

## ANÁLISE DOS ÂNGULOS DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO NA LARGADA COM RELAÇÃO AO TEMPO FINAL EM CICLISMO BMX

*Renato Pereira da Silva<sup>1</sup>  
Guilherme de Azambuja Pussield<sup>2</sup>*

### RESUMO

Este estudo teve como objetivo principal analisar os ângulos da articulação do joelho durante a largada e as possíveis correlações com o tempo final da prova de ciclismo BMX, em uma competição oficial da modalidade. Fizeram parte do estudo 20 atletas do sexo masculino, das categorias Elite e Junior Men, com idade média de  $20,3 \pm 3,0$  anos, os quais participam regularmente de competições estaduais, nacionais e internacionais, tendo todos mais de cinco anos de experiência na prática do ciclismo BMX competitivo. Foi medido o ângulo da articulação do joelho em três momentos durante a largada: na posição estática, no primeiro movimento perceptível e no momento de desprendimento, ou seja, ao ultrapassar o portão de largada. Além disso, foi feita a correlação entre o ângulo de desprendimento e o tempo total da tomada de tempo (*Time Trial*). Foi encontrada diferença significativa entre o ângulo do primeiro movimento com relação aos ângulos da posição estática e o ângulo de desprendimento. Não foi encontrada correlação significativa entre o ângulo de desprendimento e o tempo total da tomada de tempo. O estudo conclui que o tempo total da prova não tem correlação com o ângulo de desprendimento dos atletas, talvez porque, mesmo sendo um esforço de curta duração, em média de 35 segundos, as curvas e os obstáculos no percurso são situações que fazem a diferença para os melhores atletas em obter os melhores resultados.

**Palavras-chave:** ângulo da articulação, ciclismo, BMX.

---

Recebido para publicação em 05/2015 e aprovado em 10/2015.

<sup>1</sup> Faculdade Pitágoras - Betim - Minas Gerais - Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal de Viçosa - Campus Florestal - Florestal – Minas Gerais - Brasil

## INTRODUÇÃO

BMX ou Bicicross é um esporte praticado com bicicletas especiais, onde as corridas são feitas em pistas de terra e curvas em terra ou asfalto, com comprimento que variam de 300 a 400 metros. Nessas competições, o tempo médio fica em torno de 30 a 45 segundos e depende das características e disposição das pistas para duração maior ou menor, porém a média não ultrapassa essa duração. O esporte surgiu no final da década de 1950 na Europa e se popularizou na Califórnia no começo dos anos 1960. As competições de BMX organizadas não são originais dos anos 60/70 na Califórnia (EUA), mas sim em Amersfoot (Holanda) no ano de 1958. Nos anos 60, as crianças imitavam seus ídolos do MotoCross com suas bicicletas, construíam pistas e faziam corridas informais. Assim nascia um novo esporte. Durante os anos 70 esse novo esporte começou a crescer, com o surgimento de equipes, campeonatos, revistas especializadas, marcas novas de peças e bicicletas BMX (JOB, 2004).

Aspectos importantes da modalidade são verificados em alguns estudos. Zabala et al. (2009) afirmam que, a fim de obter maior velocidade, a descida da plataforma é fundamental para uma boa largada, e essa característica proporciona vantagem nas competições oficiais de BMX. A largada é um fator muito importante em uma competição oficial, pois, com execução bem feita, o indivíduo tem grande chance de terminar em primeiro lugar (GIANIKELLIS et al., 2004).

Tendo em vista de que o ciclismo BMX é um esporte olímpico desde o ano de 2008 e uma modalidade nova no Brasil e no mundo, estudos científicos são necessários para o desenvolvimento da modalidade. Tem se observado crescimento bastante significativo, aumentando o número de adeptos e pistas de competição em vários países, inclusive no Brasil.

Estudos, como o de Correa et al. (2011), que analisaram a força isométrica da extensão de joelho nos ângulos de 60 e 90 graus, em que as forças exercidas foram estatisticamente semelhantes, sendo esses significativamente superiores (aproximadamente 34% e 39%, respectivamente) ao ângulo de 0 grau, e a variação dos ângulos de 60 e 90 graus na extensão do quadril, não apresentaram diferença significativa na produção de força isométrica. No entanto, quanto à aplicação de força no momento de largada no BMX, são necessários

estudos para analisar essas situações, a fim de verificar qual seria melhor para produzir força, para confirmação de Correa et al. (2011).

