

**ESTRATÉGIA E RITMO DE PROVA EM EVENTOS ATLÉTICOS:  
DIFERENÇA ENTRE OS TERMOS, MECANISMOS DE REGULAÇÃO E OS SEUS FATORES  
DETERMINANTES E INFLUENCIADORES**

Carlos Rafaell Correia-Oliveira<sup>1,2</sup>  
Maria Augusta Peduti Dal'Molin Kiss<sup>1</sup>

**RESUMO**

Nos últimos 20 anos, diversos estudos têm focado em exercícios que simulam cenários reais de competição, tais como os testes contrarrelógio. Nesse tipo de exercício, os atletas podem conscientemente determinar a sua estratégia antes da prova ou ajustar, conscientemente ou subconscientemente, o seu ritmo de prova dependendo de alguns fatores. Por isso, sendo considerado um "hot topic" das ciências do esporte atualmente, o propósito dessa revisão é abordar os principais mecanismos de regulação e fatores determinantes e influenciadores da estratégia e ritmo de prova, respectivamente, além de esclarecer as dúvidas sobre os termos 'estratégia de prova' e 'ritmo de prova', que tem sido empregado frequentemente como sinônimos.

**Palavras-chave:** Desempenho atlético. Exercício. Atletas. Sistema nervoso central.

**ABSTRACT**

Strategy and test rate in athletic events: Difference between the terms, regulatory mechanisms and their determinants and influencing factors

In the last 20 years, several studies have focused on exercises simulating a more realistic scenario of competition, such as time trials. In this type of exercise, athletes can consciously determine your pacing strategy before the trial as well as adjust their pacing consciously or subconsciously, depending on some factors. Thus, because it is considered currently a hot topic of the sport sciences, the purpose of this review is to address the main regulatory mechanisms and determinants and influencers of pacing strategy and pacing, respectively, aside to clarify the doubts about the terms 'pacing strategy' and 'pacing', which has often been used interchangeably.

**Key words:** Athletic performance. Exercise. Athletes. Central nervous system.

1-Programa de pós-graduação em Educação Física, Escola de Educação Física e Esporte (EEFE), Universidade de São Paulo (USP), São Paulo-SP, Brasil.

2-Departamento de Educação Física, Centro Universitário CESMAC, Maceió-AL, Brasil.

E-mails dos autores:  
[crafaoliveira@yahoo.com.br](mailto:crafaoliveira@yahoo.com.br)  
[mapedamk@usp.br](mailto:mapedamk@usp.br)

Endereço para correspondência:  
Carlos Rafaell Correia-Oliveira  
Departamento de Educação Física, Centro  
Universitário CESMAC.  
Rua Prof. Ângelo Neto, 51, Farol, Maceió-AL,  
Brasil.  
CEP: 57051-530.

## INTRODUÇÃO

Por muito tempo o desempenho esportivo tem sido avaliado através de exercícios nos quais os atletas devem manter uma intensidade constante até a exaustão voluntária. Entretanto, fatores como a falta de motivação e o tédio parecem ser evidentes nesse tipo de tarefa.

Por isso, nos últimos 20 anos, a pesquisa científica tem focado em exercícios mais motivacionais e que simulam cenários reais de competição, tais como os testes contrarrelógio (TCR), nos quais os atletas são livres para ajustar a intensidade de exercício (Jeukendrup e colaboradores, 1996; Konings e Hettinga, 2018; Laursen e colaboradores, 2007; Mcgibbon e colaboradores, 2018).

No intuito de finalizar a prova o mais rápido possível e evitar que a exaustão ocorra antes do final da mesma, atletas geralmente adotam uma estratégia previamente estabelecida ou realizam ajustes na mesma ao longo da prova. Dependendo de alguns fatores, a estratégia pode ser determinada conscientemente pelo atleta antes da prova (ex.: experiência prévia, conhecimento do ponto final da prova e nível de aptidão física).

Por sua vez, ajustes no ritmo de prova podem ocorrer de maneira subconsciente e/ou consciente devido a alguns fatores, tais como: ouvir música, suplementação nutricional torcida, hidratação, entre outros. Outros fatores como manipulação dietética, temperatura, alongamento, presença de adversário e instruções técnicas podem não apenas determinar a estratégia antes da prova, mas também influenciar o ritmo adotado ao longo da mesma.

Nesse sentido, considerando uma série de alterações metabólicas e fisiológicas que ocorrem após o início do exercício e que perduram ao longo do mesmo, é de grande relevância um melhor entendimento sobre os aspectos relacionados à estratégia e ao ritmo de prova.

Dessa forma, sendo considerado um "hot topic" no âmbito das ciências do esporte atualmente, são abordados na presente revisão os principais aspectos relacionados aos mecanismos de regulação e fatores determinantes e influenciadores da estratégia e ritmo de prova, respectivamente.

## DIFERENCIANDO ESTRATÉGIA E RITMO DE PROVA

Por muitas vezes os termos estratégia de prova (pacing strategy) e ritmo de prova (pacing) vêm sendo empregados como sinônimos. Entretanto, há uma clara distinção entre esses termos e isso tem sido abordado recentemente (Roelands e colaboradores, 2013).

A maneira pela qual um indivíduo distribui o gasto energético, a produção de potência (PP) e/ou a velocidade durante uma prova, a fim de finalizá-la o mais rápido possível sem que ocorra exaustão antes do término da mesma, é denominada ritmo de prova (RP) (Abbiss e Laursen, 2008; Mcgibbon e colaboradores, 2018; Stone e colaboradores, 2011).

Por outro lado, a programação a priori de como o gasto energético, a PP e/ou a velocidade serão distribuídos em determinados trechos da prova poderia ser considerada a estratégia de prova (EP).

## MECANISMOS DE REGULAÇÃO

Uma vez que o atleta planeja previamente sua estratégia e/ou ajusta o seu ritmo durante a prova, certamente existe um ou mais mecanismos de controle da intensidade durante eventos dessa natureza e a comunidade científica vem discutindo esses possíveis mecanismos, muitas vezes por intermédio de modelos teóricos de regulação da EP e RP, ao longo dos anos (Hill e Lupton, 1923; Ulmer, 1996; St. Clair Gibson e Noakes, 2004; Lambert e colaboradores, 2005; Macintosh e colaboradores, 2011; Renfree e colaboradores, 2014; Skorski e Abbiss, 2017).

