

Controle postural dinâmico em crianças de dois a seis anos de idade

CDD. 20.ed. 152.3

Erlane Aguiar FEITOSA*
Natália Madalena RINALDI**
Lilian Teresa Bucken GOBBI**

*Centro de Formação de Professores de Cajazeiras, Universidade Federal de Campina Grande.
**Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista - Rio Claro.

Resumo

O desenvolvimento do controle postural tem sido observado sob diferentes paradigmas experimentais, sendo a maioria com tarefas que requerem manutenção da postura ereta. Assim, o objetivo deste estudo foi investigar as mudanças no controle postural durante o desenvolvimento em tarefa de equilíbrio dinâmico. A tarefa experimental foi permanecer sobre uma plataforma de força durante 30 segundos, mantendo a postura ereta nos primeiros 15 segundos, alcançando e pegando um brinquedo sobre uma mesa (movimento médiolateral esquerdo) e trazendo-o junto ao tórax, nos 15 segundos finais. A amplitude média de oscilação (AMO) no sentido médiolateral foi estabelecida como variável dependente em cada fase da tarefa. Efeitos principais de grupo etário foram observados no movimento de trazer o brinquedo junto ao peito. A AMO aumentou significativamente entre os 15 segundos iniciais e os finais da tarefa. Os resultados permitiram concluir que mudanças desenvolvimentais no controle postural ocorrem na execução de tarefas de equilíbrio dinâmico.

UNITERMOS: Desenvolvimento motor; Controle postural; Equilíbrio dinâmico.

Introdução

Durante todo ciclo vital, os seres humanos passam por um processo sequencial de mudanças no comportamento motor. As primeiras tentativas de execução de ações motoras pelo indivíduo são constituídas de movimentos simples que podem ser caracterizados como movimentos desorganizados ou não habilidosos, mas que, ao longo do tempo, vão se modificando. Uma das fases mais importantes na vida da criança é quando, por volta dos 12 meses de idade, ela descobre como ficar na posição em pé sem nenhum suporte e a permanência nesta posição representa uma conquista. Este desafio é uma mudança desenvolvimental significativa no controle postural (ADOLPH, 1997; ADOLPH & BERGER, 2006). Com o refinamento das ações motoras, os movimentos se tornam mais precisos e habilidosos.

No entanto, o controle do equilíbrio se faz necessário durante a realização de qualquer movimento. O controle do equilíbrio é a capacidade do indivíduo em manter estável a postura do seu corpo sem sofrer

alterações, mesmo ficando em diversas posições (GALLAHUE & OZMUN, 1998). Um organismo estável é aquele que mesmo sofrendo perturbações é capaz de voltar ao seu estado original ou próximo a ele (MORAES, 1999). A integração de informações provenientes dos diferentes canais sensoriais (visual, vestibular e somatossensorial) é fundamental para o controle do equilíbrio corporal (HORAK & MACPHERSON, 1996). Assim, o sistema integra as informações sensoriais disponíveis e, ainda, define a contribuição de cada canal sensorial para a manutenção da postura. Esta contribuição de cada canal deve ocorrer de forma seletiva, aumentando a importância de um canal sensorial mais útil para a manutenção da postura e diminuindo a importância daquele ou daqueles canais menos úteis (MEREDITH, 2002; OIE, KIEMEL & JEKA, 2002).

Durante o processo de desenvolvimento da criança, o controle do equilíbrio é um dos desafios a ser vencido, o qual garantirá a estabilidade postural

e, conseqüentemente, a possibilidade de execução de movimentos bem sucedidos dos membros (HAYES & RIACH, 1990). Diversos estudos têm identificado mudanças desenvolvimentais no controle postural nos primeiros anos de vida (FIGURA, CAMA, CAPRANICA, GUIDETTI & PULLEJO, 1991; RIACH & STARKES, 1994; USUL, MAEKAWA & HIRASAWA, 1995). De forma geral, crianças mais novas apresentam maior oscilação corporal durante a manutenção da postura ereta que crianças mais velhas e adultos (FIGURA et al., 1991; RIACH & HAYES, 1987). Além de apresentarem maior oscilação corporal, crianças parecem também oscilar em frequências mais altas do que adultos (CHERNG, LEE & SU, 2003). RIVAL, CEYTE e OLIVIER (2005) também analisaram as

modificações no controle da posição ereta quantificando a magnitude da amplitude e velocidade do centro de pressão em crianças de seis, oito e 10 anos de idade e verificaram que aos oito anos há uma mudança na magnitude dos parâmetros, com um decréscimo linear na velocidade com um aumento da idade.