Por isso, este estudo, na busca da análise de boa uma largada e melhor executada, é necessário e está propondo verificar em quais ângulos da articulação do joelho é possível produzir mais força e otimizar esta ação.

Além disso, não há na literatura nenhum estudo que determine as melhores angulações durante a largada para melhor rendimento dos indivíduos. É importante uma análise mais detalhada dessas angulações, para que novos treinadores possam no futuro ajudar na melhora do rendimento dos atletas.

Tendo em vista os pontos observados, este estudo teve o objetivo de analisar os ângulos de largada em três momentos (estático, primeiro movimento e desprendimento) e as possíveis correlações com o tempo final da prova de ciclismo BMX.

## **METODOLOGIA**

### *Amostra*

Fizeram parte do estudo 20 atletas do sexo masculino, das categorias Elite e Junior Men, com idade média de  $20,3 \pm 3,0$  anos, os quais participam regularmente de competições estaduais, nacionais e internacionais, tendo todos mais de cinco anos de experiência na prática do ciclismo BMX competitivo.

### *Procedimento*

As análises foram feitas durante o Campeonato Brasileiro de BMX do ano de 2014, na cidade de Americana, São Paulo, durante a prova de tomada de tempo (*Time Trial*) dos indivíduos – esforço que é feito individualmente em máxima velocidade.

Foram feitas filmagens utilizando-se uma filmadora profissional Panasonic AG-AC7/full HD/2.7'/zoom ótico 16.8x, e as imagens foram analisadas através do software específico para análise de ângulos, o Dartfish 7.0. A câmera foi fixada na lateral da largada, entre 3 e 5 m do atleta, em um ponto elevado de 1,5 m do solo e permanecia estática.

Cada atleta realizou o esforço individualmente. Os pesquisadores não fizeram nenhuma intervenção durante a pesquisa com relação aos atletas. A filmagem foi feita uma a uma, sendo as imagens analisadas posteriormente em laboratório, utilizando-se o software Dartfish 7.0; os ângulos eram estabelecidos depois de serem detectados os pontos iniciais das imagens finais, sendo estes: o trocânter maior, o epicôndilo lateral e o maléolo lateral. Após detectados esses pontos, era estabelecido através do software o grau de flexão do joelho em três ângulos diferentes: na posição estática (sem movimento na posição preparatória), no primeiro movimento (quando o atleta desgruda a roda dianteira do portão de largada) e no desprendimento (quando o atleta inicia o primeiro movimento).

Os três ângulos detectados foram mensurados em três diferentes momentos da largada (Figura 1). O primeiro ângulo, chamado de estático, foi aquele em que o atleta estava imóvel na bicicleta, esperando o sinal da largada (Figura 1a); o segundo ângulo, chamado de primeiro movimento (Fig. 1b), foi considerado o momento em que o atleta faz o primeiro movimento e tira o contato da roda com o portão de largada; e o terceiro ângulo, chamado de desprendimento (Figura 1c), que é o momento no qual o atleta ultrapassa o portão de largada, iniciando a prova (Figura 1).



**Figura 1** - Posição estática (a), primeiro movimento (b) e desprendimento (c).

### *Procedimentos Éticos*

Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido para poderem participar da pesquisa, seguindo as orientações do Conselho Nacional de Saúde, de acordo com a Resolução 466/12 no tocante a pesquisas com seres humanos; eles foram informados que poderiam desistir de participar do estudo a

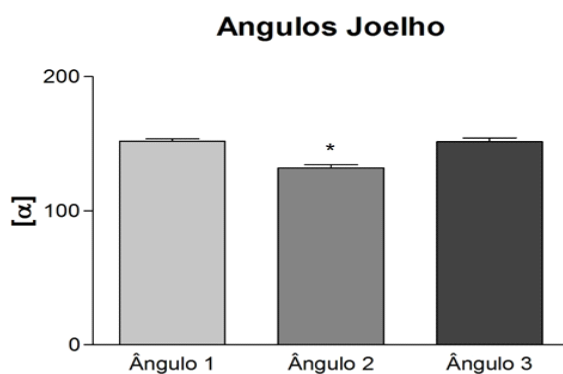
qualquer momento e que seria mantido o anonimato dos sujeitos participantes. O referido projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, segundo parecer CAAE: 36578014.2.0000.5153.

