

## RESTRIÇÕES AMBIENTAIS NO ARREMESSO DE OMBRO

Ana Maria Forti Barela<sup>1</sup>

José Angelo Barela<sup>2</sup>

### RESUMO

*O objetivo desta investigação foi examinar as influências ambientais no padrão arremessar. Vinte sujeitos masculinos, com idade variando entre 10 e 12 anos de idade, foram filmados enquanto realizavam o arremesso em três diferentes condições ambientais: 4, 6 e 8 m distantes do alvo. Os níveis desenvolvimentais sugeridos por Robertson e Halverson (1984) foram utilizados para comparar a execução do arremesso nas três condições ambientais. Os resultados não indicaram qualquer diferença estatisticamente significativa nos níveis desenvolvimentais, quando os sujeitos foram agrupados, como resultado das mudanças ambientais. Entretanto, análises descritivas mostraram que a maioria dos sujeitos foi influenciada pelas mudanças ambientais. Mudanças nos níveis desenvolvimentais foram verificadas na maioria dos sujeitos e tais mudanças foram acompanhadas por variabilidade na execução da tarefa. Esses resultados foram discutidos a partir da perspectiva dos sistemas dinâmicos.*

**UNITERMOS:** Restrições, Sistemas Dinâmicos, Desenvolvimento Motor, Arremesso de Ombro.

### INTRODUÇÃO

A aquisição e o desenvolvimento do controle dos movimentos são temas centrais no estudo do desenvolvimento motor. Tradicionalmente, explicações sobre estes aspectos foram baseadas em uma visão maturacional, isto é, a maturação do sistema nervoso central determinava o curso e a velocidade das mudanças verificadas no repertório motor (Gesell, 1954; McGraw, 1945). No início da década passada surgiu uma nova abordagem, na qual coordenação e controle dos movimentos passaram a ser entendidos como emergentes a partir da interação de vários componentes, entre eles o sistema nervoso central (Kugler, Kelso & Turvey, 1980; 1982). Atualmente, esta abordagem é denominada de perspectiva dos sistemas dinâmicos e tem sido extensivamente utilizada nos estudos sobre controle e coordenação motora (por exemplo, Kugler & Turvey, 1987; Kelso, 1995) e desenvolvimento motor (por exemplo, Thelen & Smith, 1994). Seguindo os pressupostos da perspectiva dos sistemas dinâmicos, este

estudo buscou analisar a influência da alteração ambiental no padrão do arremessar.

Durante muito tempo, uma das formas de estudar a aquisição e desenvolvimento do controle e coordenação dos movimentos era descrever detalhadamente os mesmos através de análises observacionais. Como resultado destas descrições, sequências desenvolvimentais foram propostas para vários padrões de movimento, as quais refletiam mudanças qualitativas predizíveis (Robertson, 1977). Tais sequências foram estudadas a partir da noção de estágios em desenvolvimento motor (Robertson, 1977; 1978a).

Um dos problemas usando a noção de estágios no estudo da aquisição e desenvolvimento destes movimentos, é que a aquisição de novos padrões de movimento não ocorre de forma completa desde a primeira tentativa. No início, as manifestações de um determinado padrão de movimento são caracterizadas imaturas e, então, são refinadas até que um padrão mais elaborado e biomecanicamente mais eficiente seja alcançado (Stewart & DeOreo, 1980). Neste processo de refinamento, mudanças não ocorrem no padrão como um todo. Determinados segmentos envolvidos no movimento (componentes) podem mudar enquanto outros continuam com o mesmo comportamento. Para resolver este impasse, Robertson (1978a) propôs análise por componentes ao invés do movimento como um todo. Seguindo esta proposta, sequências desenvolvimentais foram sugeridas para vários padrões fundamentais de movimento (Robertson & Havelson, 1984).

Especificamente ao padrão fundamental arremessar, um dos primeiros e mais completos estudos foi o realizado por Monica Wild (Wild, 1938). Seu trabalho tem sido reconhecido por muitos estudiosos (por exemplo, Keogh & Sugden, 1985; Stewart, 1980; Wickstrom, 1983), principalmente pela identificação das mudanças que ocorrem no padrão fundamental de arremesso, desde suas primeiras execuções até as formas mais refinadas. Os estágios de desenvolvimento propostos por Wild (1938) têm sido confirmados, mais recentemente, por outros estudos (Robertson & Halverson, 1977; 1984).

Robertson e Halverson (1984), após vários estudos envolvendo o arremessar (Robertson, 1977; 1978b; Robertson & Langendorfer, 1980), propuseram uma sequência desenvolvimental mais elaborada e definida para este padrão de movimento. Esta sequência desenvolvimental foi composta por cinco componentes, com vários níveis desenvolvimentais específicos para cada componente, os quais parecem refletir as mudanças

<sup>1</sup> Licenciada em Educação Física pelo Departamento de Educação Física, UNESP, IB, Rio Claro.

<sup>2</sup> Professor Assistente do Departamento de Educação Física, UNESP, IB, Rio Claro e Doutorando na área de Desenvolvimento Motor - "Department of Kinesiology - University of Maryland - College Park - USA".

durante a aquisição e desenvolvimento do padrão arremessar.