Estas mudanças desenvolvimentais no controle postural de crianças foram analisadas em condições estáticas. Tendo em vista que mudanças significativas de desenvolvimento motor ocorrem com maior frequência na faixa etária de dois a seis anos de idade, esse estudo se propôs a analisar o desenvolvimento do controle postural de crianças em tarefa de equilíbrio dinâmico.

Métodos

Amostra

Participaram deste estudo, 25 crianças, de ambos os sexos, na faixa etária de dois a seis anos, distribuídos em cinco grupos por idade (TABELA 1). A seleção da amostra foi intencional na

comunidade rioclarense. Os pais e/ou responsáveis pelas crianças receberam informações relativas à coleta, procedimentos e assinaram um termo de consentimento aprovado pelo Comitê de Ética - Instituto de Biociências (UNESP/RC) autorizando a participação no estudo.

TABELA 1 - Caracterização da amostra.

Valores de média e desvio-padrão de massa corporal (kg), estatura, comprimento da coxa, perna, altura do tornozelo e comprimento do pé (todos em cm) e idade e experiência de andar (meses), quanto aos grupos (G2 = 2 anos; G3 = 3 anos; G4 = 4 anos; G5 = 5 anos; G6 = 6 anos).

Características	G2 (n = 5, 19 a 30 meses)	G3 (n = 5, 31 a 42 meses)	G4 (n = 5, 43 a 54 meses)	G5 (n = 5, 55 a 66 meses)	G6 (n = 5, 67 a 78 meses)
Massa corporal (kg)	12,04 ± 1,06	14 ± 2,47	16,9 ± 1,75	20,14 ± 0,57	21,64 ± 4,58
Estatura (m)	88,9 ± 4,40	95,1 ± 4,96	104,7 ± 2,99	111,7 ± 2,56	115 ± 4,56
Idade (meses)	24,6 ± 3,44	38,2 ± 1,93	50,8 ± 3,70	62,8 ± 0,97	75,2 ± 1,72
Experiência de andar (meses)	13,2 ± 4,35	25,6 ± 2,33	38,6 ± 3,97	50,6 ± 2,60	62,8 ± 4,57

Procedimentos

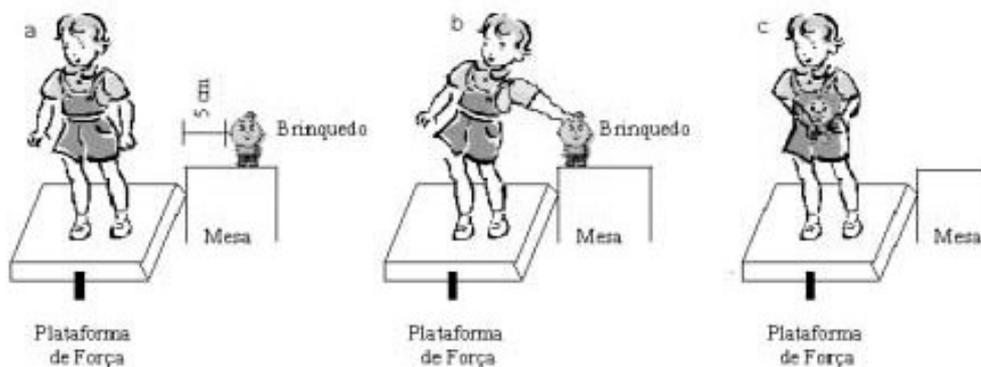
A tarefa experimental foi posicionar-se sobre uma plataforma de força, de frente para o experimentador, com os pés alinhados com a largura do quadril (alargando a base) e braços estendidos ao longo do corpo. Para garantir o posicionamento dos pés no mesmo lugar em todas as tentativas, pegadas recortadas de cartolina foram fixadas sobre o tapete que recobria a plataforma de força (Kistler, modelo 9286A).

