**Pesquisa em Comportamento Motor**
2019;2(1):23-26
Published online 09 30 2019 (http:// www.gedam.com.br/revista)

# Análise da curva ângulo-tempo no desempenho ótimo do arremesso de dardo de salão

**Rodolfo Novellino Benda[1], Robledo Rodrigues Coelho, Fabiano de Souza Fonseca[2], Thábata Viviane Brandão Gomes[3], André Gustavo Pereira de Andrade[1]**

[1] Universidade Federal de Minas Gerais, [2] Universidade Federal Rural de Pernambuco, [3] Universidade Federal de Pelotas

## Endereço de Email:

Autor de contato:
rodolfobenda@yahoo.com.br,
robledo.coelho@gmail.com,
fabianoef@gmail.com,
thabatagomes@yahoo.com.br
andreguto@yahoo.com.br.

## Para citar este artigo:

Benda, R. N.; Coelho, R. R.; Fonseca, F. S.; Gomes, T. V. B.; Andrade, A. G. P. (2019). Análise da curva ângulo-tempo no desempenho ótimo do arremesso de dardo de salão. *Pesquisa em Comportamento Motor*, 2(1): 23-26.

**Resumo:** O objetivo deste estudo foi investigar a curva ângulo-tempo das tentativas corretas na tarefa de arremesso de dardo de salão. Um estudante universitário executou 250 tentativas de prática. Foram selecionadas apenas as tentativas corretas em que se obteve a pontuação máxima no centro do alvo, que resultou em 13 tentativas. A análise cinemática foi realizada por meio do programa computacional Simi Motion. Uma análise hierárquica de Cluster mostrou que as tentativas apresentaram padrão semelhante, mas não idênticos. Mesmo com a pontuação máxima, a curva ângulo-tempo exibiu alguma variabilidade mostrando uma das características da habilidade motora denominada "*uniqueness*". Entretanto, novos estudos precisam ser conduzidos procurando ampliar a amostra.

**Palavras-chave:** Habilidade Motora; Variabilidade; Curva ângulo-tempo

**Abstract:** The aim of this study was to investigate the angle-time curve of optimal trials in a saloon dart-throwing task. One undergraduate student performed 250 trials of practice. It was selected only the optimal trials with a maximum score on bull's-eye (center of the target), which resulted in 13 trials. The kinematics analysis was done through computational software Simi Motion. A Cluster hierarchical analysis showed that the analyzed trials had similar pattern, but not identical. Even with a maximum score, the angle-time curve exhibited some variability showing the motor skill characteristic called uniqueness. Further research needs to be conduct with more subjects.

**Keywords:** Motor skill; Variability, Time-angle curve

## 1. Introdução

Um dos principais aspectos a serem considerados no estudo da aprendizagem e performance motora é o conceito de habilidade motora. Tradicionalmente, ela tem sido interpretada como um movimento intencional que permite atingir o objetivo com o máximo de certeza e o mínimo dispêndio de energia (Schmidt, 1993). Associado ao seu conceito, considere-se também as características que uma habilidade motora contém: consistência e flexibilidade. A consistência estaria relacionada a um padrão de movimento, isto é, à capacidade de reprodução. A flexibilidade, por sua vez, seria a capacidade de se ajustar às demandas de execução no meio ambiente (Rose, 1997). Entretanto, a reprodutibilidade estaria limitada pela própria característica do sistema motor humano, qual seja uma variabilidade inerente (Bernstein, 1967)

que faria de cada movimento executado, único em todo o repertrio de cada indivíduo (Bartlett, 1932). De fato, essa característica tem sido descrita pelo termo "*uniqueness*" (Rose, 1997). O ser humano não é capaz de realizar dois movimentos idênticos. Movimentos repetitivos executados por uma mesma pessoa em uma mesma tarefa são diferentes. A variabilidade, portanto, é um aspecto presente no comportamento motor humano (Newell & Slifikin, 1998). Estas características, apesar de serem aparentemente contraditórias, ilustram a dificuldade do ser humano reproduzir fielmente um movimento.