Sequências desenvolvimentais, como esta sugerida por Robertson e Halverson (1984) para o arremessar, foram baseadas em verificações empíricas, descrevendo as transformações qualitativas na organização dos segmentos corporais durante a execução do movimento. Tais transformações foram explicadas como que refletindo mudanças do sistema nervoso, substratos ou programas neurais (Robertson, 1978a). Como as sequências desenvolvimentais são explicadas a partir da perspectiva dos sistemas dinâmicos?

De acordo com os pressupostos da perspectiva dos sistemas dinâmicos, sequências desenvolvimentais podem ser entendidas como sendo manifestações motoras que refletem o padrão emergente a partir da interação de um conjunto de restrições. O principal aspecto divergente entre a visão tradicional e a visão dinâmica, é que, enquanto na visão tradicional a ocorrência de mudanças é devido às alterações do sistema nervoso central (Robertson, 1978a), na perspectiva dinâmica a ocorrência de mudanças é explicada a partir de processos de auto-organização. Processos de auto-organização são verificados em sistemas complexos, os quais são compostos por vários subsistemas que interagem e cooperam entre si (para uma explicação mais detalhada, verificar Barela [1997]).

Os comportamentos emergentes a partir dos processos de auto-organização são influenciados por restrições internas e externas. Restrições são limites ou características que delineam as possíveis configurações do sistema (Kugler, Kelso & Turvey, 1980). Newell (1986) apresentou três categorias de restrições: do organismo, do ambiente e da tarefa. As restrições do organismo, como o próprio nome sugere, são aquelas inerentes ao organismo. Estas restrições podem ser classificadas como estruturais (por exemplo, peso do corpo, altura, proporção dos segmentos) e funcionais (por exemplo, desenvolvimento das conexões sinápticas, maturação do sistema nervoso, estado atencional, conhecimento cognitivo, motivação).

As restrições ambientais são aquelas presentes no ambiente em que o movimento está sendo realizado (Newell, 1986). São consideradas como sendo restrições ambientais as características do ambiente, tais como força da gravidade, temperatura, luz natural (características físicas), bem como tipos de esporte praticado pela sociedade e situação econômica em que o executante está inserido (características sócio-econômica-culturais). A terceira categoria de restrições faz referência à tarefa que está sendo realizada para que seu objetivo seja atingido. Newell (1986) definiu três categorias de restrições da tarefa: meta da tarefa, regras que especificam ou restringem a dinâmica das respostas e implementos ou máquinas que especificam ou restringem a dinâmica das respostas.

Uma maneira de examinar como as restrições estão influenciando a emergência do comportamento motor, é verificar a estabilidade com que este comportamento está sendo realizado. Neste sentido, um dos principais aspectos para o estudo do comportamento motor na perspectiva dos sistemas dinâmicos é o conceito de estabilidade (Schöner & Kelso, 1988). Mudanças na coordenação e controle dos movimentos ocorrem quando um dos subsistemas (qualquer aspecto inerente a um dos três tipos de restrições) que contribui para a realização deste movimento é alterado além de um ponto crítico. Quando isto ocorre, o sistema é levado a um novo padrão atrativo de organização. Este subsistema que provoca mudanças é denominado de parâmetro de controle (Kugler, Kelso & Turvey, 1982; Kelso, 1995). É importante enfatizar que a relação entre mudanças no parâmetro de controle e o estado organizacional do sistema não é linear. Em outras palavras, o valor de um parâmetro pode mudar sem provocar alteração na organização do sistema. Mudanças ocorrerão apenas quando determinado ponto crítico no parâmetro de controle é atingido (Kelso, 1995).

Quando um sistema está próximo a um estado de mudança, maior variabilidade é verificada em seu comportamento. Ou seja, o sistema apresenta comportamento menos estável. Então, instabilidade fornece informação preciosa sobre o estado em que o sistema se encontra e sobre possíveis transições de um estado organizacional para outro. No caso do comportamento motor, se mudanças em algum dos subsistemas estiver "empurrando" o sistema para um novo estado organizacional, maior variabilidade será verificada no padrão de movimento.

Um dos trabalhos que investigou a interferência do ambiente no arremessar foi o realizado por Robertson (1987) envolvendo crianças entre 3 e 8 anos de idade. As condições ambientais para a execução do arremesso foram: arremessar sem alvo específico, com alvo estacionário, com alvo em movimento e, finalmente, com alvo em movimento mudando de direção. Apesar da hipótese ter sido que os níveis desenvolvimentais mudariam em cada condição ambiental, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada para qualquer componente estudado (Robertson, 1987). Porém, enquanto os níveis desenvolvimentais não foram alterados para o grupo como um todo, foi possível detectar que algumas crianças sofreram a influência das alterações ambientais. Robertson (1987) sugeriu que o ambiente não foi capaz de induzir mudança, a não ser que o organismo estivesse em um ponto onde pudesse ser receptivo ou estar "pronto" para mudar.

