

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
MESTRADO EM NUTRIÇÃO**

ALAN LINS FERNANDES

PACING E FASE DO DIA NO CICLISMO

**MACEIÓ
2013**

DOCUMENTO RECEBIDO
Data: 17/09/2014
M^o Sallouze Borison

ALAN LINS FERNANDES

PACING E FASE DO DIA NO CICLISMO

Dissertação apresentada à Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Alagoas como requisito à obtenção do título de Mestre em Nutrição.

Orientador: Profº Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva

MACEIÓ
2013



**MESTRADO EM NUTRIÇÃO
FACULDADE DE NUTRIÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS**



Campus A. C. Simões
BR 104, km 14, Tabuleiro dos Martins
Maceió-AL 57072-970
Fone/fax: 81 3214-1160

**PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE
DISSERTAÇÃO**

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO
ALAN LINS FERNANDES**

Aos 29 dias do mês de março do ano de 2013 reuniu-se na sala Profª Diana Chagas, às 14:00 horas, a banca examinadora de dissertação do mestrando Alan Lins Fernandes. A banca foi composta pelos Professores Doutores Tiago Gomes de Andrade (ICBS/UFAL), Bruno Gualano (USP) e Adriano Eduardo Lima da Silva (FANUT/UFAL), ao qual coube a presidência dos trabalhos. Aberta a sessão, o candidato fez uma explanação oral de 30 minutos de sua dissertação de mestrado intitulada: "Pacing no ciclismo: efeito do período do dia". Em seguida, os membros da referida banca arguíram o candidato por 2h 20'. Logo após, os membros da banca examinadora, em sessão fechada e secreta elaboraram o parecer considerando o candidato Aprovado. Sem mais a tratar, Adriano Eduardo Lima da Silva lavrou a presente ata, que vai assinada por todos os integrantes da banca.

Maceió, 29 de março de 2013.

Presidente da banca examinadora.

Examinador.

Examinador.

Aquele que é o mesmo ontem, hoje e sempre...

Deus da minha existência.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela sua infinita sabedoria, amor e misericórdia.

À Universidade Federal de Alagoas pela oportunidade hora concedida.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas pelo fomento direcionado à ideia proposta.

Aos meus pais (Amaro Fernandes e Eliane Ferreira), os quais me ensinaram que os valores das pessoas sobrepujam os das coisas.

Aos meus irmãos(ãs), familiares, amigos, mestres e professores que contribuíram de forma direta em minha aprendizagem, permitindo, deste modo transcender as dependências físicas dos centros educacionais a partir das relações humanas.

À Cristianni Gusmão Cavalcante, um exemplo de resiliência que tornou-se minha rede e apoio social.

Ao meu orientador Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva por sua paciência, direção e confiança depositada.

Aos professores Dr. Bruno Gualano e Dr. Tiago Gomes de Andrade por aceitarem o convite à banca e todas contribuições propostas ao presente trabalho.

Ao Grupo de Pesquisa em Ciências do Esporte – GPCE por suas ricas discussões acadêmicas.

À turma de 2011 do Mestrado em Nutrição da UFAL.