Assim sendo, uma habilidade motora adquirida apresentaria um padrão macroscópico consistente, enquanto o padrão microscópico nunca se repetiria. Se tais características pudessem ser expressas, seria possível observar que as variáveis cinemáticas apresentariam um padrão bastante semelhante, porém, nunca idêntico.

Uma forma de interpretar como o sistema motor lida com a variabilidade é considerar o princípio da equifinalidade (Bertalanffy, 1977), ou seja, a possibilidade de atingir um mesmo estado final através de diferentes meios, mesmo que essa diferença seja nos seus detalhes. Para discutir essa questão, bem como a relação entre o padrão de movimento e o resultado da ação, o presente estudo teve o objetivo de investigar o padrão cinemático apresentado no desempenho do arremesso de dardo de salão nas tentativas em que obteve a pontuação máxima.

## 2. Método

### *Amostra*

O estudo em questão foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UFMG (protocolo número 298/05). Utilizou um universitário voluntário, que leu e assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

### *Instrumento e tarefa*

A tarefa, o arremesso de dardo de salão a um alvo, envolveu um alvo circular de sisal com círculos circunscritos nas cores vermelha (centro), preta e branca com 1 cm de raio. A pontuação variou de 12 pontos (máximo) diminuindo a cada faixa até 1 ponto no círculo mais externo. Quando o dardo não atingiu o alvo recebeu a pontuação zero. O centro do alvo foi posicionado a uma altura de 1,73 metros. Foram utilizados cinco dardos com ponta metálica. O experimento constou de 250 tentativas com conhecimento de resultados a uma distância de 2,37 metros.

### *Procedimentos*

Para a coleta das imagens, foi utilizada uma câmera digital mini-DV da marca Canon ZR 65 com uma frequência de 60 quadros por segundo conectada por um cabo padrão "*fire wire*" a um microcomputador portátil da marca Toshiba Satellite. A câmera foi posicionada em um tripé a uma distância de 2 metros do participante numa altura de 1,6 metros. Para a calibragem foi construído um aparelho de alumínio em forma de esquadro em ângulo de 90º com 30 centímetros no eixo vertical e horizontal. O aparelho foi posicionado no local da coleta antes de seu início para a definição das dimensões espaciais. Ressalte-se que o arremesso de dardo envolveu somente deslocamento do membro superior direito no plano sagital. Foram definidos para análise os seguintes pontos anatômicos: acrômio direito, olécrano direito, medial do punho direito (processo estilóide da ulna), articulação entre o metacarpo e a falange do dedo mínimo direito. Foram afixados nos pontos anatômicos marcadores reflexivos para serem posteriormente rastreados. O programa computacional utilizado foi o "Simi Motion 7.0" que possibilitou a elaboração da curva ângulo-tempo para os ângulos: ombro, cotovelo e punho.

O sujeito recebeu as instruções acerca da tarefa, ou seja, assumir a postura lateral em relação ao alvo e realizar o arremesso com a meta de acertar o centro do alvo sem projetar o tronco, realizando a pegada denominada profissional (preensão na qual os dedos indicador, médio e mínimo posicionam-se de um lado e os dedos polegar e anular do outro lado do dardo). Os lançamentos foram realizados com a mão direita, sendo que o sujeito se declarou destro. As tentativas foram divididas em blocos de 5 arremessos.

## 3. Resultados

Para a análise dos dados, foram selecionadas apenas aquelas tentativas em que o participante apresentou a pontuação máxima acertando o centro do alvo, com um resultado de 12 pontos. Na distribuição das 250 tentativas, o voluntário apresentou tal resultado nas tentativas 8, 73, 76, 99, 113, 131, 147, 159, 172, 173, 206, 241 e 250.