Vários aspectos podem ser levantados com relação ao estudo realizado por Robertson (1987). Por exemplo, o tipo de arremesso utilizado envolveu um certo grau de precisão, pois requeria atingir um alvo que às vezes estava se movimentando. Além disso, a faixa etária

utilizada foi relativamente heterogênea, o que pode ter influenciado os resultados. Será que outras manipulações ambientais, quando a tarefa não demanda precisão, provocará mudanças na organização do arremesso?

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo investigar as influências das alterações ambientais no padrão de movimento arremessar. Mais especificamente, investigar se mudanças nas distâncias entre o executante e o alvo provocariam alterações no padrão do arremessar usando os níveis desenvolvimentais propostos por Robertson e Halverson (1984).

## MÉTODO E PROCEDIMENTOS

### Sujeitos

Participaram deste estudo vinte sujeitos do sexo masculino, com idade variando entre dez e doze anos (média=11,3). Sujeitos do sexo masculino e pertencentes a esta faixa etária foram escolhidos pelo fato de que o padrão do arremessar está bem definido em população com estas características (DeOreo & Keogh, 1980). Desta forma, tentou-se minimizar mudanças no padrão do movimento relacionadas aos processos desenvolvimentais. Todos os sujeitos pertenciam à rede pública de ensino, da cidade de Rio Claro, SP.

### Procedimentos

Os sujeitos foram filmados realizando a tarefa em um ginásio poliesportivo. Em um dos cantos deste ginásio, um colchão foi colocado sobre uma trave de futebol, servindo de alvo. O colchão foi utilizado com o intuito de fornecer um alvo que não demandasse precisão, além de amortecer a bola arremessada. Duas câmeras camcorder (60 Hz) foram posicionadas a 5 metros de distância da área de arremesso, fornecendo visão lateral e posterior do movimento realizado. Foram demarcadas três linhas de arremesso, em diferentes distâncias do alvo, 4, 6 e 8 metros. Uma caixa contendo bolas de borracha de 9 cm de diâmetro utilizadas para o arremesso foi colocada ao lado do sujeito, em cada distância.

Os sujeitos realizaram três arremessos de ombro consecutivos em cada uma das distâncias, começando pela mais próxima (4 m) e terminando pela mais distante (8 m). Instruções foram fornecidas aos sujeitos antes de iniciarem as três tentativas em cada distância e, quando necessário, no decorrer das tentativas em uma mesma distância. Foi pedido que arremessassem "bem forte", após o sinal "Já". Quando os sujeitos não atendiam às instruções ou quando o arremesso não era direcionado ao colchão, foi solicitado que a tarefa fosse realizada novamente.

### Decodificação dos Dados

Após a filmagem, três tentativas para cada sujeito foram analisadas com o auxílio de uma TV e vídeo cassete, reproduzindo imagens em velocidade normal, câmera lenta, e quando necessário, quadro-a-quadro. A decodificação dos dados foi baseada nos níveis

desenvolvimentais propostos por Robertson e Halverson (1984) para os seguintes componentes: 1) oscilação para trás preparatória (quatro níveis); 2) ação do úmero (três níveis); 3) ação do antebraço (três níveis), 4) ação do tronco (três níveis) e; 5) ação dos pés (quatro níveis). Antes e durante a decodificação dos níveis desenvolvimentais, concordância intra e entre observadores foram verificadas e sempre ficaram acima de 0,85, o qual está dentro de uma faixa aceitável para o tipo de análise empregada neste estudo (Robertson, 1977). A decodificação dos dados foi realizada por apenas uma pessoa.

### Tratamento Estatístico

Para cada sujeito, foi calculado a moda do nível desenvolvimental observado para cada componente em cada condição. Um nível de variabilidade também foi calculado dividindo o número de ocorrência do nível desenvolvimental da moda pelo número de tentativas (3) em cada condição. Por exemplo, quando três tentativas foram executadas usando o mesmo nível desenvolvimental para um determinado componente em uma determinada condição, o nível de variabilidade foi 1 (3 dividido por 3) - nenhuma variabilidade. Se duas tentativas foram executadas usando o mesmo nível desenvolvimental, o nível de variabilidade foi 0,67 (2 dividido por 3). Então, nível de variabilidade igual a um, indicou nenhuma variabilidade e, qualquer número menor que um, indicou alguma variabilidade. Estatisticamente, os níveis desenvolvimentais e de variabilidade para cada componente foram analisados usando o teste de Friedman, o qual é um teste não-paramétrico de análise de variância para medidas repetidas. Este teste foi realizado usando o programa estatístico SPSS (SPSS for Windows 6.1 - SPSS Inc.). O nível de significância foi mantido em 0.05. Além das análises estatísticas, análises descritivas foram realizadas envolvendo os níveis desenvolvimentais e a variabilidade verificada para os mesmos.

## RESULTADOS

As análises de variância usando o teste não-paramétrico de Friedman, comparando os níveis desenvolvimentais e os níveis de variabilidade nas três condições ambientais, para cada componente, não detectaram qualquer diferença estatisticamente significativa ( $p > .05$ ). Então, baseando-se na análise estatística, nenhuma diferença foi detectada quando os sujeitos foram agrupados e comparados nas três condições ambientais. Entretanto, várias mudanças foram observadas e serão descritas a seguir.

