecipatory postural adjustments prior to step initiation are hypometric in untreated Parkinson's disease: an accelerometer – based approach. **Europen Journal of Neurology**, v.16, p.1028-1034, 2009.

MARQUES-BRUNA, P.; GRIMSHAW, P. N. Changes in coordination during the first 8 months of independent locomotion. **Perceptual and Motor Skills**, v. 91, n. 3, p.855-69, 2000.

MASANI, K. K., M; FUKUNAGA, T. Variability of Ground Reaction Forces during Treadmill Walking. **Journal of Applied Physiology** v.92, p.1885-1890,2002

NIETHARD, F. U. **Kinderorthopaedie**. Stuttgart, Thieme Verlag, 1997.

NOLAN L, KERRIGAN DC. Keep on your toes: gait initiation from toe-standing. **Journal of Biomechanics**, v.36 p.393 – 401, 2003.

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

OUNPUU, S.; GAGE, J. R.; DAVIS, R. B. Three-dimensional lower extremity joint kinetics in normal pediatric gait. **Journal of Pediatric Orthopaedics**, v.11, p. 341-9, 1991.

PERRY, J. **Gait Analysis. Normal and Pathological Gait**, 1992.

ROSENBAUM, D. Die Entwicklung des Kinderfußes im Lauflernalter. **Orthopädieschuhtechnik**, v.6, p.48-53, 2003.

SCHNEIDER, K.; ULRICH, B. D.; JENSEN, J. L.; THELEN, E. Understanding movement control in infants through analysis of limb intersegmental dynamics. **Journal of Motor Behavior**, v. 22, n. 4, p. 493-520, 1990.

SCHNEIDER, K.; ULRICH, B. D.; JENSEN, J. L.; THELEN, E. Understanding movement control in infants through analysis of limb intersegmental dynamics. **Journal of Motor Behavior**, v. 22, n. 4, p. 493-520, 1990.

SLOBOUNOV, S. M.; NEWELL, K. M. Dynamics of posture in 3-and 5- year-old children as a function of task constraints. **Human Movement Science**, v.13, p.861-875, 1994.

SOUSA, D. T., J; CORREIA, M. Seguimento do Movimento Humano Usando Visão Computacional - Aplicação na Análise da Marcha. Engenharia Electrotécnica e de Computadores. 2008. 171p. Tese (**Doutorado em Engenharia Biomédica**) Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto – Portugal.

SUTHERLAND, D. H.; OLHSEN. R. A.; BIDEN, E. N.; WYATT, M. P. **The development of mature walking**. Philadelphia, Lippincot, 1988.

SARDINHA, E.A.C. Regularidade temporal da marcha em crianças e adultos. **Monografia de mestrado F.M.H.U.T.L.**, Lisboa, Portugal, 1997.

SMITH, L.B., & THELEN, E. **A Dynamic Systems Approach to Development: Applications**. Smith and Thelen Editors, 1993.

THELEN, E. Development of coordinated movement: implications for early human development. In: WHITING, H. T. A., WADE, M. G. (eds), **Motor development in children: aspects of coordination and control**. Nijhoff, Dordrecht, p. 334-337, 1986.

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**, v.56, n.1, Serial no. 223, 1991.

TYLKOWSKI, C. M.; SIMON, S. R.; MANSOUR, J. M. Internal rotation gait in spastic cerebral palsy. **Proceedings of the Open Scientific Meeting of the Hip Society**, pp. 89–125, 1982

TYLKOWSKI, C.M., SIMON, S.R., & MANSOUR, J.M. Internal rotation gait in spastic cerebral palsy in the hip. In Nelson, J.P. (Ed.), In: **Proceedings of the 10th Open Scientific Meeting of the Hip Society** pp. 89-125, St. Louis, MS: Mosby, 1982.

VAUGHAN, C.L. **Theories of bipedal walking: an odyssey.** **Journal of Biomechanics**, v.36, n.4, p.513-523, 2003.

WHITLE, M. **Gait Analysis: An Introduction.** USA, Elsevier,2007.

WINTER, A. **The Biomechanics and Motor Control of Human Gait: Normal, Elthery and Patological.** Waterloo, Ontário, Waterloo Biomechanics Press,1991.

WINTER, D. A. **Anatomy, biomechanics and control of balance during standing and walking.** Waterloo, Waterloo Biomechanics, 1995.

WREN, R. A., A; DARREL, T; PENTLAND, P. PFINDER. Real Time Tracking of the Human Body.**Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence** v.19, p.780-785,1997.

WICKSTROM, R. L. **Fundamental Motor Patterns.** Third Edition, Philadelphia, 1983.

WILLIAMS, H.G. **Perceptual and Motor Development.** New Jersey: Pretice-Hall, 1983.

YAMAMOTO, M. K., K. Human Motion Analysis Based on a Robotic Arm Model. **Computer Vision Pattern Recognition**,1991.