Utilizou-se 3 curvas ângulo-tempo (ombro, cotovelo e punho). Cada curva foi transformada pela função de Legendre em 6 coeficientes. Assim, 18 valores matemáticos representam o padrão. Para o cálculo do Coeficiente de Semelhança entre as tentativas – índice de similaridade (entre 0 e 1) foi utilizado o programa Fastl Run. Os resultados obtidos nessa análise estão apresentados na Tabela 1.

Os resultados observados mostraram um alto índice de similaridade entre as curvas ângulo-tempo das articulações analisadas. Entretanto, a análise mostrou que apesar de padrões aparentemente semelhantes, não havia dois padrões idênticos. Foi ainda realizada a Análise hierárquica de Cluster que buscou verificar o agrupamento das tentativas conforme o Coeficiente de Semelhança permitindo identificar quais tentativas apresentaram maior similaridade (Figura 2).

Pela análise realizada, é possível observar que algumas tentativas apresentaram maior similaridade entre as curvas ângulo-tempo das articulações do ombro, cotovelo e punho que outras. Por exemplo, verificou-se que a tentativa 73 apresenta alta similaridade à tentativa 250 e que as tentativas

99, 206, 172, 241 e 113 formaram outro grupo com alta similaridade entre si.

.

***Tabela 1:*** **Matriz do Índice de Similaridade entre as 13 tentativas com pontuação máxima**

| | 8 | 73 | 76 | 99 | 113 | 131 | 147 | 159 | 172 | 173 | 206 | 241 | 250 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 1 | 0,998533 | 0,999935 | 0,996868 | 0,997465 | 0,999731 | 0,99743 | 0,999135 | 0,994405 | 0,99823 | 0,996584 | 0,995193 | 0,998566 |
| 73 | 0,998533 | 1 | 0,998827 | 0,999633 | 0,999559 | 0,999284 | 0,99285 | 0,999003 | 0,998522 | 0,99472 | 0,999476 | 0,999032 | 0,999995 |
| 76 | 0,999935 | 0,998827 | 1 | 0,997229 | 0,998086 | 0,999901 | 0,996892 | 0,998933 | 0,995112 | 0,997769 | 0,997093 | 0,995799 | 0,998834 |
| 99 | 0,996868 | 0,999633 | 0,997229 | 1 | 0,99917 | 0,997902 | 0,989591 | 0,998191 | 0,999065 | 0,991979 | 0,999839 | 0,999714 | 0,999623 |
| 113 | 0,997465 | 0,999559 | 0,998086 | 0,99917 | 1 | 0,998781 | 0,991005 | 0,997371 | 0,998989 | 0,992951 | 0,999391 | 0,999152 | 0,999486 |
| 131 | 0,999731 | 0,999284 | 0,999901 | 0,997902 | 0,998781 | 1 | 0,996223 | 0,998994 | 0,996329 | 0,997337 | 0,997766 | 0,996779 | 0,999286 |
| 147 | 0,99743 | 0,99285 | 0,996892 | 0,989591 | 0,991005 | 0,996223 | 1 | 0,995811 | 0,986721 | 0,999785 | 0,988592 | 0,986864 | 0,993016 |
| 159 | 0,999135 | 0,999003 | 0,998933 | 0,998191 | 0,997371 | 0,998994 | 0,995811 | 1 | 0,995945 | 0,997301 | 0,997412 | 0,996645 | 0,999112 |
| 172 | 0,994405 | 0,998522 | 0,995112 | 0,999065 | 0,998989 | 0,996329 | 0,986721 | 0,995945 | 1 | 0,989533 | 0,998935 | 0,999665 | 0,998494 |
| 173 | 0,99823 | 0,99472 | 0,997769 | 0,991979 | 0,992951 | 0,997337 | 0,999785 | 0,997301 | 0,989533 | 1 | 0,990925 | 0,989579 | 0,994889 |
| 206 | 0,996584 | 0,999476 | 0,997093 | 0,999839 | 0,999391 | 0,997766 | 0,988592 | 0,997412 | 0,998935 | 0,990925 | 1 | 0,999724 | 0,999413 |
| 241 | 0,995193 | 0,999032 | 0,995799 | 0,999714 | 0,999152 | 0,996779 | 0,986864 | 0,996645 | 0,999665 | 0,989579 | 0,999724 | 1 | 0,998987 |
| 250 | 0,998566 | 0,999995 | 0,998834 | 0,999623 | 0,999486 | 0,999286 | 0,993016 | 0,999112 | 0,998494 | 0,994889 | 0,999413 | 0,998987 | 1 |