### Análise Descritiva: níveis desenvolvimentais

Apesar de não ter sido detectado pelas análises estatísticas, várias mudanças foram verificadas nos níveis desenvolvimentais quando o arremesso foi executado em diferentes distâncias do alvo. Na verdade, apenas 9 sujeitos, 45% do total, não apresentaram qualquer

mudança nos níveis desenvolvimentais. Mais da metade dos sujeitos, 11 sujeitos (55% do total), apresentou alguma variação em um ou dois componentes, comparando as performances nas três distâncias. Com relação aos componentes, apenas para o componente "ação do tronco" não foi verificada qualquer mudança entre as três distâncias e, conseqüentemente, este componente foi excluído desta análise.

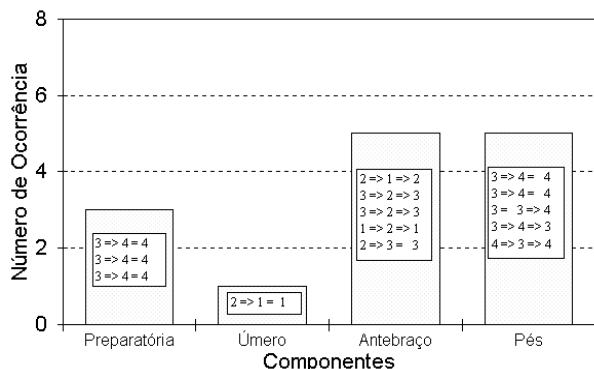


Figura 1: Numero de sujeitos que apresentaram mudanças nos níveis desenvolvimentais para os quatro componentes.

Nota: Os números indicam mudanças nos níveis desenvolvimentais nas distâncias 4, 6 e 8 m, respectivamente. Mudanças nos níveis são indicadas por "=>", enquanto que não mudanças por "=".

Figura 1 apresenta as variações por componentes dos 11 sujeitos que apresentaram mudanças em pelo menos um componente quando a distância foi manipulada.

Como pode ser verificado a partir da Figura 1, todas as mudanças verificadas nos níveis desenvolvimentais ocorreram em níveis adjacentes. Mais especificamente, as mudanças verificadas para o componente "oscilação para trás preparatória" ocorreram entre as distâncias 4 e 6 m e foram do nível 3 para o nível 4 (nos três sujeitos). A única mudança verificada para o componente "ação do úmero" foi também verificada entre as distâncias 4 e 6 m e, neste caso, uma regressão do nível 2 para o nível 1 foi observada.

Para o componente "ação do antebraço", as mudanças não seguiram um padrão definido. Três sujeitos apresentaram regressão (um sujeito do nível 2 para o nível 1, e dois sujeitos do nível 3 para o nível 2) entre as distâncias 4 e 6 m e, então, progressão (um sujeito do nível 1 para o nível 2, e dois sujeitos do nível 2 para o nível 3) entre as distâncias 6 e 8 m. Um sujeito apresentou progressão (do nível 1 para o nível 2) entre as distâncias 4 e 6 m e regressão (do nível 2 para o nível 1) entre as distâncias 6 e 8 m. Finalmente, um sujeito apresentou progressão (do nível 2 para o nível 3) entre as distâncias 4 e 6 m e manteve o mesmo nível (3) entre as distâncias 6 e 8 m.

Complexidade semelhante foi observada para as mudanças no componente "ação dos pés" entre as três distâncias de arremesso. Dois sujeitos apresentaram progressão (do nível 3 para o nível 4) entre as distâncias 4 e 6 m e nenhuma mudança entre 6 e 8 m. Um outro sujeito não apresentou mudança (manteve nível 3) entre as distâncias 4 e 6 m mas progrediu (do nível 3 para o nível 4) entre as distâncias 6 e 8 m. Um sujeito progrediu (do nível 3 para o nível 4) entre as distâncias 4 e 6 m e regrediu (do nível 4 para o nível 3) entre as distâncias 6 e 8 m. O inverso foi verificado para outro sujeito que regrediu (do nível 4 para o nível 3) entre as distâncias 4 e 6 m e então progrediu (do nível 3 para o nível 4) entre as distâncias 6 e 8 m.

### Análise Descritiva: níveis de variabilidade

Todos os sujeitos que apresentaram alguma mudança nos níveis desenvolvimentais em algum dos componentes quando as condições ambientais foram alteradas, também apresentaram variabilidade na realização do arremesso. De forma geral, apenas três sujeitos (15% do total) não apresentaram qualquer variabilidade na execução do arremesso nas condições ambientais. Com relação aos componentes, novamente o componente "ação do tronco" não apresentou qualquer variabilidade e, novamente, este componente não foi incluído nesta análise. A porcentagem de ocorrência da variabilidade verificada para cada componente em cada distância é mostrada na Figura 2. Pode-se notar claramente, que a maior ocorrência de variabilidade foi verificada na distância 4 m. Apenas para o componente "ação do úmero" é que a ocorrência de variabilidade foi menor na distância 4 m, quando comparada com as demais distâncias. Comparando as distâncias 6 e 8 m, a ocorrência de variabilidade foi praticamente a mesma, apesar de serem verificadas algumas diferenças na variabilidade específica para cada componente entre estas duas distâncias.

