

Artigo original

Cássia Borges Lima ¹
Cibele Regina Secco ²
Veronica Silva Miyasike ³
Lilian Teresa Bucken Gobbi ⁴

EQUILÍBRIO DINÂMICO: INFLUÊNCIA DAS RESTRIÇÕES AMBIENTAIS

DYNAMIC EQUILIBRIUM: INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL CONSTRAINTS

RESUMO

Os objetivos do estudo foram: (a) verificar estratégias locomotoras utilizadas quando crescentes restrições ambientais são aplicadas a crianças; e (b) relacionar comportamento motor nestas condições com características intrínsecas dos participantes. Dois experimentos foram delineados variando a altura (solo e 39 cm no experimento 1 e 39 e 120 cm no experimento 2) onde crianças (3 a 10 anos no experimento 1 e 3 a 7 anos no experimento 2) andaram. Em ambos os experimentos, as crianças apresentaram preferência no posicionamento do pé (pé plano), aumento na quantidade de passadas e diminuição no comprimento das passadas com aumento da altura. Variáveis intrínsecas aos participantes e posicionamento do pé explicaram a variabilidade no comportamento locomotor. Pode-se inferir que o equilíbrio dinâmico é uma importante variável no controle motor durante tarefa locomotora em ambiente complexo.

Palavras-chave: locomoção, desenvolvimento, ambiente complexo, equilíbrio dinâmico.

ABSTRACT

The aims of this study were: (a) to verify the locomotor strategies used when increased environmental constraints are applied to children; and (b) to relate the locomotor behavior within these conditions with the participants' intrinsic characteristics. Two experiments were designed varying the height (ground and 39 cm in Experiment 1 and 39 cm and 120 cm in Experiment 2) where children (3 to 10 years old in Experiment 1 and 3 to 7 years old in Experiment 2) were walking. In both studies, children presented foot position preference (flat foot), increased number of steps and decreased step length related as height increased. Participants' intrinsic variables and foot position explained the variability in locomotor behavior. It can be inferred that dynamic equilibrium is an important variable in motor control during locomotor tasks in complex environments.

Key words: locomotion, development, complex environment, dynamic equilibrium.

¹ Graduada do curso de Bacharelado em Educação Física/DEF/IB/UNESP/Rio Claro

² Graduada do curso de Licenciatura em Educação Física/DEF/IB/UNESP/Rio Claro

³ Pós-Graduada - Mestrado em Ciências da Motricidade - IB/UNESP/Rio Claro

⁴ Profa. Dra. - DEF/IB/UNESP/Rio Claro

INTRODUÇÃO

Durante o desenvolvimento normal, a criança passa por experiências sensorio-motoras que facilitarão a aquisição e o refinamento de padrões motores. Estas experiências acontecem e são enriquecidas graças à variabilidade e complexidade do ambiente (Gibson, 1988).

Nesta perspectiva, o andar apresenta-se como um padrão motor que se desenvolve pela exploração de diferentes superfícies. Nestas condições, os componentes internos, como os ligamentos do tornozelo, são fortalecidos e as relações entre esses componentes, como os movimentos articulares, são utilizadas para aumentar a eficiência motora. Efeitos similares ocorrem em relação aos sistemas sensoriais e perceptivos. A exploração do ambiente passa então a ser vista como desencadeadora de diferentes estratégias adaptativas que permitem ao ser humano a interação com o meio.

O controle da marcha é uma das importantes funções do sistema nervoso e, por sua complexidade, exige participação de diferentes segmentos do sistema nervoso central para modular o sistema efetor de acordo com a intenção do indivíduo e com as informações sensoriais adquiridas do ambiente. Esse controle é responsável pela manutenção do equilíbrio e da direção do movimento (Guyton, 1986). As informações sensoriais relativas ao ambiente e a interação dos segmentos corporais com o ambiente são cruciais no desenvolvimento do comportamento locomotor habilidoso (Gobbi & Patla, 1997).

O controle do equilíbrio implica o controle da postura, que constitui um dos importantes sub-sistemas necessários para a aquisição do andar independente (Barela, 1997). O equilíbrio é a noção e distribuição do peso em relação a um espaço, tempo e eixo de gravidade, constituindo a base de toda a coordenação dinâmica global (Bueno, 1998). Esta capacidade motora é influenciada pela maturação nervosa que vai progressivamente determinando, de acordo com as características individuais, a capacidade de exer-

cer suas funções (Negrine, 1987). O equilíbrio pode ser estático ou dinâmico. O equilíbrio dinâmico tem estreita relação com a constituição estato-ponderal, funções tônico-motoras, membros e órgãos, tanto sensoriais quanto motores (Bueno, 1998).

O equilíbrio depende essencialmente do sistema labiríntico e do sistema plantar. O aparelho vestibular é o órgão sensorial que detecta os movimentos da cabeça em relação à gravidade. Estes estímulos são extremamente necessários à manutenção do equilíbrio, especialmente na posição ereta. Na evolução psicomotora é necessário que a criança tome consciência do contato com o solo e com a mobilidade da articulação do tornozelo para uma boa progressão do equilíbrio (Bueno, 1998).

Mesmo adquirido o andar independente, as crianças têm uma regressão no seu padrão de andar quando há um aumento na dificuldade da tarefa devido às restrições ambientais (Adolph, 1995; Gobbi, 1997).

Assim, algumas questões norteiam este estudo: quais as estratégias locomotoras adaptativas empregadas por crianças quando há aumento na complexidade do ambiente? Os parâmetros espaciais da passada apresentam alterações de acordo com as restrições do ambiente? Como as variáveis intrínsecas, especialmente as características antropométricas, explicam a variabilidade das estratégias locomotoras empregadas por crianças?

Para responder estas questões, dois experimentos foram delineados. O experimento 1 procurou manipular o ambiente em que está ocorrendo a ação através do aumento da demanda ambiental para verificar como ocorre o controle do equilíbrio e quais suas implicações no desenvolvimento motor, analisando as mudanças comportamentais ocorridas. No experimento 2 foi aumentada a exigência do controle do equilíbrio através do aumento no grau de complexidade da tarefa e analisou-se as manifestações comportamentais empregadas para a manutenção constante deste equilíbrio.

EXPERIMENTO 1

Os objetivos do experimento 1 foram: (a) verificar as estratégias adaptativas (posicionamento do pé no momento do contato com a superfície de apoio) empregadas por crianças em diferentes alturas e os fatores intrínsecos determinantes da seleção destas estratégias; e (b) verificar as influências das alturas nos parâmetros espaciais do comportamento locomotor (quantidade e comprimento da passada).

MÉTODO

Participaram do experimento 40 voluntários entre 3 e 10 anos, de ambos os sexos, pertencentes à comunidade escolar de Rio Claro - SP. Inicialmente, foram obtidas as seguintes medidas antropométricas: comprimentos da coxa, perna e pé, altura do tornozelo e largura do pé, além da idade e sexo.