ZATSIORSKY, V. M. AND SELUYANOV, V. N. Estimation of the mass and inertia characteristics of the human body by means of the best predictive regression equations.In: **Biomechanics IX-B (Edited by Winter, D. A., Norman, R. W., Wells,**

R. P., Hayes, K. C. and Patla, A. E.), pp. 233-239. Champaign, IL: Human Kinetics, 1985.

ZATSIORSKY, V. M. AND SELUYANOV, V. N. The mass and inertia characteristics of the main segments of the human body. **Biomechanics VIII-B (Edited by Matsui, H. and Kobayashi, K.)**, pp. 1152-1159. Champaign, IL: Human Kinetics, 1983.

ZATSIORSKY, V. M., SELUYANOV, V. N. AND CHUGUNOVA, L. In vivo body segment inertial parameters determination using a gamma-scanner method. **Biomechanics of human movement: Applications in rehabilitation, sports and ergonomics (Edited by Berme, N. and Cappozzo, A.)**, pp. 187-202. Worthington, OH: Bertec Corporation, 1990.

ZATSIORSKY, V. M.; SELUYANOV, V. N.; ChUGUNOVA, L. In vivo body segment inertial parameters determination using a gamma-scanner method. In: BERME, N. & CAPPOZZO, A. (Ed.), **Biomechanics of human movement: applications in rehabilitation, sports and ergonomics**, p. 187-202. Worthington, OH, Bertec Corporation, 1990.

ZHOU, H. H., H. **Human Movement Tracking and Stroke Rehabilitation**. University of Essex, 2004.

APÊNDICE A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

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

CONSENTIMENTO FORMAL DE PARTICIPAÇÃO NO PROJETO DE PESQUISA: DA POSTURA BÍPEDE AO ANDAR INDEPENDENTE: A INICIAÇÃO AO PASSO

As responsáveis Prof.^aDr^a Paula Hentschel Lobo da Costa, orientadora e Coordenadora do Projeto, e Fernanda Grazielle da Silva Azevedo Nora, aluna de Mestrado do Programa de pós-graduação em Fisioterapia, vinculadas à Universidade Federal de São Carlos convidam a Sra. e o seu filho (a) a participar do projeto intitulado **“DA POSTURA BÍPEDE AO ANDAR INDEPENDENTE: A INICIAÇÃO AO PASSO** de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de saúde e aprovado pelo Comitê de Ética da UFSCar (Parecer n.º /2009).

Desta forma eu, _____, RG N.º _____, residente à _____ n.º _____, bairro _____, na cidade de _____, estado _____, autorizo a participação de meu (minha) filho (a) no estudo e concordo em participar na pesquisa conduzida por Dr^a Paula Hentschel Lobo da Costa e Fernanda Grazielle da Silva Azevedo Nora

Objetivo do estudo:

O objetivo desse estudo é compreender como ocorre o processo de iniciar o passo e como este muda à medida que ocorre o desenvolvimento do andar independente. Especificamente, objetiva-se avaliar as forças de reação do solo, o deslocamento do centro de pressão e os ângulos articulares nos planos sagital e frontal durante a transição da postura em pé para o primeiro passo e deste ao andar independente em crianças que já andem há diferentes períodos.

Explicação do procedimento:

Na avaliação serei submetida a um questionário acerca dos meus dados gestacionais, dados do nascimento e condições atuais de saúde de meu (minha) filho (a) e seus dados atuais de condições sócio-econômicas. Meu filho será pesado, medido e serão registrados as medidas de comprimento de membros inferiores e estatura. Em seguida, serão afixados marcadores com 2,5 cm de diâmetro em pontos do tronco, quadril e membros inferiores de meu (minha) filho (a) e ele será colocado em cima de uma passarela de 10m, com um tapete preto (junto a plataforma de força). Serão apresentados a (o) meu (minha) filho (a) vários objetos atrativos fazendo com que ele inicie o passo e termine o passo que compõe o ciclo de marcha. Neste percurso passará por um pedígrafo que fará o registro das impressões plantares em papel absorvente

Benefícios previstos:

Participando deste estudo, estarei ajudando no entendimento de como crianças em desenvolvimento típico comportam-se na atividade do andar (Gait Initiation e Gait Termination) e isto poderá trazer benefícios e subsídios para crianças com debilidades neuromotoras no que se refere ao tratamento e intervenções que a elas são designados.

Potenciais riscos e incômodos:

Fui informado de que o experimento trará riscos mínimos para a saúde de meu (minha) filho (a) como possibilidade de desconforto, choro e risco mínimo de quedas típicos da idade de meu filho (a). Desta forma, é meu direito interromper a fase experimental e decidir a

continuação nesta após acalenta-lo (a). Também sei que a identidade de meu filho(a) ou a minha não serão reveladas após a realização do estudo.

Seguro saúde ou de vida:

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

Liberdade de participação:

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

Sigilo de identidade:

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

A responsável por este estudo me explicou todos os riscos envolvidos, a necessidades da pesquisa e se prontificou a responder todas as questões sobre o experimento. Eu estou de acordo com a participação de meu (minha) filho (a) no estudo de livre e espontânea vontade e entendo a relevância dele. Julgo que é meu direito manter uma cópia deste consentimento.

Para questões relacionadas a este estudo, contate:

Fernanda Grazielle da Silva A. Nora

ou Paula Hentschel Lobo da Costa

Fone: (16) 96092449

Fone: 3351-8768 (DEFMH)

e-mail: fgnora@uol.com.br

e-mail: paulahlc@ufscar.br

Assinatura da mãe ou responsável legal*

Nome por extenso

Assinatura do pesquisador

Nome por extenso

Assinatura de uma testemunha

Nome por extenso

São Carlos, de

(*) Responsável Legal:.....