Uma mesa foi posicionada à esquerda da criança, a uma distância que correspondeu ao comprimento

do membro superior estendido. Sobre a mesa e a aproximadamente 5 cm da borda lateral, foi colocado um brinquedo, que variava a cada tentativa para motivar a criança a realizar a tarefa. Esta distância foi, portanto, personalizada para cada participante. Foram realizadas três tentativas, de 30 segundos de coleta, e os sinais da plataforma sendo amostrados a 100 Hz. O tempo de coleta de cada tentativa foi dividido em fases: a) Fase 1: inicialmente a criança ficava parada sobre a plataforma de força sem perder o contato dos pés com o solo e olhando para o experimentador a sua frente durante o tempo de 15 segundos; b) Fase 2:

ao completar este tempo, a criança recebeu um sinal verbal (pegue o brinquedo) emitido pelo experimentador para buscar o brinquedo com a mão

esquerda; c) Fase 3: após pegar o brinquedo a criança o trouxe para junto ao tórax, totalizando 30 segundos de coleta (FIGURA 1).



a - criança parada;
b - criança buscando brinquedo;
c - criança com o brinquedo junto ao tórax.

FIGURA 1 - Esquema representativo da situação experimental.

Concluída a coleta, os dados foram tratados em uma rotina escrita na linguagem MATLAB (Versão 4.2c MathWorks, Inc.). Em cada tentativa, os dados do Centro de Pressão equivalentes às direções médiolateral (CPML) e ânteroposterior (CPAP) foram filtrados utilizando o filtro Butterworth, quarta ordem, e frequência de corte de 5 Hz. Considerando as características da tarefa realizada (deslocamento lateral para agarrar e trazer o brinquedo sem perda de contato dos pés com o solo), apenas a oscilação do CPML foi considerada como variável dependente.

Em seguida, para analisar a Amplitude Média de Oscilação (AMO) do CPML, um gráfico foi desenhado por meio de rotinas escritas em MATLAB e manualmente foram determinados os três períodos de tempo correspondentes a cada fase: a) Fase 1: de 0 a 15 segundos; b) Fase 2: de 15 segundos até o pico máximo de deslocamento do centro de pressão no sentido médiolateral; e c) Fase 3: do tér-

mino da fase 2 até os valores retornarem próximos aqueles da fase 1. Para cada período foram calculadas as amplitudes médias de oscilação do centro de pressão subtraindo a média de cada valor e calculando-se o desvio-padrão (SD) desses valores, que correspondem à variabilidade dos valores referentes à média da oscilação do CPML. Foram consideradas inválidas a(s) tentativa(s) em que a criança perdeu o contato do(s) pé(s) com o solo. As duas melhores tentativas de cada participante foram analisadas qualitativamente e em todas as tentativas válidas foi possível identificar as três fases da tarefa.

Análise estatística

Os dados da AMO do CPML foram tratados estatisticamente através da Análise de Variância (ANOVA) two-way, tendo como fatores, grupo etário e fases (medidas repetidas) com um nível de significância de $p < 0,05$.

Resultados

A ANOVA two-way 5 (grupos) x 3 (fases), com medidas repetidas no último fator (FIGURA 2), evidenciou efeito principal de grupo ($F_{(4,63)} = 3,811$;

$p = 0,008$), efeito principal de fase ($F_{(2,126)} = 22,919$; $p = 0,001$) e interação entre grupo e fase ($F_{(8,126)} = 2,989$; $p = 0,004$).