Cada criança, foi convidada a andar sobre uma superfície de 7,5 cm de largura e 4 m de comprimento em duas alturas (nível do solo e a 39 cm de altura; Figura 1). Foram executadas 4 tentativas em cada condição, por bloco, sendo a ordem dos blocos randomizada para cada participante. Todas as tentativas foram filmadas para obtenção dos dados relativos às seguintes variáveis dependentes: forma de posicionamento do pé no contato com a superfície de apoio, quantidade de passadas e comprimento de passadas. Os comportamentos analisados foram observados nos 3 m centrais.

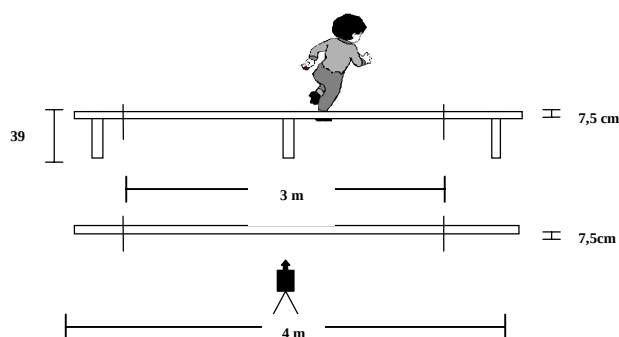


Figura 1: Representação gráfica da situação experimental (Experimento 1).

Resultados e Discussão

De acordo com Guyton (1986), quanto mais a cabeça se inclina a partir da posição ereta, a determinação de sua orientação se torna cada vez mais pobre e ajustes são feitos sempre que o corpo é angulado no nível do tórax e abdômen. Mesmo não sendo uma variável deste experimento, os resultados mostraram que 100% das crianças inclinam a cabeça para a frente, durante a locomoção em ambas as condições. A flexão anterior da cabeça pode estar refletindo a necessidade da criança de manter o olhar dirigido à superfície de suporte, aos membros inferiores e sua interação. Este comportamento evidencia que as crianças não planejam antecipadamente a colocação do pé sobre a superfície, mas necessitam recolher informações exteroceptivas e exproprioceptivas a cada passada. Resultados semelhantes foram obtidos por Gobbi (1997) na locomoção sobre obstáculos. Paralelamente, manter a cabeça inclinada para a frente dificulta a orientação corporal com respeito à gravidade e pode comprometer o equilíbrio.

Estratégias Adaptativas. Comparando as duas alturas, o teste “t” de Student constatou haver diferença significativa quanto às estratégias adaptativas inferidas pelo posicionamento do pé sobre a superfície ($t_{159} = 8,447$, $p < 0,0001$; Figura 2).

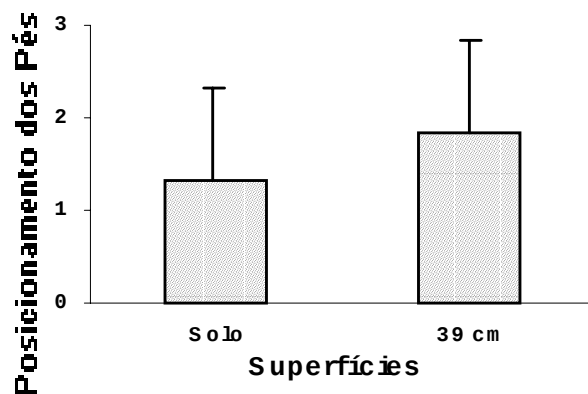


Figura 2: Representação gráfica das médias e desvios-padrão da posição do pé no contato com a superfície (1 = apoio com o calcanhar; 2 = apoio com o pé inteiro; 3 = apoio com os dedos com rolamento para o calcanhar).

No solo, a maioria das crianças optou pelo apoio inicial do pé pelo calcanhar, enquanto que a 39 cm de altura, a maioria das crianças apresentou estratégias adaptativas do padrão locomotor (pé plano e contato inicial com os dedos). Estes resultados demonstraram que as crianças em processo de desenvolvimento regridem seu padrão de andar e criam estratégias alternativas quando é exigido um controle apurado do equilíbrio em situações complexas e não rotineiras. Regressões motoras também foram observadas por Adolph (1995) e Gobbi (1997).

Em seguida realizou-se uma Análise de Regressão Múltipla (backward elimination). As variáveis comprimento da coxa e comprimento da

perna explicam significativamente a estratégia adaptativa do posicionamento do pé quando no solo ($R^2 = 0,083$, $p = 0,001$; Figura 3).

A Figura 3 mostra que o emprego de estratégias adaptativas (contato no solo com o pé plano e ponta dos pés) aumenta à medida que o comprimento da perna é maior e o comprimento da coxa é menor.

Em relação às estratégias adaptativas do padrão locomotor a 39 cm de altura, a Análise de Regressão Múltipla identificou as variáveis idade, sexo, altura do tornozelo, comprimento da coxa e do pé, explicativas do posicionamento do pé no contato com a superfície de apoio ($R^2 = 0,312$, $p < 0,0001$; Figura 4).

Como no solo não há restrição da altura, o monitoramento da perna e da coxa é suficiente para a realização da tarefa, deixando o pé como extremidade livre na cadeia articular. Diferentemente, ao andar sobre uma superfície com 39 cm de altura, as estratégias adaptativas podem também ser explicadas por outros fatores como a idade e o sexo (crianças mais velhas e meninas tendem a utilizar as estratégias 2 e 3).

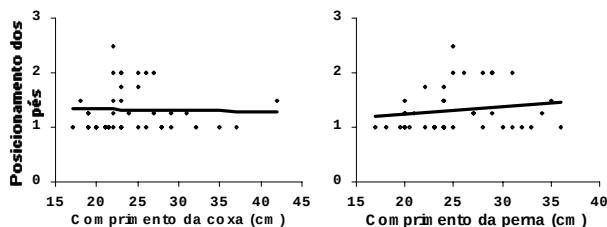


Figura 3: Representação gráfica das relações entre comprimento da coxa e da perna no posicionamento do pé o solo.