Idade: Grau de parentesco:

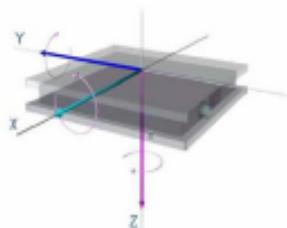
Endereço:

Cidade/Estado: CEP:

Telefones:

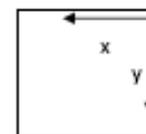
APÊNDICE B**PLATAFORMA DE FORÇA – PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO**

DA POSTURA BÍPEDE AO ANDAR INDEPENDENTE: A INICIAÇÃO AO PASSO

DINAMOMETRIA – CALIBRAÇÃO DA PLATAFORMA DE FORÇA


CF3 – 1 Direita

E1D – 2 Esquerda



PLATAFORMA

- DATAQ
- Ligar a plataforma
- Se tiver as duas Start/Windaq se não find devices
- Channels todos até 6
- SAMPLE RATE 100 por canal = 600
- F7 compressão 5
- VIEW/FORMAT SCREEN/USER-SPECIFIED FORMAT 8
- F9 LOW CALIBRATION 0 para cada canal / kgf
- F11 HIGH CALIBRATION / escrever peso – 1x 10 (ML)
2y (AP)
3z (vertical 20 kg)
- FILE / OPEN / MEUS DOCUMENTOS / USUÁRIOS
1o PC – 01(avaliação) – af (nome) – e1d(plataforma) – pc – F4

Após a Calibração

- PC – F4 (as duas plataformas)
- FILE CLOSE + FILE OPEN
- F4 + SINCRONIZADOR
CONTROL F4 (Parar de gravar)

Salvar

- Salvar DESKTOP
- Abrir – F4(aparecer o tempo – o cursor tela inteira) – salvar como, CSV
Relative time, OK
- Arquivo TXT.

DA POSTURA BÍPEDE AO ANDAR INDEPENDENTE: A INICIAÇÃO AO PASSO

PASSO – A – PASSO DAS COLETAS

1. Observar se os cabos das plataformas estão conectados no amplificador,
2. Observar se cabos BNC estão conectados no condicionador de sinais;
3. Conectar os amplificadores analógicos ao No Break pelo menos 10 minutos antes de iniciar as coletas, para estabilização das plataformas;
4. Seqüência para ligar os amplificadores às plataformas de força:
 - Ligar o cabo de força 1 ao no break, com os dois amplificadores conectados às plataformas;
 - Desliga e religa o cabinho "fino" com o amplificador 1 e espera estabilizar (ficar somente com o LED de baixo aceso);
 - Liga o cabo de força 2 ao no break e espera estabilizar. Não é necessário desligar e religar o cabinho "fino";
5. Observar se os LEDs estão acesos. Inicialmente, apenas o LED de baixo deverá estar aceso;
6. Apertar o botão auto zero das plataformas, e observar se os dois LEDs estão acesos.

Software

7. Na área de trabalho, abre o EMG System do Brasil,
8. Find Devices -> Aparecerão dois módulos -> Start Windaq (aparecerá na tela a configuração de última coleta).
9. Definir canais ativos: Edit -> channels -> selecionar canais;
10. Definir frequência de amostragem: Edit -> sample rate (o valor de frequência escolhido será dividido pelo número de canais selecionados).

11. Calibrar o Ensaio:

- Selecionar o canal a ser calibrado. Calibra-se somente as forças (Fx, Fy e Fz).
- Low calibration: com a plataforma sem carga, informa para ela que o sinal que está saindo em Volt, corresponde o zero em Kgf.
- High calibration: coloca-se uma carga conhecida na plataforma -> abre a janela de High Calibration -> informa para ela que o sinal que está saindo em Volt corresponde à carga determinada em kgf.
- Salvar parâmetros do ensaio: File -> Record -> escolher a pasta -> nome do arquivo -> tempo de coleta -> OK -> 100% de coleta -> File -> Close

Observação: O procedimento 10 é o parâmetro do ensaio. É necessário fazer antes de todas as coletas.

12. Coletas: Open -> abrir pasta individual -> nome do arquivo -> abrir -> definir tempo de coleta -> Ok -> File -> Record -> 100% de coleta -> File -> Close

Observação: Se escolher canais de dois módulos, é necessário sincronizar os dados. Depois de clicar em "Record" nos dois módulos, apertar o botão do sincronizador no condicionador de sinais.

DA POSTURA BÍPEDE AO ANDAR INDEPENDENTE: A INICIAÇÃO AO PASSO

13. Salvar dados no formato de relatórios numéricos (DAT, TXT)

- Abrir arquivo na pasta individual;
- Selecionar trecho de interesse (usar cursor para rolar a barra vertical);
- Para selecionar início do trecho, clicar em F4 para zerar o tempo e arrastar a barra até o final do trecho desejado;
- **Não** clica novamente em F4
- File -> save as: deixa sempre marcado Visible channels only e o item 5 – Spreadsheet print (CSV);
- Nos comentários, marca apenas Relative time
- Ok

Observação: Lembrar de salvar os arquivos dos dois módulos!