Basicamente, os mecanismos de regulação da EP e RP são sustentados por modelos que preconizam a existência de um governador/programador/controlador (sistema nervoso central = SNC) que, baseado em informações aferentes e levando em consideração o conhecimento do ponto final do evento e a experiência prévia do atleta, calcula subconscientemente a intensidade ótima para realização da tarefa sem uma perturbação excessiva da homeostase (St. Clair Gibson e Noakes, 2004; Ulmer, 1996).

Os primeiros a afirmarem a existência de um 'governador' foram Hill e colaboradores

(1924) realizando estudos sobre a função cardíaca e esquelética na altitude em condições de hipóxia (oferta de O<sub>2</sub> limitada). Nessas condições haveria uma redução na ativação dos músculos em exercício através do SNC na tentativa de evitar o desenvolvimento de uma possível isquemia cardíaca. Essa teoria também ficou conhecida como modelo “catastrófico” de fadiga.

Em 1996, buscando explicações para o controle da EP e RP durante exercícios de intensidade variada (TCR e eventos com presença de competidores), Ulmer e colaboradores (1996) propuseram a regulação da EP de maneira antecipatória por intermédio de um programador (uma extensão do governador proposto por Hill e colaboradores (1924).

O modelo de teleoantecipação preconiza um ajuste ótimo do esforço para evitar a exaustão antes do término do exercício. Mais especificamente, o programador (cérebro) calcula, subconscientemente, o tempo necessário para finalizar uma tarefa, realizando ajustes na intensidade durante a prova na tentativa de evitar uma falha catastrófica.

Esses cálculos são realizados por meio de feedback aferente dos músculos em exercício e outros órgãos, podendo esta informação aferente ser alterada por fatores como o conhecimento do ponto final do exercício, experiência prévia, nível de treinamento, reserva metabólica e taxa metabólica muscular.

Extendendo os conceitos de Ulmer e colaboradores (1996) em relação a uma regulação antecipatória da intensidade de esforço, o grupo de Noakes propôs o modelo denominado governador central (Noakes, 2000; Noakes e colaboradores, 2001).

Similar ao modelo de teleoantecipação quanto à realização de cálculos subconscientes para o planejamento da EP e ajuste do RP, o modelo do governador central também sugere uma regulação da EP e RP baseado na percepção da fadiga (St. Clair Gibson e Noakes, 2004).

Baseado nessas informações, Noakes (2012) afirma que o modelo do governador central coloca o cérebro firmemente como o centro dessa regulação, destacando que a fadiga não é um evento físico, mas sim uma emoção (St. Clair Gibson e colaboradores, 2003).

De acordo com essa teoria, ocorre um recrutamento apropriado de unidades motoras para iniciar o exercício por um mecanismo de feedforward. Esse recrutamento dependeria de alguns fatores, entre eles: estado emocional, grau de fadiga mental, estado de recuperação do exercício prévio, nível de motivação e experiência prévia, conhecimento da distância final do evento, presença de competidores, uso de agentes químicos, entre outros. É sugerido que a percepção de esforço consciente, proveniente de feedback aferente, é continuamente comparada com uma espécie de molde de percepção de esforço subconscientemente (Tucker, 2009).

Outro modelo de regulação da intensidade de exercício, o psicobiológico, é proposto por Marcora (2008, 2010) e baseia-se na teoria da intensidade motivacional (Brehm e Self, 1989).

De acordo com esse modelo, o término da tarefa ocorre quando o esforço requerido pelo exercício é igual ao esforço máximo que o indivíduo está disposto a exercer ou quando o indivíduo acredita que ele exerceu um esforço máximo de uma maneira que seria impossível continuar o exercício (Marcora, 2008).

O modelo psicobiológico postula que a percepção de esforço é um resultado de processamentos centrais associados com o comando motor central (Marcora, 2009) e que a regulação consciente do RP é primariamente determinada pelo esforço percebido do indivíduo (Pageaux, 2014). São apresentados também como pilares do referido modelo a motivação, conhecimento da distância total e restante da prova e a experiência prévia/memória da percepção de esforço durante o exercício de intensidade variada (Pageaux, 2014).

Recentemente, considerável importância tem sido dada a proposta de um novo modelo de regulação da EP e RP. Essa proposta é baseada nos modelos de tomada de decisão, os quais são apresentados como possíveis alternativas para a regulação da intensidade do exercício (Renfree e colaboradores, 2014; Smits e colaboradores, 2014).

A definição de tomada de decisão diz respeito à capacidade que um indivíduo tem de selecionar ações funcionais para atingir uma meta específica a partir de uma série de

possibilidades de ação (Hastie, 2001; Smits e colaboradores, 2014).

De fato, em ambientes de competição é comum os atletas, a todo instante, serem submetidos à identificação e interpretação de informações, onde os mesmos precisam tomar decisões para atingir o seu máximo de desempenho e meta (Renfree e colaboradores, 2014).

Entre os possíveis fatores determinantes para que essa meta possa ser alcançada, podem ser destacados a experiência prévia, conhecimento da distância, estado nutricional, nível de aptidão física, motivação para determinada prova, entre outros. Já durante a prova, informações relacionadas às parciais de tempo, mudanças climáticas, presença do competidor e torcida também podem interferir no comportamento do atleta, requerendo que o mesmo tome a decisão de alterar sua tática de prova para que a sua meta inicial não seja cessada (Renfree e colaboradores, 2014; Smits e colaboradores, 2014).

Embora recente e requerendo pesquisas para uma possível sustentação desse modelo de regulação, as hipóteses apresentadas até o momento sobre a tomada de decisão mais parece uma extensão do modelo do governador central (Noakes, 2000; Noakes e colaboradores, 2001).

Foi sugerido que dentro do modelo teleantecipatório ocorrem oscilações entre períodos de certeza e incerteza devido a mudanças contínuas nas respostas aferentes e condições ambientais (St. Clair Gibson e colaboradores, 2006).

Dentro desse contexto, seria tomada a decisão de aumentar ou não o recrutamento de unidades motoras para a finalização da prova da melhor maneira possível, sem a perturbação excessiva da homeostase (Renfree e colaboradores, 2014).