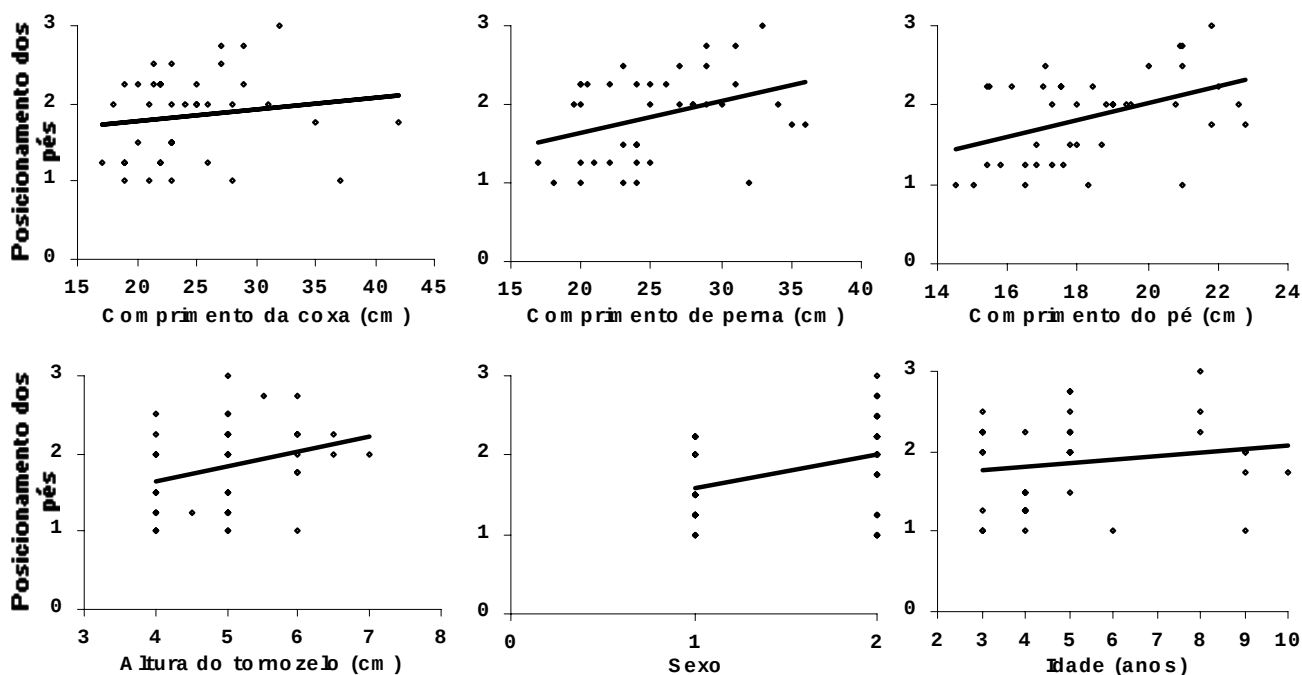


Figura 4: Representação gráfica das relações entre comprimento da perna, comprimento do pé, altura do tornozelo, idade, sexo (1=masculino; 2=feminino) e comprimento da coxa no posicionamento do pé a 39 cm de altura.

Quanto mais velha a criança, provavelmente, maior será sua estatura e peso corporal, que associados à altura da superfície criam uma ilusão de perigo, favorecendo o emprego das estratégias 2 e 3. As observações quanto ao sexo podem ser explicadas pelo fato de que os meninos possuem um rol maior de experiências motoras e são mais encorajados e favorecidos socialmente para experimentar novas ações (Eckert, 1993).

Quantidade de Passadas. Para a comparação da quantidade de passadas entre as duas alturas foi realizado teste “t” de Student, que evidenciou haver diferença significativa ($t_{159} = 7,5095$, $p < 0,01$), com aumento médio do número de passadas a 39 cm de altura (Figura 5).

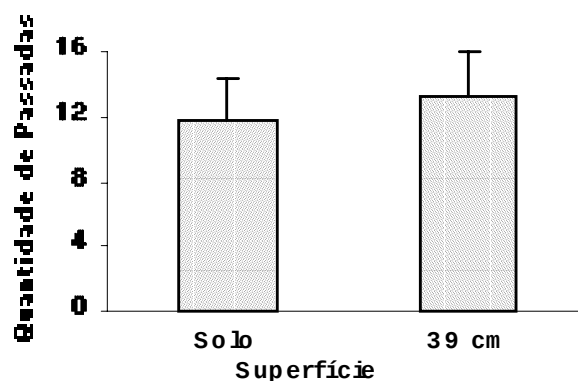


Figura 5: Representação gráfica das médias e desvios-padrão da quantidade de passadas no solo e a 39 cm.