14. Processamento:

- Excel;
- Origin 6.0 (ou a versão 8.0);
- Matlab;

APÊNDICE C

Protocolo Dinamometria

DA POSTURA BÍPEDE AO ANDAR INDEPENDENTE: A INICIAÇÃO AO PASSO EM BEBÊS

Sujeito:	
Data:	
Idade:	Estatura:
Nome do Arquivo:	

GAIT INITIATION / GAIT TERMINATION

Ensaio	Plat1	Plat2	Válida	Observação	Atividade
S1A1			Sim () Não ()		() Gait Initiation () Gait Termination
S1A2			Sim () Não ()		() Gait Initiation () Gait Termination
S1A3			Sim () Não ()		() Gait Initiation () Gait Termination
S1A4			Sim () Não ()		() Gait Initiation () Gait Termination
S1A5			Sim () Não ()		() Gait Initiation () Gait Termination
S1A6			Sim () Não ()		() Gait Initiation () Gait Termination
S1A7			Sim () Não ()		() Gait Initiation () Gait Termination
S1A8			Sim () Não ()		() Gait Initiation () Gait Termination
S1A9			Sim () Não ()		() Gait Initiation () Gait Termination
S1A10			Sim () Não ()		() Gait Initiation () Gait Termination
S1A11			Sim () Não ()		() Gait Initiation () Gait Termination
S1A12			Sim () Não ()		() Gait Initiation () Gait Termination

APÊNDICE D

Processamento de dados (Alguns comandos do matlab)

TRATAMENTO MATEMÁTICO DOS DADOS

O tratamento matemático dos dados foi realizado por meio de um programa desenvolvido em ambiente Matlab. Os dados brutos do COF (forças e momentos) são suavizados por um filtro digital de topografia Butterworth e de 4ª ordem.

Recomenda-se que cada sujeito participante da pesquisa realize três tentativas válidas da inicialização e finalização do passo.

Considera-se como tentativa válida quando o sujeito pisa as duas plataformas durante a atividade conforme a descrição do protocolo proposto.

Variáveis Experimentais

Modelo de Cálculo do Centro de Força a partir da plataforma de força

O centro de pressão representa o ponto de aplicação da resultante das forças verticais atuando na base de apoio (WINTER,1995). No presente estudo, propõe-se calcular o centro de força e não o centro de pressão, pois as coordenadas são calculadas a partir do sistema de referências da plataforma de força. Para que seja calculado realmente o centro de pressão, faz-se necessário saber o posicionamento real dos pés sobre a plataforma de força durante a execução do movimento. Isso seria possível por meio de uma plataforma de pressões plantares ou do uso de cinemetria, desde que houvesse um sistema de referências espaciais nos pés que pudesse estar matematicamente relacionado ao sistema de coordenadas da plataforma de força.

A partir dos sinais mensurados pela plataforma de força, a posição do Centro de Força é dada pelas seguintes equações:

Equações para a Inicialização do Passo e Finalização do Passo:

$$X = \frac{-h.Fx - My}{Fz} \quad (1)$$

$$Y = \frac{-h.Fy + Mx}{Fz} \quad (2)$$

Nas quais:

X e Y → coordenadas do ponto de aplicação da força de reação do solo;

h → espessura do tapete de borracha que cobre a superfície da plataforma de força;

F_x e F_y → Força nas coordenadas mediolateral (x) e anteroposterior (y);

M_x e M_y → Momentos ao redor dos eixos mediolateral (x) e anteroposterior (y);

Variáveis Estudadas

A velocidade média do centro de força foi calculada para cada direção (anteroposterior e mediolateral) pelo tempo total da tentativa realizada, em ambiente MatLab da seguinte maneira:

Inicialização do Passo:

```
per_y2 = sum (abs(diff(COFy2_ajust)));
vel ML2 = per_y/(length(COFy2)/freq);
per_x2 = sum(abs(diff(COFx2_ajust)));
vel AP2 = per_x/(length(COFx2)/freq);
```

Na qual:

Linha 1 → calcula a soma (sum) do módulo (abs) da diferenciação (diff) dos valores do COFy2_ajust;

Linha 2 → velocidade média ml do cof → e ó valor de y dividido pelo valor de COFy2 (length) dividido pela frequência (freq)

Linha 3 → calcula a soma (sum) do módulo (abs) da diferenciação (diff) dos valores do COFx2_ajust;

Linha 4 → velocidade média ap do cof → e ó valor de y dividido pelo valor de COFx2 (length) dividido pela frequência (freq)

Terminalização do Passo:

```
per_y2 = sum (abs(diff(COFy2_ajust)));
vel AP2 = per_y/(length(COFy2)/freq);
per_x2 = sum(abs(diff(COFx2_ajust)));
vel ML2 = per_x/(length(COFx2)/freq);
```

Na qual:

Linha 1 → calcula a soma (sum) do módulo (abs) da diferença (diff) dos valores do COFy2_ajust;

Linha 2 → velocidade média ap do cof → e ó valor de y dividido pelo valor de COFy2 (length) dividido pela frequência (freq);