Analisando os componentes individualmente, após ter ocorrido variabilidade em 50% das tentativas na distância 4 m, apenas 15% e 25% foram verificadas nas distâncias 6 e 8 m, respectivamente, para o componente "oscilação para trás preparatória". O componente "ação do úmero" foi o componente que apresentou a menor ocorrência de variabilidade entre os componentes. Para a ação deste componente, foi observado variabilidade em 10% das tentativas na distância 4 m e 15% nas distâncias de 6 e 8 m. Para o componente "ação do antebraço", a ocorrência de variabilidade diminuiu com o aumento da distância em que o arremesso foi realizado. Foi verificado variabilidade em 45% das tentativas realizadas na distância 4 m, 35% na distância 6 m e 30% na distância 8 m. Para o componente "ação dos pés", a variabilidade diminuiu comparando as distâncias de 4 m (35%) e 6 m (25%), e aumentou na distância 8 m (30%).

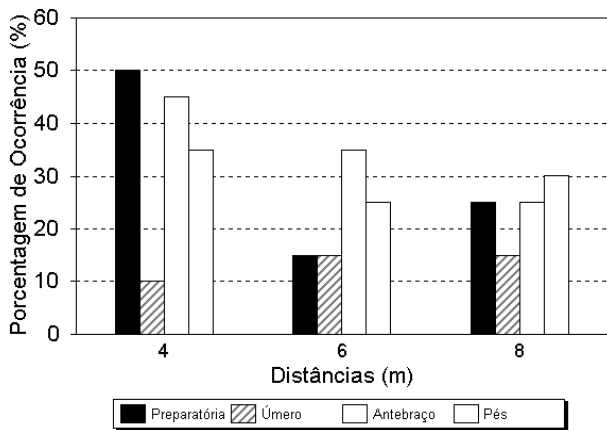


Figura 2. Porcentagem de ocorrência da variabilidade para os componentes em cada distância.

A partir da figura 3, pode-se constatar que todos os sujeitos que apresentaram variabilidade no componente "oscilação para trás preparatória" na distância 6 m também haviam apresentado variabilidade para o mesmo componente na distância 4 m. No caso do componente "ação do úmero", apenas um terço dos sujeitos que apresentou variabilidade na distância 6 m havia apresentado variabilidade na distância 4 m. A maioria (66.6%), para este componente, apresentou variabilidade apenas na distância 6 m. Para o componente "ação do antebraço", pouco mais da metade dos sujeitos (57.1%) havia apresentado variação na performance do arremesso na distância 4 m. O restante dos sujeitos apenas apresentou variabilidade na distância 6 m. Finalmente, todos os sujeitos que apresentaram variabilidade para o componente "ação dos pés", na distância 6 m, haviam apresentado variabilidade anteriormente, na distância 4 m. De forma geral, existe uma tendência no sentido de que sujeitos que apresentaram variabilidade em uma condição, neste caso 4 m, também apresentaram variabilidade em outra condição (distância 6 m).

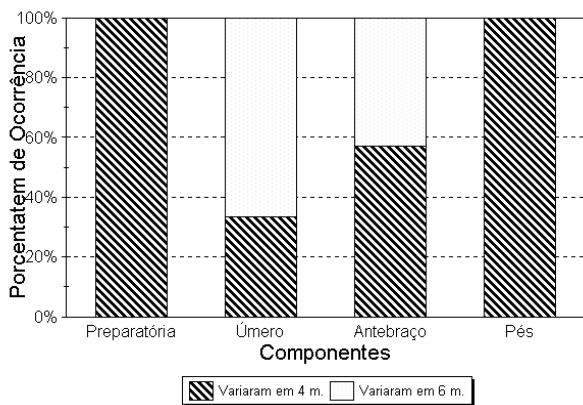


Figura 3. Composição da variabilidade verificada na distância 6 m para cada componente.

Seguindo o mesmo tipo de análise, a decomposição da variabilidade para cada componente na distância 8 m foi também realizada. Neste caso, quatro possibilidades podiam ocorrer com relação à variabilidade dos sujeitos.

1) sujeitos que só haviam apresentado variabilidade na distância 4 m; 2) sujeitos que só haviam apresentado variabilidade na distância 6 m; 3) sujeitos que haviam apresentado variabilidade nas distâncias 4 e 6 m.; e 4) sujeitos que só haviam apresentado variabilidade na distância 8 m. A composição da variabilidade em cada componente na distância 8 m é apresentada na Figura 4.

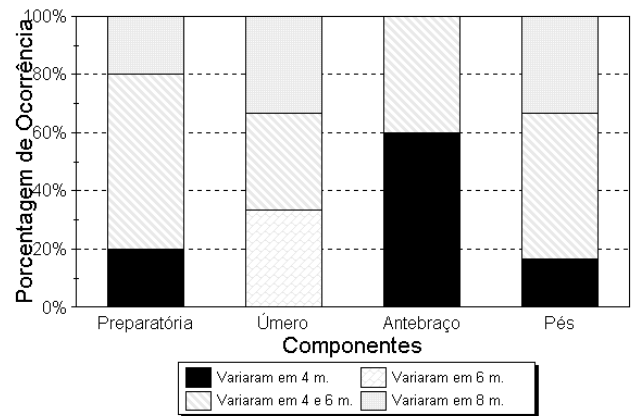


Figura 4. Composição da variabilidade verificada na distância 8 m para cada componente.