RESUMO

As estratégias de ritmo, também denominadas como *pacing* , é um dos principais fatores determinantes do desempenho, apesar de existir poucas evidências na literatura mencionarem a estratégia ideal para diferentes tipos de provas. Alguns outros fatores, tais como ritmicidade circadiana, variações hormonais e metabólicas, estado de alerta, estado de humor, condições iniciais dos atletas e fatores ambientais demonstram-se capazes de interferir diretamente no atleta e podem resultar no melhor desempenho, embora o presente autor desconheça relatos na literatura que mencionem conjuntamente os efeitos de algumas destas variáveis sobre o *pacing* em provas contra-relógio de curta duração em diferentes fases do dia. Desta forma, a presente dissertação apresenta dois artigos: o primeiro, uma revisão narrativa com o objetivo de demonstrar o estado da arte sobre os tipos de *pacing* , seus mecanismos de regulação, influência dos fatores ambientais e circadianos. O segundo objetivo corresponde ao artigo original que teve o intuito de verificar os efeitos de diferentes fases do dia (manhã vs. Tarde) sobre o *pacing* , desempenho, respostas fisiológicas, metabólicas e psicológicas em provas contra-relógio de ciclismo de 1000-m. Conforme as evidências do artigo de revisão, os eventos de menor duração geralmente iniciam-se e mantêm-se em elevados valores de potência ao longo da prova, caracterizado por um *pacing* "all-out". Já as tarefas de moderada à longa duração tendem a iniciar com valores menores de potência que podem se manter numa média durante toda a prova (*pacing* constante), aumentar (*pacing* negativo), diminuir (*pacing* positivo), ou ainda, apresentar comportamentos variados (*pacing* parabólico ou variados). Os complexos mecanismos de regulação do *pacing* baseiam-se nos processos de teleantecipação, de modo que alguns dos fatores ambientais (ex., temperatura e conteúdo de oxigênio ambiente), aspectos motivacionais e experiências prévias representam componentes capazes de exercer influências na estratégia adotada e, conseqüentemente, no resultado final. Já as evidências do estudo original realizado com nove ciclistas recreacionais em quatro visitas ao laboratório, demonstraram uma tendência ao menor tempo para completar a prova durante a tarde em detrimento da manhã. Ainda durante a tarde, foram evidenciados maiores concentrações de GH acompanhado de valores elevados de glicose, temperatura sublingual e afetividade com menores concentrações de cortisol, o que dá indícios de um ambiente mais favorável ao melhor desempenho com menores efeitos catabólicos na fase da tarde apesar de não ter sido evidenciado diferenças significativa no *pacing* entre manhã e tarde. Finalmente, com base nos achados, a presente dissertação demonstra evidências do melhor desempenho durante a tarde, sincrônica com algumas variações metabólicas, fisiológicas e psicológicas também encontradas nesta fase do dia.

Palavras-chave: Ciclismo. *Pacing* . Fase do dia. Fisiológicas. Metabólicas. Psicológicas.

ABSTRACT

The pacing strategy is one of the main determinants of performance, despite with few evidences indicating the optimal pacing strategy for different kinds of race. Some factors such as circadian rhythm, hormonal and metabolic changes, alertness, mood, athlete's initial conditions and environmental factors are able to directly interfering in pacing strategy result in a better performance, although the effects of day phases is unknown. Thus, the present dissertation presents two studies: the first is a narrative review with the aim to demonstrate data about the types of pacing, their regulatory mechanisms, and environmental and circadian factors. The second, an original article, aimed to investigate the effects of different phases of day (morning vs. evening) on pacing strategy, performance, physiological, metabolic and psychological responses during a 1000-m cycling time trial. As evidenced in the review article, the short term events usually begin and remain at high power output values throughout the race, characterized by an "all-out" pacing strategy. Moderate to long duration tasks tend to start with lower power output and keep either an average throughout the race (even pacing strategy), or increase (negative pacing strategy), or decrease (positive pacing strategy), or even present varied behaviors (parabolic or varied pacing strategy). The complex regulatory mechanisms of pacing strategy is based on the teleantecipation processes, so some of the environmental factors (e.g., temperature and oxygen content environment), motivational aspects and previous experiences represent components capable of exerting influence on the pacing strategy adopted and consequently, the end result. In the original article, nine recreational cyclists demonstrated a trend to reduce time to complete the task in the evening than in the morning. During the evening, they had higher concentrations of GH, which was accompanied by high levels of glucose, sublingual temperature and affectivity, and lower concentrations of cortisol, suggesting a more favorable environment for better performance. However, pacing strategy was similar between morning and evening. Based on these findings, the present dissertation shows evidence of improved performance in the evening, with some synchronous metabolic, physiological and psychological variations.

Keywords: Cycling. Pacing Strategy. Phase of day. Physiological. Metabolic. Psychological.