Linha 3 → calcula a soma (sum) do módulo (abs) da diferença (diff) dos valores do COFx2_ajust;

Linha 4 → velocidade média ml do cof → e ó valor de y dividido pelo valor de COFx2 (length) dividido pela frequência (freq);

A amplitude de deslocamento do centro de força foi considerada como a distância entre o deslocamento máximo e mínimo do centro de força para cada direção (AP e ML) em função do tempo. Esta variável foi calculada da seguinte forma:

Inicialização do Passo:

```
rms_cof=[std(COFy), std(COFx)] ;
% amplitude média de oscilação anteroposterior e mediolateral
```

Onde:

Linha 1 → calcula o desvio padrão entre os valores COFy (std) – amplitude de oscilação médio lateral; e o desvio padrão entre os valores COFx (std) – amplitude de oscilação antero posterior.

Terminalização do Passo:

```
rms_cof =[std(COFx), std(COFy)] ;  
% amplitude média de oscilação anteroposterior e
```

Onde:

Linha 1 → calcula o desvio padrão entre os valores COFx (std) – amplitude de oscilação antero posterior; e o desvio padrão entre os valores COFy (std) – amplitude de oscilação médio lateral.

ANEXO A

Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
 PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
 Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos
 Via Washington Luis, km. 235 - Caixa Postal 676
 Fones: (016) 3351.8109 / 3351.8110
 Fax: (016) 3361.3176
 CEP 13560-970 - São Carlos - SP - Brasil
propg@power.ufscar.br - <http://www.propg.ufscar.br/>

CAAE 0114.0.135.000-08

Título do Projeto: Da postura bipede ao andar independente: a iniciação ao passo em bebês

Classificação: Grupo III

Pesquisadores (as): Fernanda Grazielle da Silva Azevedo Nora, Profa. Dra. Paula Hentschel Lobo da Costa (orientadora)

Parecer Nº. 446/2008

1. Normas a serem seguidas

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- ~~Eventuais modificações~~ ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente em ___/___/___ e ao término do estudo.

2. Avaliação do projeto

O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CEP/UFSCar) analisou o projeto de pesquisa acima identificado e considerando os pareceres do relator e do revisor DELIBEROU:

SUMÁRIO GERAL DO PROTOCOLO: O projeto objetiva observar a marcha de crianças de 2 a 4 anos na passagem da postura ereta para o primeiro passo e no ciclo da marcha. As crianças seriam observadas e filmadas sobre uma "plataforma de força", que identifica as forças mecânicas nela exercidas, localizada ao nível do solo. O estudo é pertinente e tem valor científico, uma vez que a compreensão da biomecânica do andar é tema que tem grande importância na área da promoção, prevenção e tratamento na saúde da criança. São propostas medidas protetoras de riscos. Observamos o projeto e há instrução completa e adequada do processo; compromissos do pesquisador e instituição e garantias dos direitos fundamentais dos sujeitos de pesquisa (informação, privacidade, recusa inócua, desistência, indenização, ressarcimento, continuidade do atendimento, acesso ao pesquisador e CEP). O método proposto não é invasivo e parece adequado aos objetivos.

APRESENTAÇÃO DO PROTOCOLO: Folha de rosto preenchida adequadamente, currículos das pesquisadoras as credenciam à realização. Cronograma e orçamento anexados; fonte financiadora explicitada.

COMENTÁRIOS / CONSIDERAÇÕES: Termo de consentimento: OTCLE precisa ser adequado: deve ser escrito na forma de convite e descrever minuciosamente: os procedimentos a que as crianças serão submetidas (procedimentos para estudo da morfologia dos pés, medidas antropométricas, colocação de marcadores passivos em seu corpo), explicitar a garantia de presença dos pais no local de pesquisa, explicitar o tempo a ser despendido pela dupla responsável-criança nos procedimentos de pesquisa; descrever que existem "riscos mínimos de desconforto, tropeços e queda", conforme está na página 10 do projeto mas que não consta do TCLE e, finalmente, descrever que não há benefícios diretos esperados para os participantes.

CONCLUSÃO: Nosso parecer é pela **APROVAÇÃO COM RECOMENDAÇÃO**, devendo as pesquisadoras adequarem o TCLE conforme as instruções acima.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos
Via Washington Luís, km. 235 - Caixa Postal 676
Fones: (016) 3351.8109 / 3351.8110
Fax: (016) 3361.3176
CEP 13560-970 - São Carlos - SP - Brasil
propq@power.ufscar.br - <http://www.propq.ufscar.br/>

3. Conclusão:

Projeto aprovado com recomendação

São Carlos, 12 de novembro de 2008.