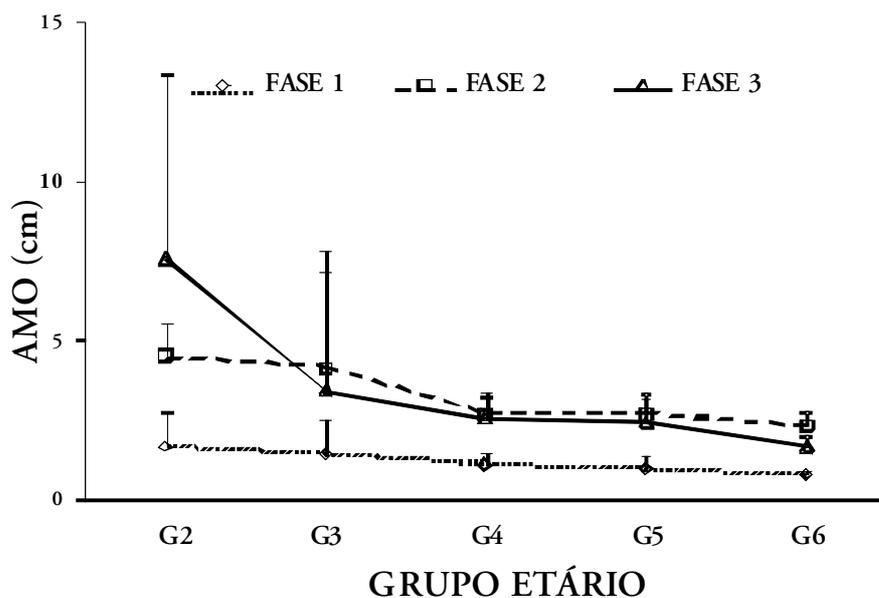


FIGURA 2 - Representação gráfica das médias e desvios-padrão da Amplitude Média de Oscilação (AMO) por grupo etário e por fase da tarefa.

Os participantes dos grupos 2 e 3, mais jovens, apresentaram amplitudes médias de oscilação maiores que os grupos 4, 5 e 6, independente da fase da tarefa. O efeito principal da fase revelou que na fase 1, a AMO é menor que nas fases seguintes da tarefa, o que era esperado. As médias das AMOs nas fases 2 e 3 foram similares para G4, G5 e G6. Interessante é notar que o maior desvio-padrão foi observado na fase 3, para as crianças de G2. A partir do G2, a AMO diminuiu lentamente na fase 1 até G6, com flutuações na fase 2 e acentuadamente para a fase 3. Nesta última,

apenas o G2 evidenciou AMO maior que na fase 2. O G2 evidenciou maior amplitude média de oscilação independente da fase, ou seja, à medida que ocorre o aumento em idade cronológica, menores são os valores de amplitude média de oscilação observados nas três fases.

Entretanto, o teste “post-hoc” de Tukey identificou que AMO na fase 1 e na fase 2 não apresentaram diferenças entre os grupos etários, todavia, em AMO na fase 3 ocorreram diferenças significativas entre G2 e G4 ($p = 0,022$); G2 e G5 ($p = 0,023$); e G2 e G6 ($p = 0,005$).

Discussão

O objetivo deste estudo foi verificar as mudanças no controle postural durante o desenvolvimento na tarefa de equilíbrio dinâmico em crianças de dois a seis anos de idade. Os resultados das comparações entre os grupos permitiram verificar que, independente da fase da tarefa, ocorreu uma diminuição proporcional de AMO de acordo com o grupo etário. As crianças mais jovens oscilam mais no sentido médiolateral que os grupos com maior faixa etária. Uma regressão gradativa da oscilação foi observada do G2 e G3 ao G4, G5 e G6, ou seja, G2 e G3 apresentaram maior oscilação em relação aos outros grupos. Este achado corrobora com a literatura, pois esta proporcionalidade de redução da oscilação postural nas crianças dos

grupos mais velhas (G4, G5 e G6) em relação ao grupo de crianças mais novas (G2 e G3) é consequência de um refinamento contínuo ocorrido ao longo da vida (ADOLPH, 1997; ADOLPH & BERGER, 2006; GALLAHUE & OZMUN, 1998). Acontecem mudanças desenvolvimentais juntamente com a maturidade cronológica, ocorrendo uma redução da oscilação do centro de pressão, levando a criança a melhoras qualitativas na manutenção da posição ereta. Entretanto, a relação entre idade e controle do equilíbrio não é clara, sendo a especificidade da tarefa mais determinante nos padrões de mudança (GABBARD, 2000). O desempenho nestas tarefas parece apresentar grandes melhoras em algumas

idades e permanecer estável por períodos de tempo mais longos.

Na 2a. fase da tarefa, também não foram encontradas diferenças quanto aos grupos na AMO no sentido médio-lateral. Assim, as crianças de todos os grupos realizaram a 2a. fase com a mesma amplitude de oscilação. Isto pode ser explicado pelo fato que a distância entre o indivíduo e o brinquedo foi personalizada, de forma que o refinamento contínuo com a idade pode não ter sido observado. Se esta distância fosse aumentada, o nível de dificuldade aumentaria para os diferentes grupos e, conseqüentemente, maior dificuldade para as crianças mais jovens. Desta forma, diferenças desenvolvimentais poderiam ser observadas.