No componente "ação preparatória", apenas 20% da variabilidade verificada foram exclusivas à distância 8 m. Os outros 80% foram correspondentes a sujeitos que haviam apresentado variabilidade para este componente anteriormente. Destes sujeitos, 20% haviam apresentado variabilidade apenas na distância 4 m e 60% haviam apresentado variabilidade nas distâncias 4 e 6 m. Para o componente "ação do úmero", a porcentagem de variabilidade verificada apenas na condição 8 m foi um pouco maior (33.3%) do que a verificada para o componente "ação preparatória". Os demais 66.7% foram igualmente distribuídos entre sujeitos que haviam apresentado variabilidade apenas na distância 6 m e sujeitos que haviam apresentado variabilidade nas distâncias 4 e 6 m. Para o componente "ação do antebraço", todos os sujeitos que apresentaram variabilidade na distância 8 m haviam apresentado alguma variabilidade anteriormente. Mais especificamente, 60% destes sujeitos haviam apresentado variabilidade na distância 4 m e 40% haviam apresentado variabilidade nas distâncias 4 e 6 m. Para o componente "ação dos pés", 33% dos sujeitos apresentaram variabilidade apenas na distância 8 m. Do restante dos sujeitos, 18% haviam apresentado variabilidade na

distância 4 m e 49% nas distâncias 4 e 6 m. Novamente, a ocorrência de variabilidade verificada na distância 8 m indicou que apenas uma pequena porcentagem dos sujeitos apresentou variabilidade exclusiva a esta condição. A grande maioria dos sujeitos que apresentou variabilidade na execução do arremesso na distância 8 m já havia apresentado variabilidade em outra(s) distância(s) anteriormente.

## DISCUSSÃO

O objetivo deste trabalho foi verificar as influências das alterações ambientais no padrão de movimento arremessar. Para tanto, foram realizados arremessos em três diferentes distâncias do alvo. Os níveis desenvolvimentais por componentes (Robertson & Halverson, 1984) foram utilizados para verificar possíveis alterações na execução do arremesso. Estatisticamente, nenhuma diferença significativa foi verificada para os sujeitos como um todo, entre as três distâncias. Em outras palavras, nenhum componente variou de forma estatisticamente significativa quando comparado nas três condições ambientais. Entretanto, o teste estatístico utilizado na análise não levou em consideração mudanças individuais que ocorreram nas diferentes condições.

Baseando-se na análise descritiva, fica claro que mudanças individuais ocorreram quando os sujeitos arremessaram em diferentes distâncias. Mais de 50% dos sujeitos apresentaram mudança em pelo menos um dos componentes. As mudanças ambientais, para estes sujeitos que alteraram o padrão arremessar, não provocaram uma reorganização completa do movimento, mas ajustamentos que refletiram mudanças em pelo menos um componente para níveis adjacentes. Por outro lado, para nove sujeitos, as alterações ambientais não provocaram qualquer mudança no padrão arremessar.

Robertson (1987), baseada em resultados similares, sugeriu que os sujeitos apenas respondem às mudanças ambientais quando estes sujeitos estão "prontos" ou "receptivos" para tais mudanças. A partir da perspectiva dos sistemas dinâmicos, uma interpretação diferente é sugerida para tal aspecto. Nesta perspectiva, comportamentos são frutos da interação e cooperação do conjunto de restrições (do organismo, da tarefa e do ambiente)(ver Barela [1997] para maiores detalhes). Seguindo esta noção, os sujeitos não mudaram o padrão arremessar quando mudanças ambientais ocorreram, porque estas mudanças ambientais não foram suficientemente fortes para provocar mudanças na maneira com que as restrições interagiam. As mudanças ambientais não foram suficientemente fortes para desestabilizar o sistema de seu ponto atrativo e levá-lo a um novo estado organizacional. Por outro lado, para os sujeitos que mudaram, tais alterações ambientais foram suficientes para provocar alterações no estado organizacional do sistema. O estado atrativo do sistema

foi alterado e como resultado o sistema foi levado a um novo estado organizacional, um novo estado atrativo.

Outro aspecto relacionado às alterações provocadas pelas mudanças ambientais no padrão arremessar, é que os sujeitos responderam diferentemente às mesmas. Enquanto para alguns, mudanças ambientais levaram a um estado organizacional mais eficiente biomecanicamente (assumindo que níveis desenvolvimentais mais elevados sejam biomecanicamente mais eficientes como sugerido por Robertson [1978a]), para outros, as mudanças ambientais levaram a um estado organizacional menos eficiente. Enquanto para alguns mudanças foram verificadas para determinado componente, para outros, mudanças ocorreram em componente diferente. Claramente, para cada sujeito, que mudou frente às alterações ambientais, essas alterações induziram mudanças diferentes, as quais refletem diferentes interações nas restrições relacionadas à realização do arremesso. Mudanças nas restrições ambientais, induzidas através das alterações nas distâncias do arremesso, não provocaram mudanças lineares no comportamento motor, confirmando as formulações teóricas sugeridas por Schöner e Kelso (1988).