Profa. Dra. Cristina Paiva de Sousa
Coordenadora do CEP/UFSCar

APÊNDICE E

Protocolo Sujeitos – Tentativas Válidas – Gait Initiation e Gait Termination (3 Grupos Propostos)

CINÉTICA – PROCESSAMENTO FRS E COP | 2009

GRUPO ADULTO

Sujeito: Beatriz		
Data: 18/11/2008		Idade: 20 Anos
Estatura:		Peso Corporal: 76.2 kg
Nome do Arquivo: beatriz_plat1_gini_01 Beatriz_pla1_gterm_01		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 02 Plat2 → Plat1	Tent 02 Plat1 → Plat2	
Tent 03 Plat2 → Plat1	Tent 03 Plat1 → Plat2	
Tent 04 Plat2 → Plat1	Tent 04 Plat1 → Plat2	

Sujeito: Kelli Cristina		
Data: 05/12/2008		Idade: 24 Anos
Estatura: 1.59 m		Peso Corporal: 57.9 kg
Nome do Arquivo: kelli_gaitini_pl1_01 kelli_gaiterm_pl1_01		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 02 Plat2 → Plat1	Tent 01 Plat1 → Plat2	
Tent 03 Plat2 → Plat1	Tent 02 Plat1 → Plat2	
Tent 04 Plat2 → Plat1	Tent 03 Plat1 → Plat2	

CINÉTICA – PROCESSAMENTO FRS E COP | 2009

Sujeito: Rodrigo Baldon		
Data: 03/12/2008		Idade: 22 Anos
Estatura:		Peso Corporal: 84.3 kg
Nome do Arquivo: rodrigo_grupoadulto_pl1_gaitini_01 rodrigo_grupoadulto_pl1_gaiterm_01		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 01 Plat2 → Plat1	Tent 02 Plat1 → Plat2	
Tent 03 Plat2 → Plat1	Tent 05 Plat1 → Plat2	
Tent 05 Plat2 → Plat1	Tent 06 Plat1 → Plat2	

Sujeito: Giovana Levada		
Data: 03/12/2008		Idade: 24 Anos
Estatura:		Peso Corporal: 49 kg
Nome do Arquivo: giovana_gaitini_pl1_01 giovana_gaiterm_pl1_01		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 01 Plat2 → Plat1	Tent 01 Plat1 → Plat2	
Tent 05 Plat2 → Plat1	Tent 03 Plat1 → Plat2	
Tent 06 Plat2 → Plat1	Tent 09 Plat1 → Plat2	

 CINÉTICA - PROCESSAMENTO FRS E COP | 2009

Sujeito: Hugo Eite		
Data: 13/11/2008		Idade: 25 Anos
Estatura:		Peso Corporal: 68.3 kg
Nome do Arquivo: hugo_av1_pl1_gaitini_01 hugo_av1_pl1_gaiterm_01		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 01 Plat2 → Plat1	Tent 01 Plat1 → Plat2	
Tent 02 Plat2 → Plat1	Tent 02 Plat1 → Plat2	
Tent 03 Plat2 → Plat1	Tent 03 Plat1 → Plat2	

Sujeito: Paula Bortolin		
Data: 02/12/2008		Idade: 23 Anos
Estatura: 1.58 m		Peso Corporal: 50kg
Nome do Arquivo: paula_gaitini_pl1_01 paula_gaiterm_pl1_01		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 03 Plat2 → Plat1	Tent 01 Plat1 → Plat2	
Tent 04 Plat2 → Plat1	Tent 02 Plat1 → Plat2	
Tent 05 Plat2 → Plat1	Tent 03 Plat1 → Plat2	

 CINÉTICA – PROCESSAMENTO FRS E COP | 2009

Sujeito: Daniela de Almeida		
Data: 25/11/2008	Idade: 20 Anos	
Estatura: 1.65 m	Peso Corporal: 53kg	
Nome do Arquivo: Daniela_adulto_pl1_gaitini_01 Daniela_adulto_pl1_gaitterm_01		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 03 Plat2 → Plat1	Tent 01 Plat1 → Plat2	
Tent 04 Plat2 → Plat1	Tent 02 Plat1 → Plat2	
Tent 05 Plat2 → Plat1	Tent 03 Plat1 → Plat2	

Sujeito: Monica		
Data: 25/11/2008	Idade: 24 Anos	
Estatura:	Peso Corporal: 59.8 kg	
Nome do Arquivo: Monica_adulto_pl1_gaitini_01 Monica_adulto_pl1_gaitterm_01		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 02 Plat2 → Plat1	Tent 03 Plat1 → Plat2	
Tent 04 Plat2 → Plat1	Tent 04 Plat1 → Plat2	
Tent 07 Plat2 → Plat1	Tent 05 Plat1 → Plat2	

 CINÉTICA – PROCESSAMENTO FRS E COP | 2009

Sujeito: Danilo Catelli		
Data: 13/11/2008		Idade: 22 Anos
Estatura:		Peso Corporal: 64.5 Kg
Nome do Arquivo: catelli_av1_pl1_gaitini_01 catelli_av1_pl1_gaiterm_01		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 01 Plat2 → Plat1	Tent 01 Plat1 → Plat2	
Tent 02 Plat2 → Plat1	Tent 02 Plat1 → Plat2	
Tent 03 Plat2 → Plat1	Tent 03 Plat1 → Plat2	

Sujeito: Vitor		
Data: 18/11/ 2008		Idade: 21 Anos
Estatura: 1.74m		Peso Corporal: 81.2 kg
Nome do Arquivo: victor_pl1_gini_01 victor_pl1_gterm_01		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 02 Plat2 → Plat1	Tent 06 (02) Plat1 → Plat2	
Tent 03 Plat2 → Plat1	Tent07 (03) Plat1 → Plat2	
Tent 04 Plat2 → Plat1	Tent 08 (04) Plat1 → Plat2	
Plat2 → Plat1	Plat1 → Plat2	