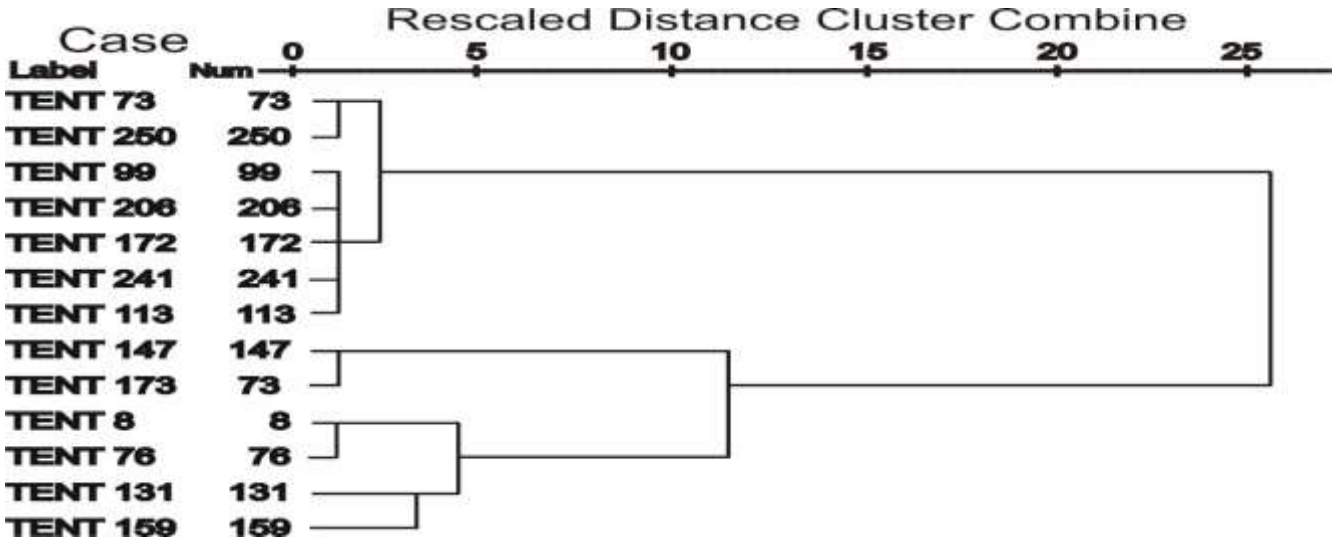


***Figura 2:*** **Análise hierárquica de Cluster entre as tentativas que obtiveram pontuação máxima.**

.

## 4. Discussão

Os resultados apontam, considerando o pequeno tamanho da amostra, que não existem movimentos idênticos. Mesmo numa tarefa que exige precisão e consistência como o arremesso de dardo de salão (Corrêa, Benda & Tani, 2001), as tentativas apresentam diferenças, ainda que estas sejam mínimas.

Um outro importante indicativo está relacionado à melhor especificação da variabilidade. Todavia, mais recentemente,

tem aumentado o número de estudos direcionados à natureza da variabilidade, alterando o foco da magnitude para a estrutura da variabilidade (Benda & Tani, 2005; Slifikin & Newell, 1999; Riley & Turvey, 2002).