Com relação à variabilidade durante a execução do arremesso, pode-se verificar que todos os sujeitos que apresentaram mudanças nos níveis desenvolvimentais, apresentaram variabilidade em algum dos componentes. Além disso, alguns sujeitos apresentaram variabilidade mas não apresentaram mudanças nos níveis desenvolvimentais e, ainda outros, não apresentaram qualquer variabilidade e mudança. Como explicar estas três situações relacionadas à variabilidade na execução dos movimentos? De acordo com Schöner e Kelso (1988), variabilidade é um indicador do estado do sistema com relação a possíveis mudanças no estado organizacional deste sistema. No caso dos sujeitos que não apresentaram variabilidade e mudança, o sistema estava em um estado atrativo muito forte e as alterações ambientais não foram suficientes para provocar variação neste estado ou muito menos mudança deste estado para outro. No caso dos sujeitos que apresentaram variabilidade mas não mudaram, o estado atrativo do sistema não era tão forte. Alterações ambientais provocaram variações no sistema mas não o suficiente para levá-lo a um novo estado atrativo. Finalmente, quando os sujeitos apresentaram variabilidade e mudanças nos níveis desenvolvimentais, as alterações ambientais foram suficientes para fazer com que o sistema variasse e mudasse para outro estado atrativo, pelo menos em um componente. Neste caso, todos os sujeitos que apresentaram mudanças nos níveis desenvolvimentais, apresentaram variabilidade, indicando que o sistema estava próximo de um estado de transição.

Mais importante foi o fato de que a maioria dos sujeitos que apresentou variabilidade nas distâncias 6 e 8 m, haviam apresentado variabilidade nas distâncias

anteriores; 4 e 4 e/ou 6 m, respectivamente. Novamente, os mesmos resultados verificados por Robertson (1987) são repetidos aqui. Porém, a explicação não pode ser baseada apenas no sujeito ser receptivo às influências. O organismo não é o único que influencia na organização da ação (Newell, 1986). Para estes sujeitos que apresentaram variabilidade, o estado atrativo, refletindo a interação das restrições do organismo, ambiente e tarefa, não estava tão forte. Talvez em outras condições ambientais ou executando outra tarefa motora, o estado atrativo para estes sujeitos tornar-se-ia mais forte e nenhuma variabilidade seria verificada. O importante não é apenas creditar tais variações tão somente às influências do organismo, mas ao conjunto de restrições.

Outro aspecto que chama atenção é a diminuição da variabilidade verificada entre a distância 4 m e, 6 e 8 m (Figura 2). Claramente, os sujeitos variaram menos nas condições mais distantes (6 e 8 m). Uma possível explicação é que os sujeitos podem ter passado por um processo de "exploração" da tarefa na primeira distância e então ter "encontrado" um estado organizacional mais adequado. Uma outra possibilidade, é que a tarefa foi menos restringida na distância 4 m do que nas outras duas distâncias. Neste sentido, os sujeitos puderam apresentar mais variações na organização do movimento quando a tarefa foi menos restringida do que nas outras condições. Uma resposta específica para este aspecto não pode ser endereçada neste trabalho, pois a ordem em que as tentativas foram realizadas não foi randomizada. Futuras investigações são necessárias para melhor entender estes aspectos.

## CONCLUSÃO

Mudanças ambientais não provocaram mudanças no padrão arremessar dos sujeitos como um todo. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi detectada para a ação dos componentes entre as três distâncias de arremesso utilizadas neste estudo. Entretanto, quando análises descritivas foram realizadas, pôde-se verificar que os sujeitos manifestaram-se diferentemente frente às manipulações ambientais. Mais da metade dos sujeitos apresentou mudança no nível desenvolvimental em pelo menos um dos componentes. Neste caso, alterações ambientais provocaram mudanças no padrão de arremesso, mesmo que tal mudança não levou a uma reorganização do movimento como um todo.

Mudanças nos níveis desenvolvimentais foram seguidas de variabilidade na execução da tarefa. Todos os sujeitos que apresentaram mudanças também apresentaram variabilidade na realização do arremesso, seguindo um dos pressupostos principais da perspectiva dos sistemas dinâmicos. Alguns sujeitos apresentaram variabilidade mas não apresentaram mudança no comportamento. Neste caso, as alterações ambientais não foram suficientemente fortes para levar o sistema a um estado organizacional diferente do então apresentado.

Mais interessante, os sujeitos que apresentaram variabilidade em uma das condições ambientais tenderam a apresentar variabilidade na execução da tarefa também nas outras condições.