CINÉTICA – PROCESSAMENTO FRS E COP | 2009

GRUPO 3 ANOS

Sujeito: Raissa		
Data: 11/11/2008		Idade: 3 anos
Estatura:		Peso Corporal: 13.5
Nome do Arquivo: Raissa_gaitinitiation_Plat1_07 Raissa_gaitermination_plat2_03		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tentativa 07	Tentativa 03	
Tentativa 08	Tentativa 04 Parou de lado	
Tentativa 09	Tentativa 05	
Plat2 → Plat1 Plat 1 : Pé direito	Parou na Plat1 Plat2 -→ Plat1	

Sujeito: Kimberly		
Data: 11/11/2008		Idade: 3 anos
Estatura:		Peso Corporal: 15.5kg
Nome do Arquivo: kimberly_gaitini_plat1_08 Kimberly_gaitini_plat2_08		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tentativa 08	Tent 01 (Parou na Plat1) Plat2 → Plat1	
Tentativa 09	Tent 03 (Parou na Plat1) Plat2 → Plat1	
Tentativa 10	Tenta 05 (Parou Plat1) Plat2 → Plat1	
	Tent 04 (Parou na Plat2) Plat1 → Plat2	
Plat2 → Plat1 Plat1: Pé direito		

CINÉTICA – PROCESSAMENTO FRS E COP | 2009

Sujeito: Gabriel		
Data: 20/10/2008		Idade: 3 Anos
Estatura:		Peso Corporal: 16
Nome do Arquivo:		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 04 Plat1: Esquerdo	Tent1 (Parou na plat1) Plat2 → Plat1	
Tent 05 Plat1: Esquerdo	Tent10 (Parou na Plat2) Plat1 → Plat2	
Tent 06 Plat1: Direito	Tent 13 (Parou na Plat1) Não há plat2	
Tent 08 Plat1 : Direito	Tent14 (Parou na Plat1) Não há plat2	
Plat2 → Plat1		

Sujeito: Maria Clara		
Data: 28/10/2008		Idade: 3 Anos
Estatura:		Peso Corporal: 16 kg
Nome do Arquivo:		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 08 Plat 1 → Pé direito	Tent 03 (Parou na Plat1) Plat2 → Plat1	
Tent 09 Plat1 → Pé esquerdo	Tent 06 (Parou na Plat1) Plat2 → Plat1	Gait termination – Pulou um pouco
Tent 12 Plat1 → Pé direito	Tent 01 (Parou na Plat1) Plat2 → Plat1	Gait Termination – Pé no meio
Plat2 → Plat1		

CINÉTICA – PROCESSAMENTO FRS E COP | 2009

Sujeito: Ellen		
Data: 27/10/2008	Idade: 3 Anos	
Estatura:	Peso Corporal: 15.9 kg	
Nome do Arquivo:		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 05 (Com Flash)	Tent 02	
Tent 06	Tent 03	
Tent 08 (Com Flash)	Tent 10	
Tent 09	Tent 11	
Plat2 → Plat1 (Eu Acho!!)	Parou na Plat1 Plat2 → Plat1	

Sujeito: Giovane		
Data: 25/10/2008	Idade: 3 Anos	
Estatura:	Peso Corporal:22	
Nome do Arquivo:		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 03	Tent 08	
Tent 04	Tent 09	
Tent 05	Tent 10	
	Tent 11	
Plat2 → Plat1 (Eu Acho!!)		

CINÉTICA – PROCESSAMENTO FRS E COP | 2009

Sujeito: Henrique		
Data: 12/08/2008		Idade: 2 Anos
Estatura:		Peso Corporal: 15
Nome do Arquivo:		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tentativa 01	Tentativa 02	
Tentativa 05	Tentativa 04	
Tentativa 06	Tentativa 05	Gait Termination – analisar com esta tentativa
Tentativa 07	Tentativa 06	

Sujeito: Daniel Henrique		
Data:		Idade: 3 Anos
Estatura:		Peso Corporal: 13.5
Nome do Arquivo:		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 01 Plat1 → Direito	Tent 7 (Parou na plat2) Plat1 → Plat2	
Tent 04 Plat1 →Direito	Tent 10 (Parou na Plat1) Plat2 → Plat1	
Tent 06 Plat1 → Direito	Tent 12 (Parou na plat2) Plat1 → Plat2	
Plat2 → Plat1		

CINÉTICA - PROCESSAMENTO FRS E COP | 2009

Sujeito: Bianca		
Data: 24/09/2008		Idade: 2 Anos
Estatura:		Peso Corporal: 12.9
Nome do Arquivo:		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 01	Tent 03	
Tent 04	Tent 05	
Tent 06		

Sujeito:		
Data:		Idade:
Estatura:		Peso Corporal:
Nome do Arquivo:		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES

CINÉTICA – PROCESSAMENTO FRS E COP | 2009

GRUPO 15 MESES

Sujeito: Ananda		
Data: 10/12/2008 e 11/12/2008		Idade: 15 Meses
Estatura: 78 cm		Peso Corporal: 12 kg
Nome do Arquivo:		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 01 Plat1 → Pé direito	Tent 02 (Parou plat2)	
Tent 02	Tent 03 (Parou Plat2)	
Tent 05 Plat1 → Pé direito	Tent 05 (Parou Plat2)	
Coleta do dia 11/12/2008 Plat2 → Plat1	Coleta dia 10/12/2008 Plat1 → Plat2	

Sujeito: Antonio Sergio		
Data: 09/12/2008		Idade: 15 Meses
Estatura: 80.3 cm		Peso Corporal: 13.9 kg
Nome do Arquivo:		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 8 Plat2 → Esquerdo	Tent 2 (Parou na Plat2)	
Tent 9 Plat2 → Esquerdo	Tent 5 (Parou na Plat2)	
Tent 10 Plat2 → Esquerdo	Tent 6 (Parou na Plat2)	
Tent 11 Plat2 → Esquerdo	Tent 7 (Parou na Plat2)	
Plat1 → Plat2	Parou na Plat 2 Plat1 → Plat2	

 CINÉTICA - PROCESSAMENTO FRS E COP | 2009

Sujeito: Beatriz		
Data: 09/12/2008		Idade: 15 Meses
Estatura:		Peso Corporal: 11.9 kg
Nome do Arquivo:		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 06	Tent 02 (Parou na plat2)	
Tent 07	Tent 03 (Parou na plat2)	
Tent 09 Plat2 → Esquerdo	Tent04 (Parou na plat2)	
Plat1 → Plat2	Plat1 → Plat2	

Sujeito: Giovana		
Data: 05/12/2008		Idade: 16 Meses
Estatura:		Peso Corporal: 12kg
Nome do Arquivo:		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 13 (Plat2 → Plat1) Plat1 → Direito	Tent 02	
Tent 10 Plat1 → Plat2	Tent 03	
Tent 12 Plat1 → Plat2	Tent 04	
Plat1 → Plat2		

 CINÉTICA – PROCESSAMENTO FRS E COP | 2009

Sujeito: Guilherme		
Data: 03/12/2008		Idade: 15 Meses
Estatura:		Peso Corporal: 10.2 kg
Nome do Arquivo:		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 04 Plat2 → Esquerdo	Tent 05 (Parou na plat1)	
Tent 07 Plat2 → Esquerdo	Tent 06 (Parou na plat1)	
Tent 08 Plat2 → Esquerdo	Tent 09 (Parou na plat1)	
Plat 1 → Plat2	Plat2 → Plat1	

Sujeito: Isadora		
Data: 18/12/2008		Idade: 15 Meses
Estatura:		Peso Corporal: 11.6 kg
Nome do Arquivo:		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 01 (07) Plat 2 → Esquerdo	Tent 03 (09) Parou na Plat2	
Tent 02 (08) Plat2 → Esquerdo		
Tent 04 (10) Plat2 → Esquerdo		
Plat1 → Plat2	Plat1 → Plat2	

CINÉTICA – PROCESSAMENTO FRS E COP | 2009

Sujeito: Kauã		
Data: 15/12/2008		Idade: 16 Meses
Estatura: 81 cm		Peso Corporal: 13.5 kg
Nome do Arquivo:		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 06 Plat2 → Esquerdo	Tent 2 Parou na Plat2	
Tent 07 Plat2 → Esquerdo	Tent 3 Parou na Plat2	
Tent 08 Plat2 → Esquerdo	Tent 4 Parou na Plat2	
Plat1 → Plat2	Plat1 → Plat2	

Sujeito: Nycholas Gabriel		
Data: 18/12/2008		Idade: 15 Meses
Estatura: 79.5 cm		Peso Corporal: 13.5 kg
Nome do Arquivo:		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 05 Plat2 → Esquerdo	Tent 01 Parou na Plat2	
Tent 07 Plat2 → Esquerdo	Tent 03 Parou na Plat2	
Tent 09 Plat2 → Esquerdo	Tent 04 Parou na Plat2	
Plat1 → Plat2	Plat1 → Plat2	

CINÉTICA – PROCESSAMENTO FRS E COP | 2009

Sujeito: Maria Candida		
Data: 18/12/2008	Idade: 15 Meses	
Estatura: 74.5 cm	Peso Corporal: 10 kg	
Nome do Arquivo:		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 03 Plat2 → Esquerdo	Tent 02 Parou na Plat2	
Tent 05 Plat2 → Esquerdo	Tent 06 Parou na Plat2	
Tent 9 Plat2 → Esquerdo	Tent 07 Parou na Plat2	
Plat1 → Plat2	Plat1 → Plat2	

Sujeito: Pedro		
Data: 02/12/2008	Idade: 15 Meses	
Estatura: 76.5 cm	Peso Corporal: 10.5 cm	
Nome do Arquivo:		
GAIT INITIATION	GAIT TERMINATION	OBSERVAÇÕES
Tent 02 Plat 2 → Direito	Tent 07 Parou na Plat1	
Tent 03 Plat2 → Esquerdo	Tent 08 Partou na Plat1	
Tent 04 Plat1 → Direito	Tem 09 Parou na Plat1	
Plat2 → Plat1 (Tent04) Plat1 → Plat2	Plat2 → Plat1	