Embora alicerçado pelo modelo do governador central, Renfree e colaboradores (2014) sugerem que a percepção de esforço pode ser dissociada de processos fisiológicos através de mecanismos puramente psicológicos, visto que a percepção de esforço pode ser influenciada, por exemplo, pela presença de um ou mais oponentes e também pela torcida (St. Clair Gibson e colaboradores, 2006).

Também é sugerido que a carga afetiva tem um importante papel na tomada de

decisão na regulação do RP (Renfree e colaboradores, 2014; Smits e colaboradores, 2014).

Uma vez assumido o componente psicológico no modelo de tomada de decisão, Swart e colaboradores (2012) concluem que a decisão consciente de manter ou alterar a intensidade de exercício poderia ser um resultado de um equilíbrio entre a motivação, afeto e percepção mental de esforço.

Em uma abordagem alternativa, MacIntosh e Shahi (2011) propuseram a existência de um sistema de controle atuando a nível celular, o qual foi chamado de governador periférico. Basicamente, em meio a uma diversidade de eventos periféricos que podem afetar negativamente o desempenho, o governador periférico atenuaria a ativação das células musculares para evitar uma catástrofe metabólica, regulando, dessa forma, a intensidade de contração muscular (Macintosh e Shahi, 2011).

Os autores destacam que cada célula muscular, provavelmente, tem a capacidade de regular a sua própria ativação para limitar a taxa de utilização de trifosfato de adenosina (ATP), evitando, assim, a depleção dessa importante fonte (Macintosh e Shahi, 2011).

Entre os possíveis mecanismos pelos quais o governador periférico atuaria na regulação da contração muscular, três candidatos são apresentados: 1) despolarização da membrana muscular, 2) inibição dos receptores rianodínicos (canais de cálcio) e 3) diminuição da disponibilidade de cálcio (Macintosh e Shahi, 2011).

## **CONSIDERAÇÕES SOBRE OS MODELOS DE REGULAÇÃO DA EP E RP**

Tendo em vista a grande influência que a maneira como as fontes energéticas e a intensidade de esforço são distribuídas ao longo da prova pode ter no desempenho final, nas mais diversas modalidades esportivas, a comunidade científica têm proposto diferentes modelos de regulação da EP e RP, todos com um propósito único, demonstrar os possíveis mecanismos que podem possibilitar o indivíduo finalizar a prova o mais rápido e da melhor maneira possível (Hill e Lupton, 1924; Marcora, 2008, 2010; Macintosh e Shahi, 2011; Noakes, 2000; Noakes e colaboradores, 2001; Renfree e colaboradores, 2014; Smits e colaboradores, 2014; Ulmer, 1996).

Entre estes modelos, a hipótese apresentada por Noakes e seus colaboradores têm recebido duras críticas por parte de outros pesquisadores da área contrários a ideia de uma região subconsciente do cérebro que é continuamente comparada com um cérebro consciente para gerar uma percepção consciente do esforço e, assim, regular e EP e o RP (Marcora, 2008; Shephard, 2009; Weir e colaboradores, 2006).

Buscando novas alternativas para a explicação de tal fenômeno, extensões desse modelo assim como a criação de novos modelos têm gerado novas discussões acerca da temática apresentada neste tópico. Talvez a maior crítica a essas teorias propondo a existência de um programador/governador central seja a falta evidências experimentais suportando esses modelos de regulação da EP e RP.

Entretanto, parte destas críticas utiliza como alternativas modos e tipos de exercícios onde não é possível o indivíduo regular a intensidade do exercício, como no caso dos exercícios de carga constante e contrações máximas voluntárias. Dessa forma, ainda não há um consenso na literatura sobre os principais mecanismos envolvidos na regulação da EP e RP.

#### **FATORES DETERMINANTES DA EP E INFLUENCIADORES DO RP**

Diversos fatores (conhecimento do ponto final, experiência prévia, nível de aptidão, temperatura, manipulação dietética prévia, alongamento, etc) podem determinar previamente qual será a EP adotada pelo atleta desde o início do evento, mas o RP também pode ser influenciado e, conseqüentemente, ajustado continuamente durante a prova, de acordo com alguns fatores que podem ocorrer durante a realização do evento, entre eles: música, suplementação durante a prova, influência do competidor, hidratação, instruções do treinador, alterações bruscas de temperatura, oscilações do terreno e torcida. São discutidos a seguir como alguns destes fatores podem interferir no comportamento do atleta antes e durante uma determinada prova.

#### **Conhecimento do ponto final do evento**

Entre os variados fatores determinantes da EP, o conhecimento do ponto final da prova é considerado em alguns casos como o mais importante. Entretanto, embora esse fator seja de extrema importância na escolha da melhor EP para um determinado evento, poucos estudos tem o investigado experimentalmente (Ansley e colaboradores, 2004; Billaut e colaboradores, 2011; Paterson e colaboradores, 2004; Swart e colaboradores, 2009).

Com o propósito de determinar se a decepção e o conhecimento do ponto final interfeririam na EP e RP durante testes máximos com durações entre 30-36 segundos, Ansley e colaboradores (2004) submeteram oito voluntários fisicamente ativos a seis testes de Wingate. Os voluntários foram informados que iriam realizar quatro testes de 30 s, um teste de 33 s e um teste de 36 s.

Contudo, os testes foram manipulados e eles realizaram dois testes de cada duração. Em todos os testes, independentemente do tempo e da manipulação, os voluntários adotaram uma EP agressiva no início. A PP foi similar entre todos os testes até 30 s, mas no teste de 36 s onde o tempo foi manipulado (onde os voluntários pensaram estar realizando apenas 30 s) a PP foi significativamente menor quando comparada ao teste de 36 s verdadeiro. Os autores sugeriram que devido à similaridade entre as EP, independente da duração, as mesmas são reguladas centralmente.

Além disso, a redução na PP nos últimos 6 s do teste de 36 s, onde os voluntários foram enganados, reforça a noção de um ponto final pré-programado baseado na duração antecipada do exercício.

A influência do conhecimento prévio do número de sprints (conhecimento do ponto final) sobre o trabalho mecânico foi verificado mais recentemente (Billaut e colaboradores, 2011). Quatorze atletas realizaram, de maneira randomizada, três testes de sprints repetidos em diferentes ocasiões. Em um teste os participantes foram informados que realizariam 10 sprints de 6 s (controle).