LISTA DE FIGURAS

2º artigo: Efeito da fase do dia sobre pacing, desempenho e respostas fisiológicas, metabólicas e psicológicas em provas de ciclismo de 1000 metros?

Figura 1	Protocolo Experimental.....	45
Figura 2	Média e DP do tempo para completar os 1000-m CR de ciclismo entre manhã (morning) e tarde (evening).....	52

LISTA DE ABREVIATURAS

CR – Contra Relógio

CVM – Contração voluntária máxima

EMG – Eletromiografia

FC – Frequência Cardíaca

GH – Hormônio do crescimento

CK- Creatina Quinase

MAOD – Acúmulo Máximo do Déficit de Oxigênio

NaCl – Cloreto de sódio

PP – Produção de Potência

PSE – Percepção Subjetiva de Esforço

RC – Ritmo Constante

SL – Saída Lenta

SNC – Sistema Nervoso Central

SR – Saída Rápida

VE – Ventilação

VL – Músculo Vasto Lateral

VO₂ – Volume do consumo de oxigênio

VO₂ pico – Pico do Volume do consumo de oxigênio

VO_{2max} – Volume Máximo do consumo de oxigênio

VP – Velocidade de pedal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	11
2 ARTIGO DE REVISÃO NARRATIVA	
Pacing: tipos de estratégia, mecanismo de regulação, influência dos fatores ambientais e circadianos.....	13
3 ARTIGO ORIGINAL	
Efeito da fase do dia sobre pacing, desempenho e respostas fisiológicas, metabólicas e psicológicas em provas de ciclismo de 1000 metros.....	38
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
REFERÊNCIAS	65
APÊNDICE Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	67
ANEXO A Escala de Humor de Brunel (BRUMS)	70
ANEXO B Questionário de Cronotipos (Horne and Östberg, 1976)	71
ANEXO C Registro Alimentar	73

1 INTRODUÇÃO GERAL

O pacing é caracterizado como uma variação na produção de potência ao longo da prova com intuito de realizar a tarefa no menor tempo possível com menor gasto energético (Foster et al., 1993; Foster et al.; 1994, De Koning et al.; 1999), representando uma importante ferramenta para a otimização do desempenho em alguns eventos atléticos, tais como, corrida (Lima-Silva et al.; Bath et al., 2012), natação (Saavedra et al., 2012), ciclismo (Corbett et al., 2012; Renfree et al., 2011). Em eventos com característica similares às provas de ciclismo de 1000-m contra-relógio (curta duração e alta intensidade) tem sido evidenciado efeitos benéficos das manipulações no pacing (Foster et al., 2004, Atkinson et al., 2003). De modo geral, estudos têm demonstrado que em exercícios supramáximos de $\dot{V}O_2\text{max}$, ambas as vias energéticas metabólicas (aeróbias e anaeróbias) exercem um importante papel no desempenho (Gastin, 2001), embora a via anaeróbia pareça ser a prevalente em virtude de sua amplamente utilização, principalmente na saída da estratégia "all-out" (Medbo e Tabata, 1993; Withers et al., 1993).

Algumas evidências sugerem que a contribuição do sistema anaeróbio pode ser aumentada durante a tarde comparada com a manhã, provavelmente em virtude dos valores de temperatura corporal apresentar seus picos neste período do dia (Souissi et al., 2004; 2007). Carrier e Monk (2000) sugerem que o ritmo circadiano endógeno do desempenho físico seria controlado pelo mesmo marcador que direciona o ritmo endógeno da temperatura corporal, permitindo-nos considerar a temperatura corporal como um importante mediador para um ambiente endógeno mais favorável ao melhor desempenho. Os fatores hora mencionados denotam possíveis influências dos aspectos circadianos sobre o desempenho, embora não seja do conhecimento do autor a existência de estudos que até o presente momento tenham testado diretamente a relação entre diferentes fases do dia e pacing.