As diferenças observadas na AMO na fase 3 entre as crianças de dois anos com as mais velhas (quatro, cinco e seis anos) permitem afirmar que houve uma tendência de redução na amplitude de oscilação de acordo com o aumento na idade cronológica. As dificuldades na reversão no sentido do movimento e a terminação do movimento são reduzidas à medida que a criança progride no desenvolvimento. Ajustamentos posturais são produzidos para compensar perturbações do equilíbrio evocadas pelo próprio movimento (FORSSBERG, HIRSCHFELD & STOKES, 1991), ou seja, passam a ser prospectivamente controladas (JOH & ADOLPH, 2006). Os resultados obtidos na fase 3 indicam que as crianças mais velhas podem estar apresentando ajustamentos posturais antecipatórios mais refinados do que as crianças mais jovens.

Os sistemas sensoriais e a integração entre seus sinais estão em desenvolvimento na faixa etária envolvida neste estudo. Os ajustamentos posturais observados em crianças até quatro anos são decorrentes da dominância visual sobre os demais

órgãos sensoriais (SHUMWAY-COOK & WOOLLACOTT, 1985). Entre quatro e seis anos, os impulsos que controlam a postura passam de uma dependência visual para uma dependência similar a do adulto, com a combinação dos sinais somatossensoriais, especialmente da articulação do tornozelo, e visuais (ASSAIANTE & AMBLARD, 1992).

A organização do controle do equilíbrio ocorre de maneira ascendente e apresenta uma progressão cronológica, isto é, no início da locomoção independente a cabeça e o tronco formam uma unidade, e que, por volta dos seis anos, esta unidade se desfaz pela estabilização da cabeça no espaço, indicando uma operação articulada entre a cabeça e o tronco (ASSAIANTE, 1998). Ajustamentos posturais antecipatórios são necessários na fase 3 da tarefa empregada. Estes ajustamentos devem ser aprendidos porque sua organização depende de experiências anteriores (SCHMITZ & ASSAIANTE, 2002). As crianças mais velhas (de quatro a seis anos) possuíam maior experiência motora, especialmente em outras habilidades como correr e saltar. As crianças de dois anos apresentaram maior AMO quando comparadas com as crianças mais velhas (quatro, cinco e seis anos) e pode-se afirmar que houve uma redução na AMO com o aumento da idade cronológica. Desta forma, as dificuldades na reversão no sentido e na terminação do movimento são reduzidas à medida que a criança progride no desenvolvimento. Esta redução na AMO em função do aumento da idade cronológica pode ser explicada pela quantidade de experiência, facilitando o uso de maior quantidade de graus de liberdade e das informações sensoriais disponíveis.

Assim, os resultados deste estudo permitem concluir que existe a tendência desenvolvimental no controle postural dinâmico, mas esta tendência não é linear com o aumento da idade cronológica.

Abstract

Dynamic postural control in 2 to 6 years old children

The development of postural control has been studied under different experimental paradigms. Most of them used tasks that require the maintenance of quiet stance. The aim of this study was to investigate the developmental changes in postural control in a dynamic balance task. The experimental task was to stand on a force plate for 30 seconds keeping the quiet stance posture during the first 15 seconds, reaching and grasping a toy on a table (left medial-lateral movement) and bringing it close to the chest during the last 15 seconds. Mean sway amplitude (MSA) in the medial-lateral direction was established as the dependent variable for each task phase. Main effects of age group were found in phase 3 (bringing the toy to the chest).

MSA significantly increased between the first and the last 15 seconds of the task. Results allowed us to conclude that developmental changes in postural control occurred in dynamic balance tasks.

UNITERMS: Motor development; Postural control; Dynamic balance.