### *Análise Estatística*

No que diz respeito à análise estatística da comparação dos ângulos, foi feita a comparação de médias através da análise de variância bicaudal com post hoc Tukey Test com  $p \leq 0,05$ . Foi utilizado o procedimento Correlação de Pearson entre o ângulo de desprendimento e o tempo final em BMX, também com  $p \leq 0,05$ . Em ambos os procedimentos foi utilizado o pacote estatístico GraphPad Prism 6.0.

## RESULTADOS

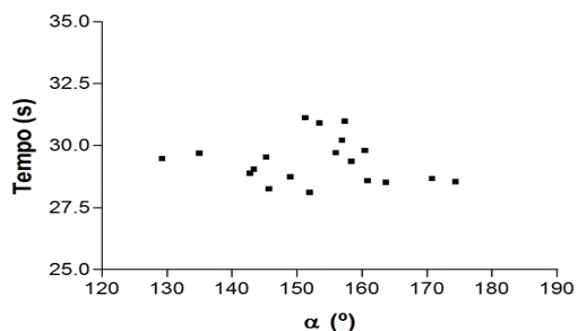
No Gráfico 1 são apresentados os ângulos da articulação do joelho nos três diferentes momentos da largada. O ângulo 1 corresponde ao momento estático; o ângulo 2, ao primeiro movimento; e o ângulo 3, ao momento de desprendimento. Somente foi encontrada diferença estatisticamente significativa no ângulo 2 (primeiro movimento), em comparação aos outros dois: estático e desprendimento – ângulos 1 e 3, respectivamente.



\* Estatisticamente diferente com  $p \leq 0,05$ .

**Gráfico 1** - Comparação dos ângulos da articulação do joelho nos três momentos da largada em BMX.

No Gráfico 2 é apresentada a correlação entre o ângulo de desprendimento (ângulo 3) e o tempo total da tomada de tempo (*Time Trial*). Não foi encontrada correlação significativa entre essas duas variáveis. O resultado encontrado entre o ângulo de desprendimento e o tempo final em BMX foi  $r = -0,12$ .



\* Estatisticamente diferente com  $p < 0,05$ .

**Gráfico 2** - Correlação entre o ângulo de desprendimento e o tempo final em BMX.

## DISCUSSÃO

Até o momento, não há estudos na literatura que tratam do tema análise de largada e os ângulos utilizados em BMX em situação de competição, apenas alguns estudos que analisam largada e velocidade (MATEO-MARCH et al., 2014), potência de pedalada (BERTUCCI et al., 2013) e a técnica de largada (GIANIKELLIS et al., 2004), mas nenhum deles em situação de competição. O estudo de Cowell et al. (2012) analisou os padrões de movimento e o tempo gasto em uma prova de BMX, porém sem determinar os ângulos nas ações. Esse projeto foi desenvolvido em situação real de competição e sem interferência dos pesquisadores. Nos resultados encontrados não foi possível estabelecer a correlação entre o tempo final de prova e o ângulo de desprendimento na largada.

Estudos que analisam a largada em outras modalidades foram encontrados. Por exemplo, no estudo desenvolvido por De Jesus et al. (2013) em natação, observou-se que o maior impulso durante a

descolagem e a sua transformação em um movimento rápido debaixo d'água são determinantes para diminuir o tempo de início. De acordo com esses autores, o movimento rápido é fundamental para diminuir o tempo. No presente estudo não foi verificada a velocidade de ação, apenas os ângulos e o tempo total da prova. De Jesus et al. (2013) concluíram que o maior centro de massa para aproximação da parede da piscina poderá implicar ângulo de decolagem mais reto, o que compromete a velocidade subaquática e o desempenho. No entanto, em nosso estudo o ângulo não teve correlação com o tempo final da prova.