## ABSTRACT

*The purpose of this investigation was to examine the influences of the environmental changes in the overarm throwing. Twenty male subjects ranging from 10 to 12 year-old were video taped while performing the overarm throwing in three different environmental conditions: 4, 6, and 8 m from the target. The developmental levels suggested by Robertson and Halverson (1984) were used to compare the performance among the three environmental conditions. The results indicated no statistical differences in the developmental levels, when the subjects were grouped, as a result of changes in the environment. However, descriptive analyses showed that the majority of the subjects was influenced by the environmental changes. Developmental level changes occurred in the majority of the subjects and were followed by variability in performing the task. These findings were discussed following the dynamical systems perspective.*

*UNITERMS: Constraints, Dynamical Systems, Motor Development, Overarm Throwing.*

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Profa. Dra. Ana Maria Pellegrini e aos membros do LABORDAM, pelo auxílio na realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARELA, J.A. Perspectiva dos sistemas dinâmicos: Teoria e aplicação no estudo de desenvolvimento motor. In: PELLEGRINI, A.M. (Org.) **Coletânea de estudos: Comportamento motor I**. São Paulo: Movimento, 1997, p. 11-28.
- DeOREO, K. & KEOGH, J. Performance of fundamental motor tasks. In CORBIN, C.B. (Org.) **A textbook of motor development**. 2ª ed., Dubuque, Iowa: WCB, 1980.
- GESELL, A. The ontogenesis of infant behavior. In: CARMICHAEL, L. (Org.) **Manual of child psychology**, 2ª ed. New York: Wiley, 1954, p. 335-573.
- KELSO, J.A.S. **Dynamic patterns: The self-organization of brain and behavior**. Cambridge: MIT Press, 1995.
- KEOGH, J. & SUGDEN, D. **Movement skill development**. New York: Macmillan Publisher Company, 1985.

- KUGLER, P.N., KELSO, J.A.S. & TURVEY, M.T. On the concept of coordinative structures as dissipative structures: I. Theoretical lines of convergence. In: STELMACH, G.E. & REQUIN, J. (Orgs.) **Tutorials in motor behavior**. New York: North Holland, 1980, p. 3-47.
- KUGLER, P.N., KELSO, J.A.S. & TURVEY, M.T. On the control and co-ordination of naturally developing systems. In: KELSO, J.A.S. & CLARK, J.E. (Orgs.) **The development of movement control and co-ordination**. New York: Wiley, 1982, p. 5-78.
- KUGLER, P.N. & TURVEY, M.T. **Information, natural law and the self-assembly of rhythmic movement**. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1987.
- McGRAW, M.B. **The neuromuscular maturation of the human infant**. New York: Columbia University Press, 1945.
- NEWELL, K.M. Constraints on the development of coordination. In: WADE, M.G. & WHITING, H.T.A. (Orgs.) **Motor development in children: Aspects of coordination and control**. Amsterdam: Martinus Nijhoff Publishers, 1986.
- ROBERTON, M.A. Stability of stage categorization across trials: Implications for the "stage theory" of overarm throw development. **Journal of Human Movement Studies**, 3, p. 49-59, 1977.
- ROBERTON, M.A. Stages in motor development. In: RIDENOUR, M. (Org.) **Motor Development: Issues and applications**. Princeton, NJ: Princeton Book Co., 1978a.
- ROBERTON, M.A. Longitudinal evidence for developmental stages in the forceful overarm throw. **Journal of Human Movement Studies**, 4, 167-175, 1978b.
- ROBERTON, M.A. & HALVERSON, L.E. **Developing children - their changing movement: A guide for teachers**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1984.
- ROBERTON, M.A. Developmental level as a function of the immediate environment. In: CLARK, J.E. & HUMPHREY, J.H. (Orgs.) **Advances in motor development research**, 1. New York: AMS Press, 1987.
- ROBERTON, M.A. & HALVERSON, L.E. The Developing Child: His Changing Movement. In: LOGSDON, B. (Org.) **Physical education for children: A focus on the teaching process**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1977.
- ROBERTON, M.A. & LANGENDORFER, S. Testing motor sequences across 9-14 years. In: NADEAU, C., HALLIWELL, W., NEWELL, K. & ROBERTS, G. (Orgs.) **Psychology of motor behavior and sport - 1979**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1980, p. 269-279.
- SHÖNER, G. & KELSO, J.A.S. Dynamic pattern generation in behavioral and neural systems. **Science**, 239, p. 1513-1520, 1988.
- STEWART, M.J. Fundamental Locomotor Skills. In: CORBIN, C.B. (Org.) **A textbook of motor development**. 2ª ed., Dubuque, Iowa: WCH, 1980.
- STEWART, M.J. & DeOREO, K. Motor skill developmental analysis: An introduction. In: CORBIN, C.B. (Org.) **A textbook of motor development**, 2ª ed., Dubuque, Iowa: WCB, 1980.
- THELEN, E. & SMITH, L.B. **A dynamic systems approach to the development of cognition and action**. Cambridge: MIT Press, 1994.
- WICKSTROM, R.L. **Fundamental motor patterns**. 3ª ed., Philadelphia: Lea & Febiger, 1983.
- WILD, M. The behavior pattern of throwing and some observations concerning its course of development in children. **The Research Quarterly**, 3, p. 20-24, 1938.

Recebido para publicação em : Maio/1997

Endereço para contato: UNESP-Depto de Educação  
Física Av. 24A, 1515 - Bela Vista  
Rio Claro SP 13506-900