Um interessante achado está relacionado à pequena, porém presente, variabilidade observada do padrão de movimento, mesmo quando não houve variabilidade de resposta o que já havia sido previamente sugerido (Benda et al., 2005; Benda & Tani, 2005). Com isso, é possível conceber que a variabilidade de resposta observada é independente da variabilidade no padrão de movimento. Seria possível especular que mesmo com o desempenho estável e com baixa variabilidade de resposta, como o observado neste estudo, o sistema motor apresenta variabilidade no padrão de movimento. Esse comportamento foi denominado equivalência motora ou constância motora, como a capacidade de produzir diferentes movimentos para atingir um mesmo objetivo (Bernstein, 1967; Glencross, 1980; Hebb, 1949). Uma diferenciação entre estes termos ainda se faz necessária (Berkinblit, Feldman & Fukson, 1986), utilizando equivalência motora, quando as condições externas não variam, e constância motora, quando há variações nas condições externas. Como neste estudo não houve variação das condições externas, o conceito de equivalência motora parece ser mais adequado.

Ao considerar a análise de Cluster, algumas questões emergem, em que poderiam ser analisadas em estudos futuros, isto é, a investigação do momento em que os padrões de movimento são mais ou menos similares. Estaria esta consistência ou dispersão relacionada aos momentos no processo de estabilização do desempenho? Seriam as tentativas posteriores (mais próximas do final da prática) mais susceptíveis à dispersão em comparação às tentativas logo quando ocorre a estabilização? (Benda & Tani, 2005).

## Referências


Bartlett, F.C. *Remembering*. Cambridge, Cambridge University Press, 1932.

Benda, R.N.; Corrêa, U.C.; Lustosa de Oliveira, D.; Ugrinowitsch, H.; Tani, G. Variabilidade e processo adaptativo na aprendizagem de uma tarefa de posicionamento linear com reversão. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. v.13, n.1, p.7-15, 2005.

Benda, R.N.; Tani, G. Variabilidade e processo adaptativo na aquisição de habilidades motoras. In: Tani, G. *Comportamento motor: aprendizagem e desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, pp. 129-140, 2005.

Berkinblit, M.B.; Feldman, A.G.; Fukson, O. Adptability of innate motor patterns and motor control mechanisms. *Behavioral and Brain Sciences*. v.9, p.585-638, 1986.

Bernstein, N.A. *The co-ordination and regulation of movements*. Oxford, Pergamon, 1967.

Bertalanffy, L.V. *Teoria geral dos sistemas*. 3.ed. Petrópolis: Vozes, 1977.

Corrêa, U.C.; Benda, R.N.; Tani, G. Estrutura de prática e processo adaptativo na aquisição do arremesso do dardo de salão. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*. v.22, n.2, p.69-83, 2001.

Glencross, D.J. Levels and strategies of response organization. In: Stelmach, G.E.; Requin, J. *Tutorials in motor behavior*. Amsterdam: North-Holland, p. 551-566, 1980.

Hebb, D. *The organization of behavior*. New York: John Wiley & Sons, 1949.

Newell, K.M.; Slifikin, A.B. The nature of movement variability. In: Piek, J.P. *Motor behavior and human skill*. Champaign, Human Kinetics, p.143-160, 1998.

Riley, M.A.; Turvey, M.T. Variability and determinism in motor behavior. *Journal of Motor Behavior*. v.34, p.99-125, 2002.

Rose, D.J. *A multilevel approach to the study of motor control and learning*. Boston: Allyn and Bacon, 1997.

Schmidt, R.A. *Aprendizagem e performance motora*. São Paulo: Movimento, 1993.

Slifkin, A.B.; Newell, K. M. Noise, information transmission, and force variability. *Journal of experimental Psychology: Human Perception and Performance*. v. 25, p. 837-851, 1999.