Também com nadadores, Breed e Young (2003) sugerem que o treinamento de melhoria da impulsão vertical não foi transferido diretamente para a largada em natação, e sim, em particular, na técnica de pegada no bloco. No estudo desses autores não houve tendências significativas para melhoria das ações motoras do bloco e foi observada em todas as largadas o componente vertical, o que sugere a necessidade de praticar muito as ações motoras para treinar novamente as propriedades neuromusculares alteradas. Mesmos resultados foram encontrados no estudo de Chelly et al. (2009), os quais constataram que os treinamentos repetitivos dos movimentos são fundamentais para a melhoria dos processos de largada, porém este estudo foi conduzido com jogadores de futebol, em que foi analisado o *sprint* dos atletas. Contudo, no presente estudo não foram acompanhados os processos de treinamento dos atletas previamente à competição para verificar a possível correlação entre o enfoque do treinamento de largada e o rendimento.

Em outro estudo, neste caso com corredores velocistas, Mero et al. (2006) sugerem que, quanto maior o comprimento do tendão dos músculos gastrocnêmio e sóleo na fase de início da produção de força, maior o pico no tornozelo no momento da saída, e, conseqüentemente, a velocidade de movimento no bloco é maior durante o início da largada. Em nosso estudo não foi verificado o comprimento dos músculos para aplicação da força, pois essa análise durante a competição poderia de certa maneira interferir no rendimento dos atletas, uma vez que poderia tirar a concentração deles para a prova e aumentar o nível de ansiedade; toda interferência em momentos de insegurança pode aumentar a ansiedade e levar, conseqüentemente, à diminuição do rendimento (GILBERT et al., 2009).

No estudo de Mateo-March et al. (2014) foi observado que os atletas com maior experiência conseguem imprimir mais velocidade, porém não foi identificado se existe diferença entre a força aplicada e o resultado final, nem a correlação entre essas duas variáveis. No entanto, o estudo desenvolvido pelos autores analisou o uso de uma relação coroa/pinhão diferente das comuns, não encontrando diferenças na aplicação de força nos pedais.

A potência de pedalada tem significado muito importante no desempenho dos atletas de BMX, principalmente no momento da largada (BERTUCCI et al., 2013), da mesma maneira que a sua técnica de execução, a qual possui componente fundamental no desempenho (GIANIKELLIS et al., 2004). Todos os voluntários envolvidos neste estudo possuem muita experiência em competição e BMX, e por isso os resultados apresentados são fidedignos no que diz respeito à qualidade de execução. Apesar de não ter sido encontrada correlação significativa no desempenho relacionado ao ângulo de desprendimento, podemos afirmar que outras variáveis, como técnica de execução dos saltos, passagem nas rampas e execução das curvas, são preponderantes para um bom resultado no *Time Trial*. Essa afirmação corrobora o estudo de Cowell et al. (2012), os quais afirmam que o tempo gasto pedalando, saltando e passando nas rampas é determinante para o tempo total da volta.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que, mesmo não havendo correlação significativa entre o tempo no *Time Trial* e o ângulo de desprendimento, é possível afirmar que o resultado final depende de outros fatores durante o percurso, e não somente do momento da largada. Cada um dos voluntários possui sua própria técnica de largada, porém elas não foram analisadas individualmente; contudo, pode-se dizer que a angulação da articulação do joelho não foi um fator preponderante para o resultado final do esforço, devido a outros motivos que influenciaram no tempo final. Com este trabalho, espera-se que novas pesquisas sejam realizadas nessa modalidade, sobretudo fazendo as correlações prévias de tamanho de perna, coxa e nível de força individual. Além disso, podemos afirmar que novos estudos com essa modalidade serão



significativos, pois o esporte cresce exponencialmente no Brasil, principalmente após o ano 2008, quando o BMX se tornou esporte olímpico, crescendo o número de adeptos.