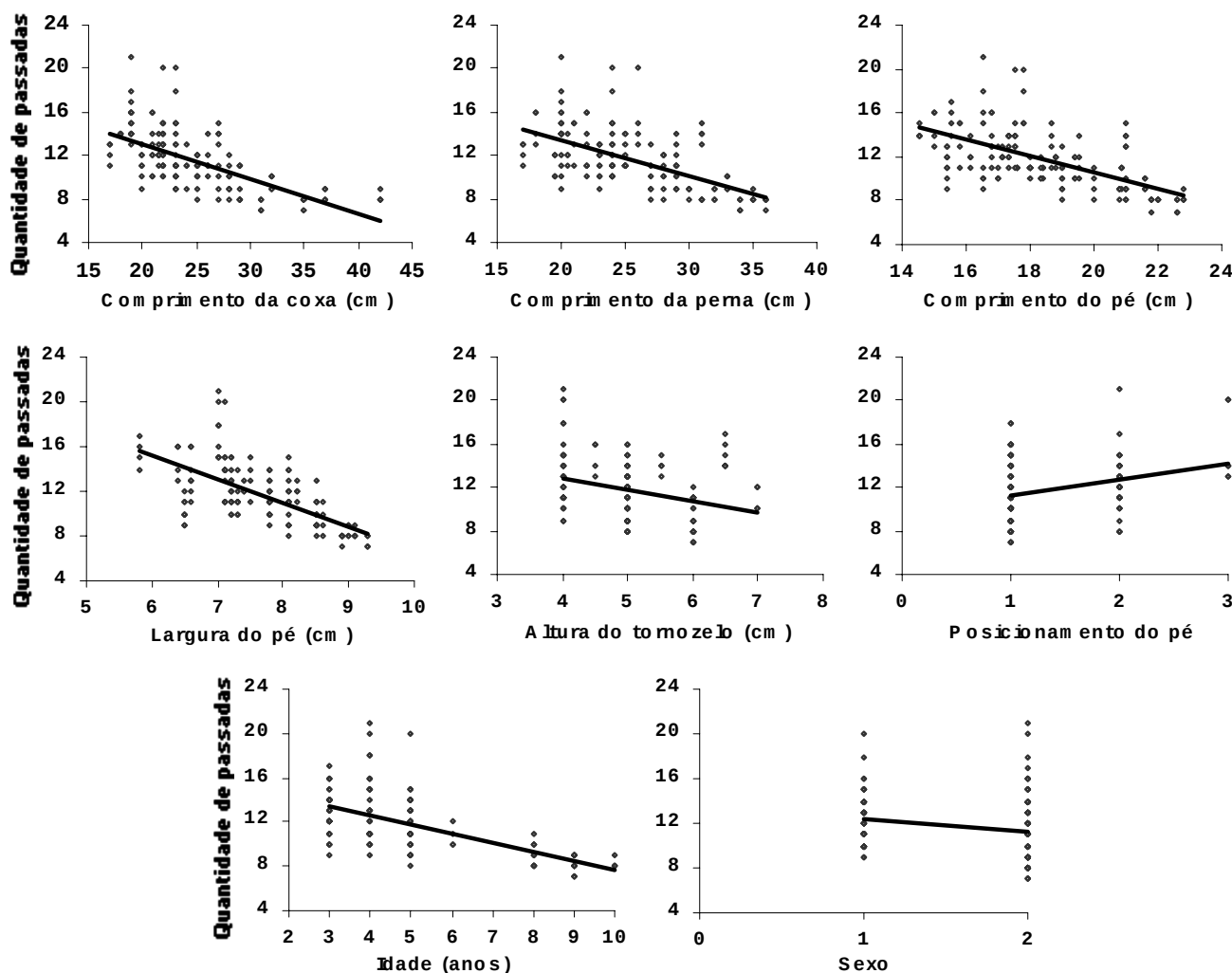


Figura 6: Representação gráfica das relações entre quantidade de passadas no solo e a posição do pé no contato com a superfície, idade, altura do tornozelo, sexo, largura do pé e comprimentos da coxa, da perna e do pé.

A Figura 5 permite observar que à medida que a superfície de apoio aumenta em altura, as crianças executam um maior número de passadas para a realização da tarefa.

Na Análise de Regressão Múltipla (backward elimination), no solo, a variabilidade na quantidade de passadas é explicada pela combinação das variáveis: comprimentos da coxa, da perna e pé, largura do pé, altura do tornozelo, posicionamento do pé, idade e sexo ($R^2 = 0,589$, $p < 0,0001$; Figura 6). A 39 cm de altura obteve-se as variáveis: posicionamento do pé, comprimento da coxa, altura do tornozelo e largura do pé ($R^2 = 0,639$, $p < 0,0001$; Figura 7).

A Figura 6 permite observar que apenas a relação entre posição do pé no contato com a superfície e a quantidade de passadas é positiva, indicando que o número de passadas aumenta à medida que o contato com a superfície é realizado com o pé plano ou inicialmente com os dedos. Para as demais variáveis esta relação é negativa, indicando que quanto maior for a largura do pé, a altura do tornozelo, os comprimentos da coxa, perna, pé e a idade, menor é a quantidade de passadas. Quanto ao sexo, os meninos tendem a realizar um menor número de passadas que as meninas.

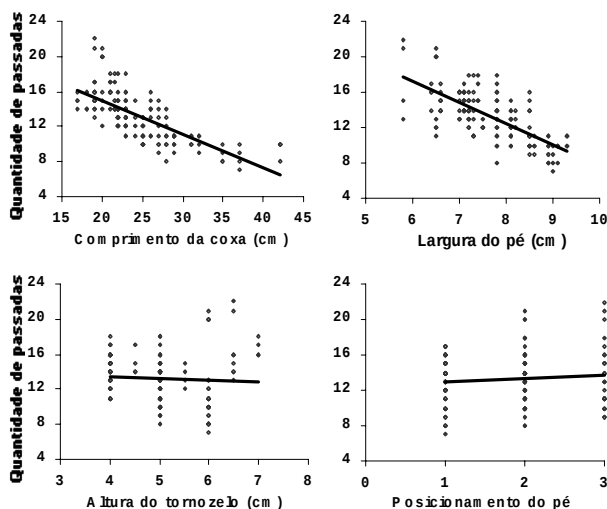


Figura 7: Representação gráfica das relações entre a quantidade de passadas e a largura do pé, comprimento da coxa, altura do tornozelo e posicionamento do pé a 39 cm.

A mesma relação positiva, observada entre quantidade de passadas no solo e posicionamento do pé, foi evidenciada a 39 cm de altura. Similarmente, as demais medidas antropométricas apresentam-se negativamente relacionadas com a quantidade de passadas a 39 cm de altura.

Comprimento da Passada. Foi observado o comprimento médio das passadas em cada uma das tentativas e em cada condição, evidenciando que as crianças diminuem significativamente o comprimento da passada a 39 cm de altura ($t_{1,139} = 77,69$; $p < 0,0001$; Figura 8).

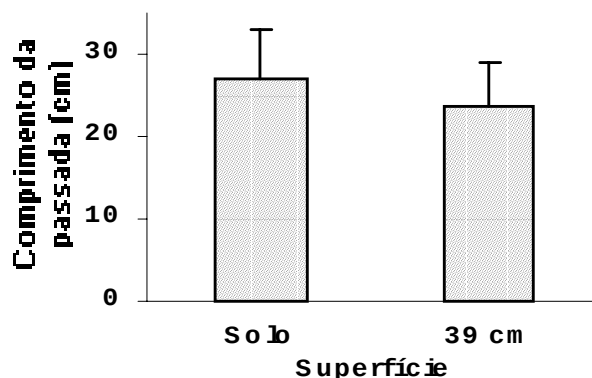


Figura 8: Representação gráfica das médias e desvios-padrão do comprimento de passadas no solo e a 39 cm.

Estes resultados mostram que as restrições ambientais (a altura da superfície) fazem com que as crianças busquem formas mais seguras para se locomover, como diminuir o comprimento da passada de forma a oscilar menos o centro de gravidade.

O comprimento da passada em cada condição foi analisado através de Regressão Múltipla (backward elimination). No solo, o comprimento da passada pode ser explicado pela combinação de variáveis antropométricas (altura do tornozelo, comprimento da perna, largura do pé), comportamental (posicionamento do pé) e idade ($R^2 = 0,697$; $p < 0,0001$; Figura 9). O comprimento da passada a 39 cm pode ser predito pela combinação das variáveis antropométricas (comprimento da coxa e da perna, largura do pé) e comportamental (posicionamento do pé), e idade ($R^2 = 0,689$; $p < 0,0001$; Figura 10).