Em outra ocasião os participantes foram informados que realizariam cinco sprints de 6 s, mas após o quinto sprint eles foram orientados a realizarem cinco sprints adicionais (feedback falso). Na terceira visita,

os participantes realizaram o teste sem nenhuma informação sobre o número de sprints (sem feedback).

Os valores de PPico em cada sprint revelou uma EP de alta intensidade no início ao longo dos 10 sprints em todas as condições. O trabalho acumulado nos primeiros cinco sprints foi maior no teste feedback falso quando comparado aos demais testes. O trabalho acumulado durante os 10 sprints no teste sem feedback foi menor do que nos testes controle e feedback falso. A atividade eletromiográfica mostrou similaridade aos resultados de trabalho acumulado na comparação entre as condições, demonstrando que a EP é determinada pelo conhecimento prévio do número de sprints (conhecimento do ponto final do exercício).

### **Experiência prévia**

A experiência prévia do atleta também é outro fator muito relevante na determinação da EP (Mauger e colaboradores, 2009; Micklewright e colaboradores, 2010). Tem sido previamente sugerido que a intensidade do exercício é centralmente regulada, com uma interação dos processos cognitivos, como a interpretação de sinais aferentes dos sistemas fisiológicos e do ambiente externo sendo influenciados por representações mentais esquemáticas desenvolvidas durante experiências prévias similares (Mauger e colaboradores, 2009; Micklewright e colaboradores, 2010).

Objetivando determinar a influência da experiência prévia e feedback da distância sobre a EP durante quatro provas de ciclismo de 4 km, Mauger e colaboradores (2009) dividiram 18 ciclistas em um grupo controle (conhecimento prévio e feedback da distância durante a prova; n = 9) e um grupo experimental (sem conhecimento prévio e feedback da distância, mas sabendo que todos os testes teriam a mesma distância; n = 9). Os resultados desse estudo revelaram que o grupo experimental foi mais lento do que o grupo controle apenas no primeiro teste.

Adicionalmente, a EP foi similar entre os grupos, visto que no último teste o grupo experimental foi apenas 2 s mais lento do que o grupo controle. Os autores atribuíram os seus achados a experiência prévia que os atletas adquirem ao longo de sucessivos testes da mesma distância. Embora no grupo

controle a atividade eletromiográfica pareceu acompanhar a alterações na potência externa, essa relação pareceu ser mais complexa no grupo experimental, quando os atletas regularam a sua EP baseada apenas na experiência prévia adquirida, reforçando a importância da realização de mais estudos dentro desse contexto.

Nesse contexto, Micklewright e colaboradores (2010) investigaram a maneira pela qual a experiência adquirida influenciaria na EP e RP durante três TCR de ciclismo de 20 km. Os ciclistas (n = 29) foram divididos em um grupo sem feedback (n = 10), um grupo com feedback verdadeiro (n = 10) e um outro grupo com feedback falso (n = 9). Durante os dois primeiros TCR os participantes receberam feedback de acordo com o grupo onde foram alocados. No terceiro TCR os ciclistas receberam feedback verdadeiro, independente do grupo.

O segundo e terceiro TCR foram comparados para verificação da EP e desempenho. Nos três grupos, o RP no segundo TCR foi mais conservadora. No grupo com feedback verdadeiro, o início do terceiro TCR foi realizado de maneira mais intensa quando comparado ao segundo TCR. Similarmente, a potência aplicada pelos ciclistas do grupo feedback falso foi mais agressiva em relação ao segundo TCR, provavelmente por um efeito de aprendizagem pelos atletas pensarem que receberam feedback verdadeiro no segundo teste. Independente do grupo ocorreu um aumento na intensidade no final da prova. Os autores concluíram que os processos cognitivos que conduzem a EP parecem ser influenciados pela experiência prévia dos atletas.

### **Nível de aptidão física**

Está bem estabelecida a influência do nível de aptidão física como um fator determinante do desempenho esportivo. Entretanto, pesquisas acerca da maneira como esse fator pode interferir na escolha da EP mais adequada ainda são escassas (Hanley, 2013; Lima-Silva e colaboradores, 2010; Renfree e St. Clair Gibson, 2013).

Nesse contexto, Lima-Silva e colaboradores (2010) analisaram a influência do nível de aptidão física sobre a EP adotada em uma corrida simulada de 10 km. Baseado no desempenho dos 10 km, 24 atletas foram

divididos em tercis e em seguida classificados como grupo alta e baixa performance. O grupo alto performance foi significativamente mais rápido do que o baixa performance nos primeiros 400 m, que demonstrou uma EP mais conservadora. Após o início, o perfil de velocidade foi similar entre os grupos até o final da prova.

Além disso, a velocidade de pico, economia de corrida e acúmulo de lactato foram significativamente diferentes entre os grupos e correlacionadas com todas as partes da prova. A partir disso, os autores sugeriram que o grupo baixa performance pode ter escolhido subconscientemente um início mais conservador devido essa parte representar uma porção menor do tempo total de prova em relação ao grupo alta performance. A maior velocidade no início também pode ser um resultado dos atletas de alta performance serem mais econômicos.

A EP assim como o RP também foi analisada na maratona do Campeonato Mundial Feminino de 2009 (Renfree e St. Clair Gibson, 2013). Nesse estudo, as atletas foram divididas em quatro grupos, sendo o grupo 1 composto pelas atletas de melhor desempenho (primeiras 25% que finalizaram a prova) e o grupo 4 pelas atletas de menor desempenho (últimas 25% que finalizaram a prova).

O grupo 1 adotou uma EP de intensidade relativamente constante, enquanto que os demais grupos visualmente adotaram uma EP mais conservadora. De fato, na comparação entre a velocidade nos primeiros 5 km e no trecho entre 35-40 km, ocorreu uma redução na velocidade de 8,8%, 12% e 18% nos grupos 2, 3 e 4, respectivamente.

Os autores sugeriram que essa grande discrepância entre as velocidades escolhidas inicialmente e a verdadeira velocidade que poderia ser mantida por essas competidoras dos grupos de menor desempenho é o resultado de uma tomada de decisão inadequada nos estágios iniciais da corrida.