Referências

- ADOLPH, K.E. Learning in the development of infant locomotion. **Monographs of the Society for Research in Child Development**, Chicago, v.62, n.3, p.1-140, 1997. (Serial 251).
- ADOLPH, K.E.; BERGER, S.A. Motor development. In: DAMON, W.; LERNER, R. (Eds.). **Handbook of child psychology: cognition, perception, and language**. 6th. ed. New York: Wiley, 2006. v.2. p.161-213.
- ASSAIANTE, A.; AMBLARD, B. Peripheral vision and age-related differences in dynamic balance. **Human Movement Science**, Amsterdam, v.11, n.5, p.533-48, 1992.
- ASSAIANTE, C. Development of locomotor balance control in healthy children. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, London, v.22, n.4, p.527-32, 1998.
- CHERNG, R.J.; LEE, H.Y.; SU, F.C. Frequency spectral characteristics of standing balance in children and young adults. **Medical Engineering & Physics**, Oxford, v.25, p.509-12, 2003.
- FIGURA, F.; CAMA, G.; CAPRANICA, L.; GUIDETTI, L.; PULEJO, C. Assessment of static balance in children. **The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness**, Turin, v.31, n.2, p.235-42, 1991.
- FORSSBERG, H.; HIRSCHFELD, H.; STOKES, V.P. Development of human locomotor mechanisms. In: SHIMAMURA, M.; GRILLNER, S.; EDGERTON, V.R. **Neurobiological basis of human locomotor**. Tokyo: Japan Scientific Societies, 1991. p.259-71.
- GABBARD, C. **Lifelong motor development**. 3rd. ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 2000.
- GALLAHUE, D.L.; OZMUN, J.C. **Understanding motor development: infants, children, adolescents, adults**. New York: McGraw-Hill, 1998.
- HAYES, K.C.; RIACH, C.L. Preparatory postural adjustments and postural sway in young children. In: WOOLLACOTT, M.H.; SHUMWAY-COOK, A. (Org.). **Development of posture and gait across the life span**. Columbia: University of South Carolina, 1990. p.97-127.
- HORAK, F.B.; MacPHERSON, J.M. Postural orientation and equilibrium. In: ROWELL, L.B.; SHEPHERD, J.T. (Eds.). **Exercise: regulation and integration of multiple systems**. New York: Oxford University Press, 1996. p.255-92. (Handbook of Physiology, Section 12).
- JOH, A.S.; ADOLPH, K.E. Learning from falling. **Child Development**, Chicago, v.77, n.1, p.89-102, 2006.
- MEREDITH, M.A. On the neuronal basis for multisensory convergence: a brief overview. **Cognitive Brain Research**, Amsterdam, v.14, n.1, p.31-40, 2002.
- MORAES, R. **Efeitos do envelhecimento nas habilidades de andar para frente, andar para trás, sentar e levantar**. 1999. 125f. Dissertação (Mestrado em Motricidade Humana) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.
- OIE, K. S.; KIEMEL, T.; JEKA, J. J. Multisensory fusion: simultaneous re-weighting of vision and touch for the control of human posture. **Cognitive Brain Research**, Amsterdam, v.14, n.1, p.164-76, 2002.
- RIACH, C.L.; HAYES, K.C. Maturation of postural control in young children. **Developmental Medicine and Child Neurology**, London, v.29, n.5, p.650-8, 1987.
- RIACH, C.L.; STARKES, J.L. Velocity of centre of pressure excursions as na indicator of postural control systems in children. **Gait and Posture**, Amsterdam, v.2, p.67-172, 1994.
- RIVAL, C.; CEYTE, H.; OLIVIER, I. Developmental changes of static standing balance in children. **Neuroscience Letters**, Amsterdam, v.376, n.2, p.133-6, 2005.
- SCHMITZ, C.; ASSAIANTE, C. Developmental sequence in the acquisition of anticipation during a new co-ordination in a bimanual load-lifting task in children. **Neuroscience Letters**, Amsterdam, v.330, p.215-8, 2002.
- SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M.H. The growth of stability: postural control from a developmental perceptive. **Journal of Motor Behavior**, Washington, v.17, p.131-47, 1985.
- USUI, N.; MAEKAWA, K.; HIRASAWA, Y. Development of the upright postural sway of children. **Developmental Medicine and Child Neurology**, London, v.37, n.11, p.985-96, 1995.

ENDEREÇO

Lilian Teresa Bucken Gobbi
Departamento de Educação Física
Instituto de Biociências
Universidade Estadual Paulista
Av. 24-A, 1515
13506-900 - Rio Claro - SP - BRASIL
e-mail: lilian.gobbi@pq.cnpq.br

Recebido para publicação: 06/06/2008

Revisado: 22/09/2008

Aceito: 03/11/2008