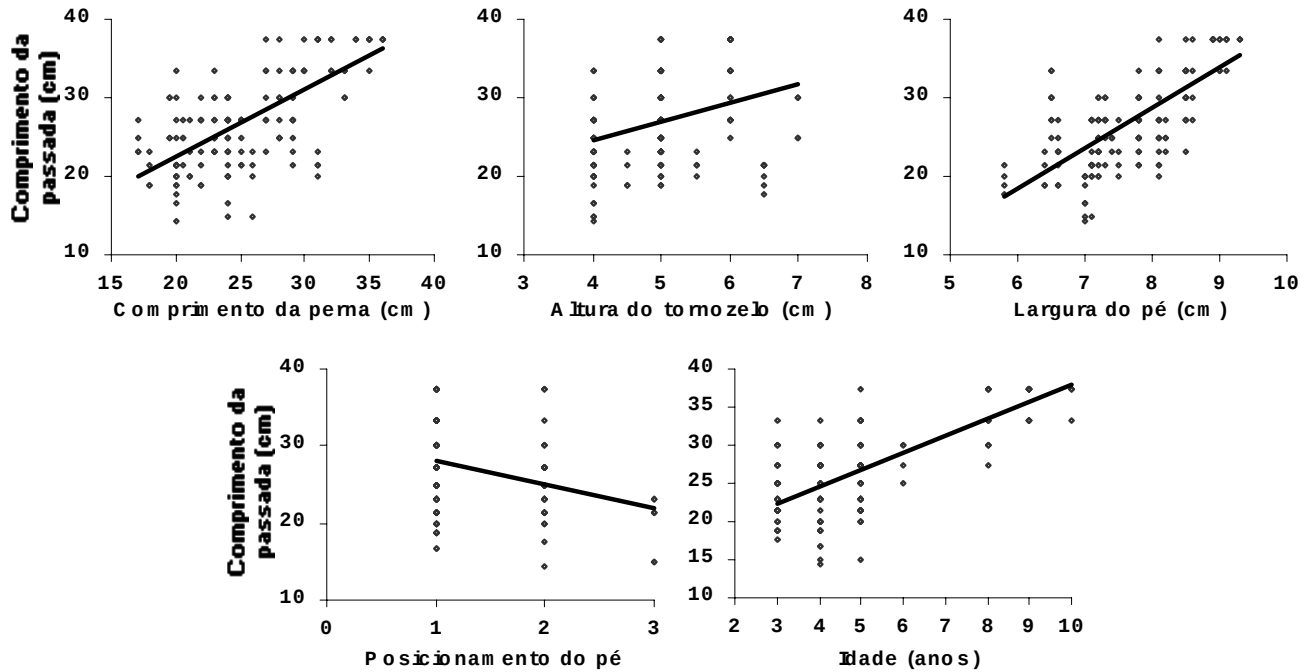


Figura 9: Representação gráfica das relações entre o comprimento da passada e posicionamento do pé no momento do contato, altura do tornozelo, comprimento da perna, largura do pé e idade no solo.

Através da Figura 9, pode-se afirmar que quanto maior o comprimento da perna, a largura do pé e a altura do tornozelo, maior é o comprimento da passada no solo. Crianças mais velhas também apresentam tendência a ter o comprimento da passada aumentado. O

posicionamento do pé no contato com o solo indica que o toque pelo calcanhar favorece o aumento no comprimento da passada. Observações similares podem ser feitas na Figura 10 quanto ao comprimento da passada a 39 cm de altura.

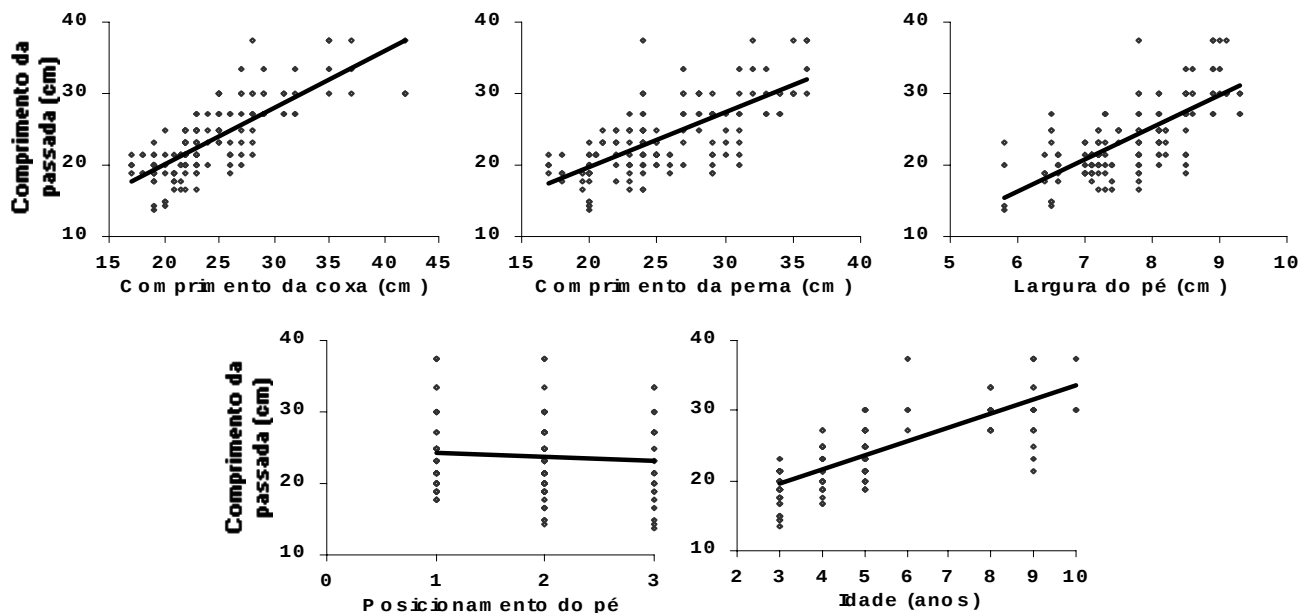


Figura 10: Representação gráfica das relações entre comprimento da coxa e da perna, idade, largura do pé e posicionamento do pé no momento do contato, a 39 cm.

Considerando-se a relação inversa entre quantidade e comprimento da passada, os resultados são agora discutidos em conjunto.

Andando a 39 cm de altura, as crianças aumentam a quantidade de passadas diminuindo o comprimento da mesma. Aproximando os membros inferiores durante a passada e diminuindo a base, facilita a manutenção do equilíbrio, criando um sistema econômico do ponto de vista energético e acomodando esse sistema à tarefa (Barela, 1997).

A quantidade e o comprimento das passadas, em ambas as condições, foram explicados também pela estratégia adaptativa. O aumento da quantidade e a diminuição do comprimento da passada aumentaram o uso das estratégias 2 e 3. A mecânica da marcha (Telline & Saad, 1997) na colocação próxima de um pé na frente do outro favorece a colocação do pé inteiro de apoio, aumentando a quantidade e diminuindo o comprimento da passada. A 39 cm, a mecânica da marcha também é alterada pelo aumento da restrição da tarefa, ocorrendo pouco o emprego da estratégia 1, ao contrário do solo, onde esta ocorre com mais frequência.

EXPERIMENTO 2

Os objetivos do experimento 2 foram: (a) verificar as estratégias locomotoras adaptativas empregadas por crianças em alturas aumentadas e os fatores intrínsecos determinantes da seleção destas estratégias; e (b) verificar as influências das alturas em parâmetros espaciais do comportamento locomotor.