## **Temperatura**

Diversos estudos têm demonstrado boa reprodutibilidade de TCR em ambientes relativamente estáveis (Stone e colaboradores, 2011; Zavorsky e colaboradores, 2007). Nesses estudos, o perfil de EP adotada é similar entre os testes. Porém, a EP inicial

assim como o RP pode ser alterada em ambientes onde a temperatura externa esteja fora dos padrões normais de uma determinada localidade.

Nesse sentido, a influência de diferentes temperaturas sobre o recrutamento de unidades motoras e a EP foi investigado durante um TCR de ciclismo de 20 km (Tucker e colaboradores, 2004). Dez ciclistas realizaram um teste no calor (35 °C) e outro no frio (15 °C). Uma EP conservadora foi claramente adotada na condição frio. Em contrapartida, embora o RP na condição calor foi similar ao adotado na condição frio nos primeiros 30 % da prova, a PP declinou progressivamente em seguida.

A atividade eletromiográfica também apresentou um comportamento similar ao da PP e foi significativamente menor nos intervalos 10 e 20 km no calor. A temperatura retal no final foi maior na condição calor em relação ao frio.

Os autores atribuíram essas respostas como parte de um mecanismo neural controlado centralmente que ajusta o recrutamento muscular e a PP para reduzir a produção de calor e assegurar a manutenção da homeostase térmica (evitar níveis prejudiciais de hipertermia).

Abbiss e colaboradores (2010) encontraram resultados similares após examinarem a influência da temperatura, quente (34°) ou fria (10°), na PP e na ativação muscular em uma prova de 100 km de ciclismo.

## **Manipulação dietética e recursos ergogênicos**

Até o momento, os efeitos de diferentes manipulações dietéticas sobre a EP durante exercícios auto selecionados tem recebido atenção limitada (Correia-Oliveira e colaboradores, 2014, 2017; Johnson e colaboradores, 2006; Lima-Silva e colaboradores, 2013; Rauch e colaboradores, 2005; Santos e colaboradores, 2013; Silva-Cavalcante e colaboradores, 2013), embora esse fator seja de extrema relevância para a prática do exercício físico.

Em um estudo conduzido por Rauch e colaboradores (2005) foi reportado que três dias de uma dieta com alto conteúdo de carboidrato resultou em um aumento na potência média durante um TCR de 60

minutos. Esse aumento na potência ocorreu logo após o primeiro minuto (~10 %) de exercício. Apesar das concentrações iniciais de glicogênio muscular terem sido significativamente diferentes, é interessante notar que a condição com alto carboidrato capacitou os atletas finalizarem a prova com o mesmo nível baixo de glicogênio muscular da condição controle.

Recentemente, uma redução no desempenho foi observada durante um TCR de média distância após um protocolo de depleção de glicogênio muscular (Lima-Silva e colaboradores, 2013).

Essa redução foi acompanhada por um início de alta intensidade mais curto, seguido por um sprint final menos intenso. Os autores atribuíram o prejuízo no final da prova a uma redução na atividade glicogenolítica. Adicionalmente, nós temos reportado que a depleção seletiva dos estoques de glicogênio muscular das fibras do tipo I e II também resultou em uma alteração na EP de ciclistas, com uma diminuição na potência mais evidenciada no início de um TCR de 4 km (Correia-Oliveira e colaboradores, 2014).

Juntos, os resultados desses estudos sugerem que a EP também pode ser determinada pelas concentrações iniciais de glicogênio muscular. O efeito ergogênico de outras substâncias sobre a EP também tem recebido atenção (Santos e colaboradores, 2013; Silva Cavalcante e colaboradores, 2013).

Nesse sentido, Santos e colaboradores (2013) investigaram os efeitos da ingestão de cafeína sobre a EP e o gasto energético durante uma prova de ciclismo de 4 km. Após a ingestão de cafeína os ciclistas finalizaram a prova significativamente mais rápida quando comparados a condição placebo. A potência externa e a contribuição anaeróbia também foram maiores quando os atletas ingeriram cafeína.

A partir desses resultados, os autores sugeriram que a cafeína aumenta a contribuição anaeróbia no terço médio de um TCR, resultando em uma melhora no desempenho total. Os efeitos benéficos da ingestão de cafeína sobre a EP também tem sido demonstrado mesmo após a depleção prévia dos estoques de glicogênio muscular, nos quais ciclistas foram capazes de adotar um RP mais agressivo após a ingestão de cafeína, revertendo o declínio no desempenho

associado com a baixa disponibilidade de carboidrato (Silva-Cavalcante e colaboradores, 2013).

Recentemente, nós demonstramos que a EP adotada por ciclistas treinados durante um TCR de 4 km, após a suplementação de bicarbonato de sódio ou cloreto de amônio, foi a mesma, entretanto, o RP foi mais conservador quando os mesmos estavam em um estado de acidose metabólica (Correia-Oliveira e colaboradores, 2017).

### **Presença do adversário**

Indiscutivelmente, um dos maiores influenciadores do RP em situações reais de competição é a presença do competidor. Essas alterações no RP são bastante comuns em eventos nos quais os atletas tentam escapar do seu principal oponente ou de um grupo de competidores com o intuito de vencer a competição. No entanto, até o presente momento há poucas evidências da influência direta do competidor sobre a regulação do RP.

Observações não publicadas, mas expostas por St. Clair Gibson e colaboradores (2006), sugerem que a percepção de esforço é reduzida se um atleta ultrapassar um grupo de competidores e as chances de vencer a corrida aumentarem. Em contrapartida, quando um atleta não é capaz de manter seu RP juntamente com os outros competidores, sendo deixado para trás, a percepção de esforço pode ser substancialmente elevada (St. Clair Gibson e colaboradores, 2006).

Recentemente, Corbett e colaboradores (2012) examinaram a influência do competidor sobre a EP e RP durante um TCR de 2 km. Para isso, 14 participantes realizaram três testes de familiarização, seguidos por dois testes experimentais realizados de maneira contrabalançada (um TCR controle e outro TCR manipulado, no qual o participante acreditava que estava competindo contra outro participante, mas na verdade estava competindo com o seu melhor tempo dos testes de familiarização).

Durante o TCR manipulado, uma tela de computador mostrava a imagem do outro suposto competidor. O desempenho no teste manipulado foi melhor do que a sua melhor familiarização e o TCR controle. O perfil de EP adotado demonstrou um início rápido seguido por uma diminuição na intensidade em todas as condições. Durante os primeiros 1 km, o RP

foi maior no TCR manipulado em relação ao TCR controle, sem diferenças entre o TCR manipulado e a sua melhor familiarização.