Os poucos estudos cujo desenho experimental intencionou analisar os efeitos circadianos no desempenho utilizaram testes com pouca validade ecológica (Jump teste, Wingate ou teste até exaustão) que não nos permite mensurar o pacing adotado pelos atletas (Souissi et al., 2004; Bessot et al., 2006; Giacomoni et al., 2006; Souissi et al., 2007, 2010; Racinais et al., 2005a, 2005b, 2010).

Outros fatores, tais como as variações hormonais e metabólicas, estado de alerta, estado de humor, condições iniciais dos atletas e fatores ambientais demonstram-se capazes de interferir diretamente no atleta e podem resultar no

melhor desempenho, embora o presente autor desconheça relatos na literatura que mencionem conjuntamente os efeitos de algumas destas variáveis sobre o pacing em provas contra-relógio de curta duração em diferentes fases do dia. Desta forma, a presente dissertação apresenta dois artigos: sendo o primeiro, uma revisão narrativa com o objetivo de demonstrar o estado da arte sobre os tipos de pacing, seus mecanismos de regulação, influência dos fatores ambientais e circadianos. O segundo objetivo corresponde ao artigo original que verificou os efeitos de diferentes fases do dia (manhã vs. Tarde) sobre o pacing, desempenho, respostas fisiológicas, metabólicas e psicológicas em provas contra-relógio de ciclismo de 1000-m por meio da percepção subjetiva de esforço (PSE), temperatura sublingual, estado de humor, concentrações plasmáticas e séricas de alguns marcadores (adrenalina, noradrenalina, insulina, glucagon, cortisol, testosterona livre e total, glicose, creatina quinase, uréia, ácido úrico e creatinina) com a intenção de obter respaldos fisiológicos, metabólicos e psicológicos sobre possíveis diferenças no desempenho mediante as distintas fases do dia.

2 ARTIGO DE REVISÃO NARRATIVA

PACING: TIPOS DE ESTRATÉGIA, MECANISMO DE REGULAÇÃO, INFLUÊNCIA DOS FATORES AMBIENTAIS E CIRCADIANOS

RESUMO

O pacing é um dos principais fatores determinantes do desempenho. Apesar de poucas evidências na literatura acerca das estratégias mais recomendadas para os diferentes tipos de provas, compreender seus tipos e possíveis fatores intervenientes (fisiológicos e ambientais) pode representar o melhor desempenho. Portanto, o presente trabalho demonstrou o estado da arte sobre os tipos de pacing, mecanismos de regulação, influência dos fatores ambientais e circadianos. Conforme as evidências, os eventos de menor duração geralmente iniciam-se e mantêm-se em elevados valores de potência ao longo da prova, caracterizado por um pacing “all-out”. Já as tarefas de moderada à longa duração tendem a iniciar com valores menores de potência que podem se manter numa média durante toda a prova (pacing constante), aumentar (pacing negativo), diminuir (pacing positivo), ou ainda, apresentar comportamentos variados (pacing parabólico ou variados). Os complexos mecanismos de regulação do pacing baseiam-se nos processos de teleantecipação, de modo que alguns dos fatores ambientais (ex., temperatura e conteúdo de oxigênio ambiente), aspectos motivacionais e experiências prévias representam componentes capazes de exercer influências na estratégia adotada e, conseqüentemente no resultado final, apesar das poucas evidências entre os efeitos circadianos e o desempenho.

Palavras-chave: Pacing. Ciclismo. Mecanismo de Regulação. Fatores Ambientais. Ritmos Circadianos.

ABSTRACT

The pacing strategy is one of the main factors determining performance. Although there is little evidence in the literature about the recommended pacing strategies for different kinds of events, understand their types and intervening factors (physiological and environmental) may represent the best performance. Therefore, the present review demonstrated data about the types of pacing, their regulatory mechanisms, influences of environmental and circadian factors. It was found that in

short term events usually begin and remain at high power output values throughout the race, characterized by an "all-out" pacing strategy. Since the tasks of moderate to long duration tend to start with lower power output than all-out, they can keep an average throughout the race (even pacing strategy), increase (negative pacing strategy), decrease (positive pacing strategy), or even present varied behaviors (parabolic or varied pacing strategy). The complex regulatory mechanisms of pacing strategy based on the teleanticipation processes, so some of the environmental factors (e.g., temperature and oxygen content environment), motivational aspects and previous experiences represent components capable of exerting influence on the pacing strategy adopted and consequently in the final result, despite little evidence between circadian effects and performance.