MÉTODO

Deste experimento participaram 40 crianças de idade entre 3 e 7 anos, de ambos os sexos, pertencentes à comunidade escolar de Rio Claro/SP. Foram coletadas as mesmas medidas antropométricas do experimento 1, acrescentando peso e estatura. Cada criança, foi convidada a

andar sobre duas superfícies: uma de 7,5 cm de largura e 39 cm de altura e outra com 10 cm de largura e 120 cm de altura (trave de equilíbrio); ambas superfícies possuíam 4 m de comprimento, sendo considerados os 3 m centrais de percurso para análise (Figura 11). Os dados foram coletados e analisados como no experimento 1, bem como as mesmas variáveis dependentes foram estabelecidas e tratadas estatisticamente.

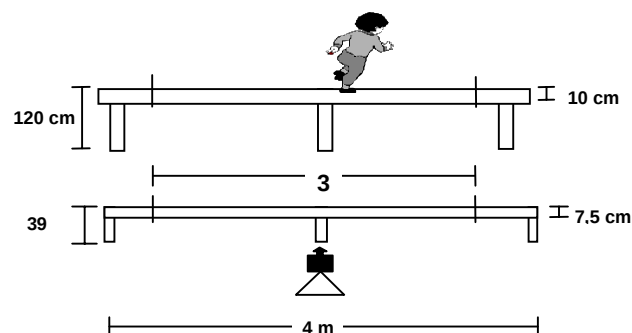


Figura 11: Representação gráfica da situação experimental (Experimento 2).

Resultados e Discussão

Estratégias Adaptativas. Quanto às estratégias locomotoras adaptativas, 97% das tentativas foram executadas com o pé plano independente da altura da superfície. Apesar das restrições serem aplicadas em níveis diferentes de esforço houve regressão no padrão de andar em ambas as alturas. Este resultado confirma os obtidos no experimento 1 e corrobora com os dados de Adolph (1995) na locomoção em rampas e Gobbi (1997) na locomoção sobre obstáculos. Além das restrições ambientais, os fatores intrínsecos também influenciam na escolha das estratégias empregadas determinando o comportamento nas duas condições.

Quantidade de Passadas. O teste “t” de Student evidenciou haver uma diferença significativa entre as alturas ($t_{160} = 6,95$, $p < 0,01$; Figura 12), com um aumento médio a 120 cm de altura.

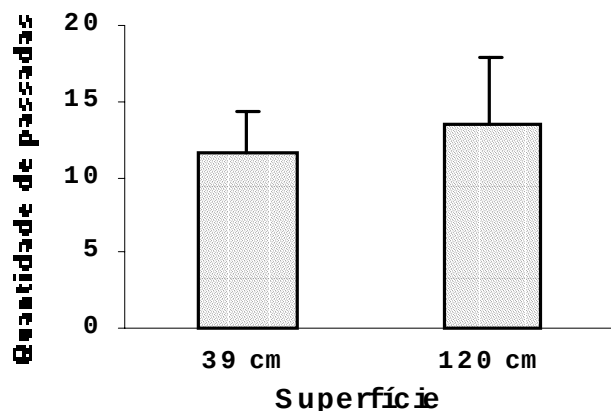


Figura 12: Representação gráfica das médias e desvios-padrão da quantidade de passadas a 39 cm e a 120 cm.

Como no experimento 1, também foi encontrado um efeito das restrições ambientais sobre o comportamento motor das crianças, que buscaram aumentar a quantidade de passadas

quando a altura da superfície aumentava.

A 39 cm, a Análise de Regressão Múltipla (backward elimination) obteve-se $R^2 = 0,283$ $p < 0,0001$ (Figura 13), explicando a variabilidade da quantidade de passadas pela combinação das variáveis idade, estatura, altura do tornozelo, comprimento da coxa e da perna. A variabilidade na quantidade de passadas a 120 cm de altura foi explicada pela combinação das variáveis altura do tornozelo e comprimento do pé ($R^2 = 0,211$ $p < 0,0001$; Figura 14).

Observa-se na Figura 13 que há um relacionamento negativo entre as variáveis plotadas. Quanto maior for a estatura, o comprimento da coxa e da perna e a altura do tornozelo, menor é a quantidade de passadas empregadas. Crianças mais velhas, como no experimento 1, tendem a realizar um número de passadas menor que crianças mais jovens.

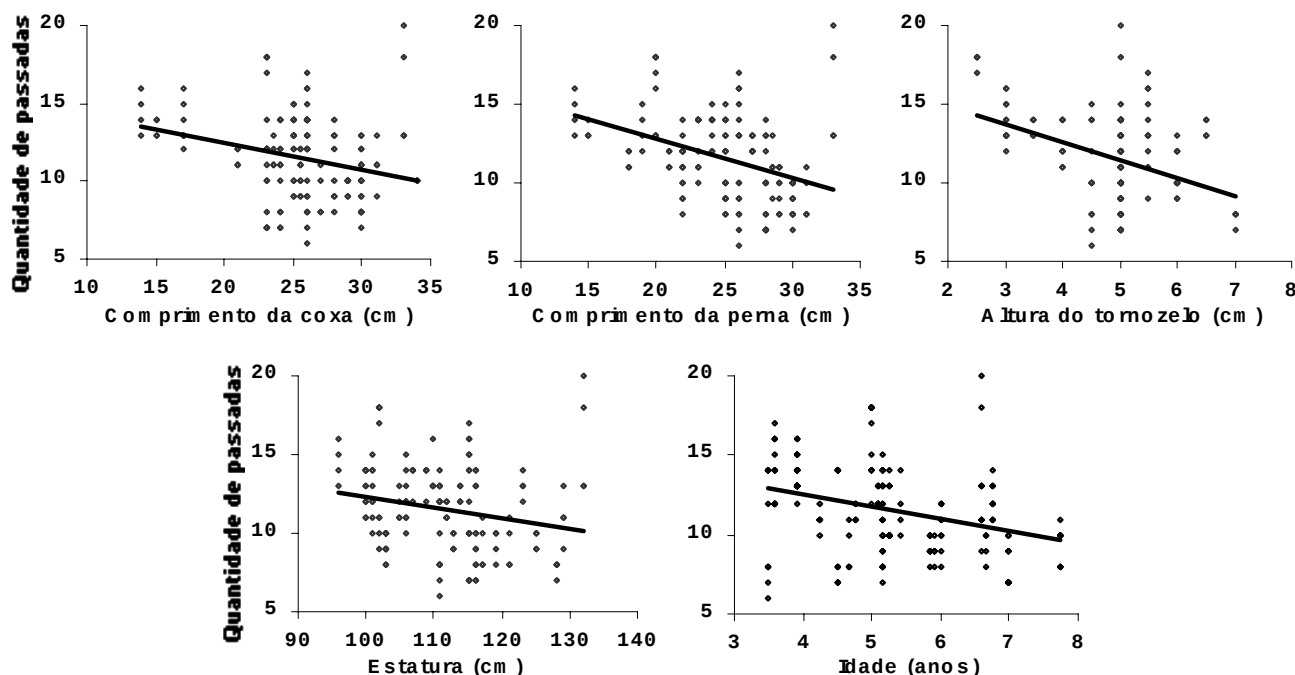


Figura 13: Representação gráfica das relações entre quantidade de passadas e comprimento da coxa e perna, altura do tornozelo, estatura e idade a 39 cm de altura.