Entretanto, a partir desse ponto em diante, a intensidade de prova foi maior no TCR manipulado quando comparado a sua melhor familiarização, mas houve diferença entre o TCR manipulado e controle. A contribuição anaeróbia seguiu a mesma tendência da PP, com exceção dos primeiros 250 m, no qual a contribuição anaeróbia foi significativamente maior no TCR manipulado do que no TCR controle. Os autores atribuíram seus resultados a um aumento primário na contribuição anaeróbia, que parece ser mediado centralmente, e é consistente com o conceito da reserva fisiológica.

A influência do competidor durante um evento aparece como um dos principais fatores influenciadores do RP nos modelos de tomada de decisão (Renfree e colaboradores, 2014). Conforme demonstrado anteriormente, o desempenho inferior das maratonistas do grupo considerado menos apto fisicamente foi atribuído a uma tomada de decisão errada no início da prova e é provável que essa decisão inadequada tenha sido influenciada pela presença direta das outras competidoras (Renfree e St. Clair Gibson, 2013).

De fato, Renfree e colaboradores (2014) destacam que a presença do(s) competidor(es) direto(s) parece influenciar na intensidade de exercício selecionada por alguns competidores. Os autores sugerem que “ruídos ambientais” podem interferir na capacidade de tomar a decisão mais efetiva para realizar uma determinada prova.

### **Música**

Embora não seja permitido o atleta escutar música em competições oficiais, o uso da música é bastante frequente nas academias, em atividades físicas de lazer e em eventos amadores.

Tendo em vista a grande adesão da música nessas atividades e que tais atividades são praticadas pela grande maioria da população, não limitando o uso dessa ferramenta a um grupo específico de pessoas (ex.: atletas de alto rendimento), a música tem sido instrumento de estudos interessados em investigar, de fato, seus possíveis benefícios não apenas sobre o desempenho, mas também sobre a EP e o RP (Atkinson e

colaboradores, 2004; Lim e colaboradores, 2009; Lima-Silva e colaboradores, 2012; Hagen e colaboradores, 2013).

Lima-Silva e colaboradores (2012) demonstraram que escutar música nos primeiros 1,5 km, mas não nos últimos 1,5 km, de uma corrida de 5 km altera a EP e o RP, além de melhorar o desempenho. Durante as duas primeiras visitas, os autores submeteram 15 participantes a duas corridas de 5 km para estabelecer os seus melhores tempos (condição controle).

Nas visitas subsequentes, de maneira contrabalançada, os participantes completaram mais dois testes: um teste com música durante os primeiros 1,5 km (Minício) e outro teste com música apenas nos últimos 1,5 km (Mfinal). Na condição Minício a velocidade média durante os primeiros 1,5 km foi significativamente maior em relação ao teste controle mais rápido, mas não foram encontradas diferenças significativas entre as condições nos últimos 1,5 km.

O início mais rápido na condição Minício foi acompanhado por uma redução na escala de pensamentos associativos ao exercício (foco de atenção) quando comparado com o teste controle mais rápido. Não houve diferença entre as condições para a percepção de esforço.

Os autores sugeriram que escutar música no início de uma corrida de 5 km pode retirar o foco de atenção, possibilitando, assim, os participantes aumentarem suas velocidades de corrida sem alterações na sua percepção de esforço. Resultados similares foram encontrados por Atkinson e colaboradores (2004), os quais revelaram que a presença da música melhora o desempenho em um TCR de ciclismo de 10 km, com os maiores aumentos na velocidade ocorrendo nos primeiros 3 km da prova.

### **Outros fatores influenciando o RP**

Durante uma prova, outros fatores menos estudados, porém tão relevantes quanto os fatores apresentados aqui, como as oscilações de terreno, presença da torcida (adversária ou a favor), alterações bruscas de temperatura, nível de hidratação, suplementação durante a prova, informações relacionadas ao desempenho via parciais de tempo, motivação pessoal, instruções do treinador, entre outros, também podem ser

determinantes na escolha da EP e podem influenciar o RP e, por isso, merecem melhor atenção.

## CONCLUSÃO

Conforme apresentado na presente revisão, inúmeros fatores podem determinar e influenciar a EP e o RP, respectivamente. Diferentes modelos de explicação dos mecanismos envolvidos na regulação da EP e RP mais eficaz são apresentados a um nível central (cérebro) e também muscular.

Entretanto, tais mecanismos de regulação parecem ser mais ou menos eficazes, para explicar essas alterações na intensidade, em determinadas situações, de acordo os inúmeros fatores apresentados na presente revisão.

Embora os dados referentes à EP e o RP sejam apresentados em médias das amostras na grande maioria dos estudos, na prática, esses processos relacionados à escolha da EP e o RP adotado podem variar entre cada indivíduo e, conseqüentemente, gerar diferentes interpretações sobre os mecanismos de regulação, visto que em uma mesma prova, por exemplo: 1) um atleta pode programar a priori sua EP e ajusta-la continuamente durante a prova, sugerindo uma regulação central baseado em feedback aferentes, 2) outro atleta pode regular sua intensidade de exercício simplesmente baseado na sua percepção de esforço, 3) um outro pode tomar decisões baseadas em outros competidores, mas 4) alguns atletas também podem encerrar a prova antes mesmo do seu término ou diminuir seu RP por problemas musculares, sugerindo um controle mais a nível muscular.

Dessa forma, pesquisas adicionais são necessárias para melhor elucidar os mecanismos de regulação assim como os fatores determinantes e influenciadores da EP e RP, respectivamente.

## REFERÊNCIAS

1-Abbiss, C.R.; Laursen, P.B. Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. *Sports Medicine*. Vol. 38. Núm. 3. p. 239-252. 2008.

2-Abbiss, C.R.; Burnett, A.; Nosaka, K.; Green, J.P.; Foster, J.K.; Laursen, P.B. Effect of hot

versus cold climates on power output, muscle activation, and perceived fatigue during a dynamic 100-km cycling trial. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 28. Núm. 2. p. 117-125. 2010.

3-Ansley, L.; Robson, P.J.; St Clair Gibson, A.; Noakes, T.D. Anticipatory pacing strategies during supramaximal exercise lasting longer than 30 s. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 36. Núm. 2. p. 309-314. 2004.