## **ANALYSIS OF KNEE JOINT ANGLES IN START IN RELATION TO THE FINAL TIME IN BMX CYCLING**

### **ABSTRACT**

This study aimed to analyze the knee joint angles during the starting and the possible correlations with the final time of BMX cycling race in an official competition of the sport. Twenty (20) male athletes participated of this study, of “Elite” and “Junior Men” categories with a mean age of  $20.3 \pm 3.0$  years old, which regularly participate of state, national and international competitions, all having more than five years of experience in BMX cycling competitive practice. The knee joint angle was measured three times during the beginning: in the static position, in the first noticeable movement and at the start time, in other words, to overcome the starting gate. Moreover, the correlation between the start angle and the total time of the Time Trial was made. It was found a significant difference between the angle of the first movement with respect to the angles of the static position and the start angle. There was no significant correlation between the start angle and the total time of the Time Trial. The study concludes that the total race time has no correlation with the athletes’ start angle, perhaps because, even as a short-term effort, on average 35 seconds, the curves and obstacles in the path are situations that make a difference for the best athletes in obtaining the best results.

**Keywords:** angle joint, cycling, BMX.

### **REFERÊNCIAS**

BERTUCCI, W.; CREQUY S.; CHIEMENTIN, X. Validity and reliability of the G-Cog BMX Powermeter. *Int. J. Sports Med.*, v. 34, n. 6, p. 538-543, 2013.

BREED, R.V.P.; YOUNG, W.B. The effect of a resistance training programme on the grab, track and swing starts in swimming. **J. Sports Sci.**, v. 21, n. 3, p. 213-220, 2003.

CHELLY, M.S.; FATHLOUN, M.; CHERIF, N.; BEN AMAR, M.; TABKA, Z.; VAN PRAAGH, E. Effects of a back squat training program on leg power, jump, and sprint performances in junior soccer players. **J. Strength Cond. Res.**, v. 23, n. 8, p. 2241-2249, 2009.

CORREA, C.S.; SILVA, B.G.C.; ALBERTON, C.L.; WILHELM, E.N.; MORAES, A.C.; LIMA, C.S; PINTO, R.S. Análise da força isométrica máxima e do sinal de EMG em exercícios para os membros inferiores. **Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.** (Online), v. 13, n. 6, p. 429-435, 2011.

COWELL, J.F.; MCGUIGAN, M.R.; CRONIN, J.B. Movement and skill analysis of supercross bicycle motocross. **J. Strength Cond. Res.**, v. 26, n. 6, p. 1688-1694, 2012.

DE JESUS, K.; DE JESUS, K.; FIGUEIREDO, P.; GONÇALVES, P.; PEREIRA, S.; VILAS-BOAS, J.P.; FERNANDES, R.J. Biomechanical analysis of backstroke swimming starts. **Int. J. Sports Med.**, v. 32, n. 7, p. 546-551, 2011.

GIANIKELLIS K.; BOTE A.; PANTRIGO J.J.; TENA J.A. (2004) Análisis biomecánico de la salida en la carrera de BMX. In: CONGRESS OF THE SPANISH ASSOCIATION OF SPORTS SCIENCES, 3. University of Valencia (Spain). Disponível em: <<http://www.eweb.unex.es/eweb/cienciadeporte/congreso/04%20val/pdf/c184.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2014.

GILBERT, P.; MCEWAN, K.; BELLEW, R.; MILLS, A.; GALE C. The dark side of competition: how competitive behaviour and striving to avoid inferiority are linked to depression, anxiety, stress and self-harm. **Psychol Psychother.**, v. 82, n. 2, p. 123-136, 2009.

JOB, C. **BMX**. 2. ed. Minneapolis: Lerner Sports, 2004.

MATEO-MARCH, M.; FERNÁNDEZ-PEÑA, E.; BLASCO-LAFARGA, C.; MORENTE-SÁNCHEZ, J.; ZABALA, M. Does non-circular chainring improve performance in the Bicycle Motocross Cycling start sprint? **J. Sports Sci. Med.**, v. 13, n. 1, p. 97-104, 2014.

MERO, A.; KUITUNEN, S.; HARLAND, M.; KYRÖLÄINEN, H.; KOMI, P.V. Effects of muscle-tendon length on joint moment and power during sprint starts. **J. Sports Sci.**, v. 24, n. 2, p.165-173, 2006.

ZABALA, M.; SÁNCHEZ-MUÑOZ, C.; MATEO, M. Effects of the administration of feedback on performance of the BMX cycling gate start. **J. Sports Sci. Med.**, v. 8, n. 3, p. 393-400, 2009.

**Endereço para correspondência:**

Departamento de Educação Física  
Rodovia LMG 818, km 06  
35690-000 Florestal – MG