O relacionamento entre as variáveis plotadas na Figura 14 apresenta-se negativo, ou seja, quanto maior o comprimento do pé e a altura do tornozelo, menor é a quantidade de passadas empregadas pelas crianças a 120 cm de altura.

Comprimento da Passada. A comparação do comprimento médio da passada entre as duas condições evidenciou que as crianças diminuem significativamente o comprimento da passada a 120 cm ($t_{159} = 3,46$, $p < 0,01$; Figura 15).

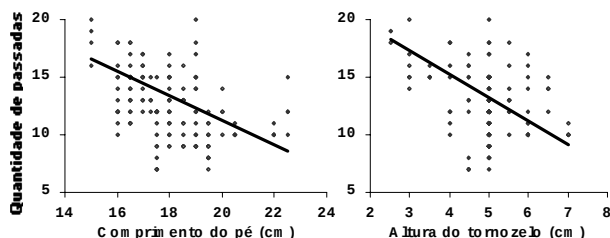


Figura 14: Representação gráfica das relações entre quantidade de passadas e altura do tornozelo e comprimento do pé a 120 cm.

A Figura 15 mostra a mudança de comportamento das crianças ao realizarem o andar sobre superfícies com alturas diferentes. A utilização de passadas mais curtas permite um andar mais seguro, aumentando o período de contato dos pés com o solo em relação à fase de balanço.

O comprimento das passadas em cada condição foi também analisado através de Regressão Múltipla (backward elimination). O comprimento da passada a 39 cm pode ser explica-

do pela combinação de variáveis estatura, idade, altura do tornozelo, comprimento da coxa e da perna ($R^2 = 0,271$; $p < 0,0001$; Figura 16). O comprimento da passada a 120 cm pode ser predito pelo comprimento do pé e posicionamento do pé no momento do contato ($R^2 = 0,200$; $p < 0,001$; Figura 17).

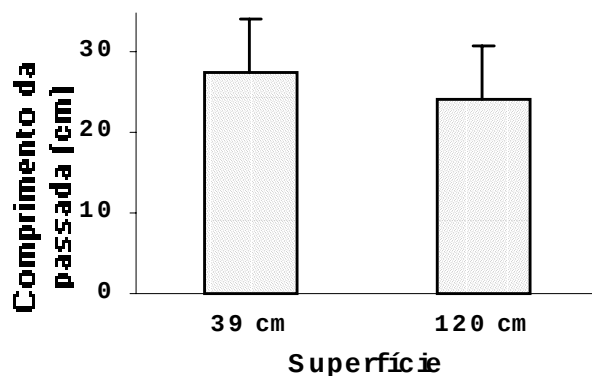


Figura 15: Representação gráfica das médias e desvios-padrão do comprimento das passadas a 39 cm e a 120 cm de altura.

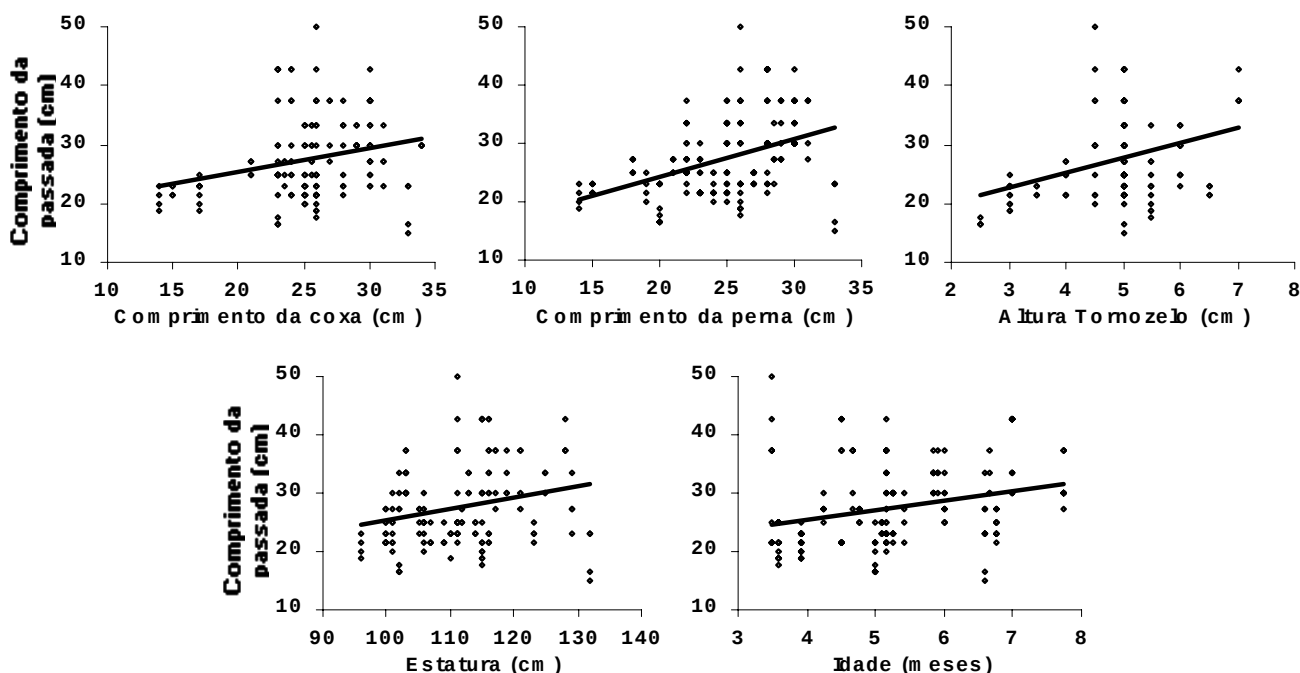


Figura 16: Representação gráfica das relações entre comprimento da passada e comprimento da coxa e perna, altura do tornozelo, estatura e idade a 39 cm de altura.

Observa-se, na Figura 16, um relacionamento positivo entre as variáveis predictoras do comprimento da passada a 39 cm. Crianças mais velhas tendem a demonstrar um comprimento

maior da passada que crianças mais jovens. Paralelamente, quanto maior a estatura, a altura do tornozelo e o comprimento da perna e da coxa, maior o comprimento da passada a 39 cm.

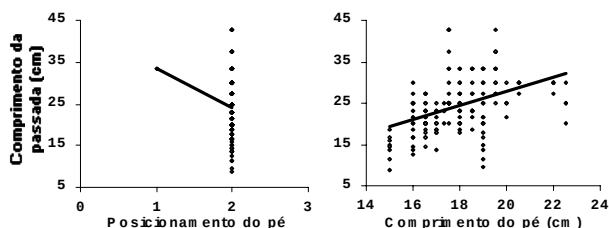


Figura 17: Representação gráfica das relações entre comprimento da passada e comprimento do pé e posicionamento do pé no momento do contato a 120cm.