4-Atkinson, G.; Wilson, D.; Eubank, M. Effects of music on work-rate distribution during a cycling time trial. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 25. Núm. 8. p. 611-615. 2004.

5-Billaut, F.; Bishop, D.J.; Schaefer, S.; Noakes, T.D. Influence of knowledge of sprint number on pacing during repeated-sprint exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 43. Núm. 4. p. 665-672. 2011.

6-Brehm, J.W.; Self, E.A. The intensity of motivation. *Annual Review of Psychology*. Vol. 40. p. 109-131. 1989.

7-Corbett, J.; Barwood, M.J.; Ouzounoglou, A.; Thelwell, R.; Dicks, M. Influence of competition on performance and pacing during cycling exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 44. Núm. 3. p. 509-515. 2012.

8-Correia-Oliveira, C.R.; Santos, R.A.; Silva-Cavalcante, M.D.; Bertuzzi, R.; Kiss, M.A.; Bishop, D.J.; Lima-Silva, A.E. Prior low- or high-intensity exercise alters pacing strategy, energy system contribution and performance during a 4-km cycling time trial. *PLoS One*. Vol. 9. Núm. 10. p. e110320. 2014.

9-Correia-Oliveira, C.R.; Lopes-Silva, J.P.; Bertuzzi, R.; Mcconell, G. K.; Bishop, D.J.; Lima-Silva, A.E.; Kiss, M.A.P.D. Acidosis, but Not Alkalosis, Affects Anaerobic Metabolism and Performance in a 4-km Time Trial. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 49. Núm. 9. p. 1899-1910. 2017.

10-Hagen, J.; Foster, C.; Rodríguez-Marroyo, J.; de Koning, J.J.; Mikat, R.P.; Hendrix, C.R.; Porcari, J.P. The effect of music on 10-km cycle time-trial performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Vol. 8. Núm. 1. p. 104-106. 2013.

# Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

[www.ibpex.com.br](http://www.ibpex.com.br) / [www.rbpfex.com.br](http://www.rbpfex.com.br)

- 11-Hanley, B. An analysis of pacing profiles of world-class racewalkers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Vol. 8. Núm. 4. p. 435-441. 2013.
- 12-Hastie, R. Problems for judgment and decision making. *Annual Review of Psychology*. Vol. 52. p. 653-683. 2001.
- 13-Hill, A.V.; Lupton, H. Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. *Quarterly Journal of Medicine*. Vol. 16. p.135-171. 1924.
- 14-Jeukendrup, A.; Saris, W.H.; Brouns, F.; Kester, A.D. A new validated endurance performance test. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 28. Núm. 2. p. 266-270. 1996.
- 15-Johnson, N.A.; Stannard, S.R.; Chapman, P.G.; Thompson, M.W. Effect of altered pre-exercise carbohydrate availability on selection and perception of effort during prolonged cycling. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 98. Núm. 1. p. 62-70. 2006.
- 16-Konings, M.J.; Hettinga, F.J. Pacing Decision Making in Sport and the Effects of Interpersonal Competition: A Critical Review. *Sports Medicine*. 2018.
- 17-Lambert, E.V.; St Clair Gibson, A.; Noakes, T.D. Complex systems model of fatigue: integrative homeostatic control of peripheral physiological systems during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 39. Núm. 1. p. 52-62. 2005.
- 18-Laursen, P.B.; Francis, G.T.; Abbiss, C.R.; Newton, M.J.; Nosaka, K. Reliability of time-to exhaustion versus time-trial running tests in runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 39. Núm. 8. p. 1374-1379. 2007.
- 19-Lim, H.B.; Atkinson, G.; Karageorghis, C.I.; Eubank, M.R. Effects of differentiated music on cycling time trial. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 30. Núm. 6. p. 435-42. 2009.
- 20-Lima-Silva, A.E.; Bertuzzi, R.C.; Pires, F.O.; Barros, R.V.; Gagliardi, J.F.; Hammond, J.; Kiss, M.A.; Bishop, D.J. Effect of performance level on pacing strategy during a 10-km running race. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 108. Núm. 5 p.1045-1053, Mar. 2010.
- 21-Lima-Silva, A.E.; Silva-Cavalcante, M.D.; Pires, F.O.; Bertuzzi, R.; Oliveira, R.S.; Bishop, D. Listening to Music in the First, but not the Last 1.5 km of a 5-km Running Trial Alters Pacing Strategy and Improves Performance. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 33. Núm. 10. p. 813-8. 2012.
- 22-Lima-Silva, A.E.; Correia-Oliveira, C.R.; Tenorio, L.; Melo, A.A.; Bertuzzi, R.; Bishop, D. Prior exercise reduces fast-start duration and end-spurt magnitude during cycling time-trial. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 34. Núm. 8. p. 736-741. 2013.
- 23-Macintosh, B.R.; Shahi, M.R. A peripheral governor regulates muscle contraction. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. Vol. 36. Núm. 1. p. 1-11. 2011.
- 24-Marcora, S.M. Do we really need a central governor to explain brain regulation of exercise performance? *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 104. Núm. 5. p. 929-931. 2008.
- 25-Marcora, S.M. Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 106. Núm. 6. p. 2060-2062. 2009.
- 26-Marcora, S. Counterpoint: Afferent feedback from fatigued locomotor muscles is not an important determinant of endurance exercise performance. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 108. Núm. 2. p.452-452. 2010.
- 27-Mauger, A.R.; Jones, A.M.; Williams, C.A. Influence of feedback and prior experience on pacing during a 4-km cycle time trial. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 41. Núm. 2. p. 451-458. 2009.
- 28-McGibbon, K.E.; Pyne, D.B.; Shephard, M.E.; Thompson K.G. Pacing in Swimming: A Systematic Review. *Sports Medicine*. Vol. 48. Núm. 7. p. 1621-1633. 2018.