Pode-se observar na Figura 17 que quanto maior o comprimento do pé, maior o comprimento da passada a 120 cm, evidenciando um relacionamento positivo entre as variáveis. Quanto ao posicionamento do pé observa-se uma tendência negativa na relação com o comprimento da passada, indicando que quando as crianças preferem posicionar o pé plano, o comprimento da passada diminui.

Como no experimento 1, os resultados das variáveis quantidade e comprimento das passadas são discutidos em conjunto. Nas variáveis quantidade de passadas e comprimento de passadas, os resultados do experimento 2 foram semelhantes aos do experimento 1. Pôde-se observar que o aumento da altura onde a tarefa foi realizada desencadeou alterações significativas e inversamente proporcionais na quantidade e no comprimento das passadas.

As variáveis demonstram a participação direta do sistema nervoso no monitoramento das ações motoras. Fernandes (1981) assegura que o equilíbrio dinâmico depende de processos nervosos. Os resultados mostraram como estes processos agem através das variáveis antropométricas que interferem em cada segmento corporal durante a realização das tarefas.

O comprimento das passadas pode ser explicado também pela estratégia adaptativa a 120 cm. A diminuição do comprimento da passada aumenta o uso da estratégia 2, ou seja, a colocação próxima de um pé na frente do outro favorece a colocação do pé inteiro de apoio diminuindo o comprimento da passada e conseqüentemente aumentando a quantidade de passadas. A ado-

ção deste tipo de comportamento locomotor deve ser atribuída ao aumento nas demandas de equilíbrio.

A 39 cm, o comprimento da perna e da coxa, altura do tornozelo e estatura explicam a quantidade e o comprimento das passadas em sentidos inversos. As variáveis também são inversamente proporcionais e estes resultados são similares aos obtidos no experimento 1.

A 120 cm, o comprimento do pé influencia na quantidade e no comprimento das passadas atuando em sentido inverso, ou seja, quanto maior o comprimento do pé, menor a quantidade e maior o comprimento da passada; a criança maior tende a ter os segmentos corporais maiores e isto influencia na passada.

No comprimento da passada, o posicionamento e o comprimento do pé atuam em conjunto, isto é, com o pé maior e pisando com o pé plano, o comprimento da passada fica reduzido. Esta estratégia utilizada não permite que a criança realize passadas muito largas sem comprometer o equilíbrio. Neste caso, os aspectos mecânicos da marcha explicam o comportamento (Telline & Saad, 1997; Rash & Burke, 1977).

Na quantidade de passadas, a altura do tornozelo também influencia na passada e como já foi citado no experimento 1, as informações sensoriais provenientes desta articulação são responsáveis pelo controle postural estático e dinâmico (Horak & Macpherson, 1996).

Tanto a 120 cm quanto a 39 cm, a idade foi um fator importante na quantidade e no comprimento de passadas, indicando que quanto mais velha a criança, maior o comprimento da passada e menor a quantidade. O processo de desenvolvimento, aqui considerado através da idade cronológica, envolve tanto as mudanças antropométricas como as funcionais e suas interações. As crianças mais velhas têm comprimentos segmentares diferenciados, maior quantidade de experiências motoras e a integração das informações sensoriais e motoras mais evoluída (Barela, 1997; Gobbi, 1997; Eckert, 1993; Negrine, 1987). Estas características fa-

vorecem a adoção de um comportamento locomotor diferente daquele da criança mais nova.

Novos experimentos podem ser delineados procurando, através de análise cinemática, detectar outras estratégias locomotoras adaptativas empregadas pelas crianças frente a alterações no ambiente. A correlação entre as variáveis biomecânicas do andar em ambiente complexo e as características intrínsecas do indivíduo em desenvolvimento deve ser também enfocada.

CONCLUSÕES

As restrições no ambiente desencadeiam alterações no comportamento locomotor modificando a estratégia locomotora normalmente usada.

O comportamento locomotor selecionado pelas crianças de acordo com as variações no ambiente é explicado pelas características físicas do organismo, pelo processo do desenvolvimento e pelas próprias estratégias selecionadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adolph, K.E. (1995). Psychophysical assessment of toddler ability to cope with slopes. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, 21 (4), 734-750.
- Barela, J.A. (1997). Perspectiva dos Sistemas Dinâmicos: teoria e aplicação no estudo de desenvolvimento motor. In: A. M. Pellegrini (Ed.). **Coletânea de Estudos: Comportamento Motor I** (pp.11-28). São Paulo: Movimento.
- Bueno, J.M. (1998). **Psicomotricidade Teoria & Prática: estimulação, educação e reeducação psicomotora com atividades aquáticas**. São Paulo: Lovise.
- Eckert, H. (1993). **Desenvolvimento Motor**. São Paulo: Manole.
- Fernandes, J.L. (1981). **O Treinamento desportivo: procedimentos, organização, métodos**. São Paulo: EPU/EDUSP.
- Gibson, E.J. (1988). Exploratory behavior in the development of perceiving, acting, and the acquiring of knowledge. **Annual Review of Psychology**, 39, 1-14.
- Gobbi, L.T.B. (1997). **Developmental Trends in Skilled Locomotor Behavior over Uneven Terrain**. Tese de Doutorado, University of Waterloo, Waterloo.
- Gobbi, L.T.B. & Patla, A. E. (1997). Desenvolvimento da locomoção em terrenos irregulares: proposta de um modelo teórico. Em A.M. Pellegrini (Ed.). **Coletânea de Estudos: Comportamento Motor 1** (pp 29-44). São Paulo: Movimento.
- Guyton, A.C. (1986). **Tratado da Fisiologia Médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Horak, F.B. & Macpherson, J.M. (1996). Postural orientation and equilibrium. In L.B. Rowill & J.T. Shepherd (Eds.). **Handbook of Physiology Section 12 - exercise: Regulation and Integration of Multiple Systems** (pp.255-292). New York: Oxford University.
- Negrine, A. (1987). **A Coordenação Psicomotora e suas Implicações**. Porto Alegre: Palloti.
- Rash, P.J. & Burke, R.K. (1977). **Cinesiologia e Anatomia Aplicada** (5ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Telline, G.G. & Saad, M. (1997). Análise observacional da marcha. In: M. Saad (Ed.). **Análise da Marcha: manual do CAMO - SBMFR**. São Paulo: Marcelo Saad.

Endereço do Autor:

UNESP – Rio Claro – Instituto de Biociências
Departamento de Educação Física – Laboratório de Estudos da Postura e Locomoção (LEPLO)
Av. 24-A, 1515 – Bela Vista – Rio Claro – SP – 13506-900
Telefone: (19) 534 4166
E-mail: leplo@rc.unesp.br