- 29-Micklewright, D.; Papadopoulou, E.; Swart, J.; Noakes, T. Previous experience influences pacing during 20 km time trial cycling. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 44. Núm. 13. p. 952-960. 2010.
- 30-Noakes, T.D. Physiological models to understand exercise fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. Vol. 10. Núm. 3. p. 123-145. 2000.
- 31-Noakes, T.D. Fatigue is a Brain-Derived Emotion that Regulates the Exercise Behavior to Ensure the Protection of Whole-Body Homeostasis. *Frontiers in physiology*. Vol. 3. p. 1-13. 2012.
- 32-Noakes, T.D.; Peltonen, J.E.; Rusko, H.K. Evidence that a central governor regulates exercise performance during acute hypoxia and hyperoxia. *The Journal of Experimental Biology*. Vol. 204. Núm. 18. p. 3225-3234. 2001.
- 33-Pageaux, B. The psychobiological model of endurance performance an effort-based decision-making theory to explain self-paced endurance performance. *Sports Medicine*. Vol. 44. Núm. 9. p.1319-1320. 2014.
- 34-Paterson, S.; Marino, F.E. Effect of deception of distance on prolonged cycling performance. *Perceptual and Motor Skills*. Vol. 98. Núm. 3. p. 1017-1026. 2004.
- 35-Rauch, H.G.; St Clair Gibson, A.; Lambert, E.V.; Noakes, T.D. A signalling role for muscle glycogen in the regulation of pace during prolonged exercise. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 39. Núm. 1. p. 34-38. 2005.
- 36-Renfree, A.; St. Clair Gibson, A. Influence of different performance levels on pacing strategy during the Women's World Championship marathon race. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Vol. 8. Núm. 3. p. 279-285. 2013.
- 37-Renfree, A.; Martin, L.; Micklewright, D.; St Clair Gibson, A. Application of decision-making theory to the regulation of muscular work rate during self-paced competitive endurance activity. *Sports Medicine*. Vol. 44. Núm. 2. p. 147-158. 2014.
- 38-Roelands, B.; Koning, J.; Foster, C.; Hettinga, F.; Meeusen, R. Neurophysiological determinants of theoretical concepts and mechanisms involved in pacing. *Sports Medicine*. Vol. 43. Núm. 5. p. 301-311. 2013.
- 39-Santos, R.A.; Kiss, M.A.; Silva-Cavalcante, M.D.; Correia-Oliveira, C.R.; Bertuzzi, R.; Bishop, D.J.; Lima-Silva, A.E. Caffeine alters anaerobic distribution and pacing during a 4000-m cycling time trial. *PLoS One*. Vol. 8. Núm. 9. p. e75399. 2013.
- 40-Silva-Cavalcante, M.D.; Correia-Oliveira, C.R.; Santos, R.A.; Lopes-Silva, J.P.; Lima, H.M.; Bertuzzi, R.; Duarte, M.; Bishop, D.J.; Lima-Silva, A.E. Caffeine increases anaerobic work and restores cycling performance following a protocol designed to lower endogenous carbohydrate availability. *PLoS One*. Vol. 8. Núm. 8. p. e72025. 2013.
- 41-Shephard, R.J. Is it time to retire the 'central governor'? *Sports Medicine*. Vol. 39. Núm. 9. p. 709-721. 2009.
- 42-Skorski, S.; Abbiss, C.R. The Manipulation of Pace within Endurance Sport. *Frontiers in Physiology*. Vol. 8. p. 102. 2017.
- 43-Smits, B.L.; Pepping, G.J.; Hettinga, F.J. Pacing and decision making in sport and exercise: the roles of perception and action in the regulation of exercise intensity. *Sports Medicine*. Vol. 44. Núm. 6. p. 763-775. 2014.
- 44-St Clair Gibson, A.; Noakes, T.D. Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 38. Núm. 6. p.797-806. 2004.
- 45-St Clair Gibson, A.; Baden, D.A.; Lambert, M.I.; Lambert, E.V.; Harley, Y.X.; Hampson, D.; Russell, V.A.; Noakes, T.D. The conscious perception of the sensation of fatigue. *Sports Medicine*. Vol. 33. Núm. 3. p. 167-176. 2003.
- 46-St Clair Gibson, A.; Lambert, E.V.; Rauch, L.H.; Tucker, R.; Baden, D.A.; Foster, C.; Noakes, T.D. The role of information

processing between the brain and peripheral physiological systems in pacing and perception of effort. *Sports Medicine*. Vol. 36. Núm. 8. p. 706-722. 2006.

47-Stone, M.R.; Thomas, K.; Wilkinson, M.; St Clair Gibson, A.; Thompson, K.G. Consistency of perceptual and metabolic responses to a laboratory-based simulated 4,000-m cycling time trial. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 111. Núm. 8. p. 1807-1813. 2011.

48-Swart, J.; Lamberts, R.P.; Lambert, M.I.; Lambert, E.V.; Woolrich, R.W.; Johnston, S.; Noakes, T.D. Exercising with reserve: exercise regulation by perceived exertion in relation to duration of exercise and knowledge of endpoint. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 43. Núm. 10. p. 775-781. 2009.

49-Swart, J.; Lindsay, T.R.; Lambert, M.I.; Brown, J.C.; Noakes, T.D. Perceptual cues in the regulation of exercise performance - physical sensations of exercise and awareness of effort interact as separate cues. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 46. Núm. 1. p. 42-48. 2012.

50-Tucker, R.; Rauch, L.; Harley, Y.X.; Noakes, T.D. Impaired exercise performance in the heat is associated with an anticipatory reduction in skeletal muscle recruitment. *Pflügers Archiv: European Journal of Physiology*. Vol. 448. Núm. 4. p. 422-430. 2004.

51-Tucker, R. The anticipatory regulation of performance: the physiological basis for pacing strategies and the development of a perception-based model for exercise performance. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 43. Núm. 6. p. 392-400. 2009.

52-Ulmer, H.V. Concept of an extracellular regulation of muscular metabolic rate during heavy exercise in humans by psychophysiological feedback. *Experientia*. Vol. 52. Núm. 5. p. 416-20. 1996.

53-Weir, J.P. Is fatigue all in your head? A critical review of the central governor model. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 40. Núm. 7. p. 573-586. 2006.

54-Zavorsky, G.S.; Murias, J.M.; Gow, J.; Kim, D.J.; Poulin-Harnois, C.; Kubow, S.; Lands, L.C. Laboratory 20-km cycle time trial reproducibility. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 28. Núm. 9. p. 743-748. 2007.

#### **Conflito de interesse**

Os autores declaram não ter conflito de interesse.

Recebido para publicação 01/07/2018

Aceito em 27/01/2019