Key-words: Pacing Strategy. Cycling. Regulatory Mechanism. Environmental Factors. Circadian Rhythms.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as estratégias de ritmo, também conhecidas como pacing, têm demonstrado um importante papel nos eventos atléticos. O pacing pode ser definido como a variação na produção de potência (PP) ou velocidade que ocorre ao longo de uma determinada prova, com o objetivo de regular o gasto energético e concluir a tarefa em um menor tempo possível (Foster et al., 1993; Foster et al.; 1994, De Koning et al.; 1999). Em provas onde a velocidade é relativamente alta (ex: ciclismo), esta definição compreende a distribuição do esforço fisiológico, intensidade ou potência do exercício em vez de exclusivamente a velocidade (Atkinson et al., 2007a), porque há momentos na prova (por exemplo, subidas no ciclismo de estrada ou ventos com resistência oposta ao participante) em que a velocidade é baixa, enquanto a potência é alta, ou, no caso de descidas e ventos a favor, esta ordem se dá de maneira inversa (Chapman et al., 2009).

As estratégias podem ser auto-selecionadas ou impostas e está presente em diversos segmentos esportivos, dentre os quais, corridas (Lima-Silva et al.; Bath et al., 2012), skate (Muehlbauer et al., 2010), natação (Saavedra et al., 2012), deca iron triathlon (Herbst et al., 2011), pentatlo (Le Meur et al., 2011a), maratona (March et al., 2011), triathlon (Le Meur et al., 2011b; Hausswirth et al., 2010; Vleck et al., 2008) e ciclismo (Yaichroen et al.; Martin et al.; Boswell; Corbett et al., 2012; Renfree

et al., 2011). Além disso, em crianças ou adolescentes com idade escolar (Micklewright et al., 2012), adultos (Corbett et al., 2012) ou indivíduos destreinados (Williams et al., 2012), todos apresentam algum tipo de pacing durante tarefas esportivas que possuem um ponto final determinado.

A variedade dos tipos de pacing tem sido observada durante diferentes tipos e condições dos exercícios (Foster et al., 1994; St Clair Gibson et al., 2006; Abbiss & Laursen, 2008a). Os tipos mais comuns de pacing são "all-out", positiva, negativa, constante, em forma parabólica e variada (Abbiss & Laursen, 2008a). Neste cenário, o pacing adotado pelos sujeitos é tão importante quanto a eficiência no uso das reservas energéticas, pois ela compreende um dos fatores que permite aos atletas concluir a tarefa em um menor tempo possível.

Nos últimos anos, além da descrição dos tipos de pacing, estudos têm investigado o mecanismo fisiológico pelo qual o pacing é regulado (Ulmer, 1996; Gibson & Noakes, 2004). A princípio aceitou-se a hipótese de um "regulador central" que direcionava a ativação muscular (Abbiss & Laursen, 2008a) levando em consideração as respostas periféricas como parte integrante deste sistema antes e durante a atividade (St. Clair Gibson & Noakes, 2004). Esta idéia foi inicialmente proposta por Ulmer (1996) e corresponde ao que ele denominou como "teleantecipação", o qual se baseia na relação entre os sistemas periférico e nervoso central (SNC), de modo que a medida produto seria a Percepção Subjetiva do Esforço (PSE) e, portanto, refletiria diretamente na regulação do pacing.

Tem sido bem elucidado na literatura que a temperatura do ambiente, hiperóxia, hipóxia, duração do evento, fatores motivacionais, luz, som, ventos, experiências prévias, feedback externo, competitividade são alguns dos fatores que estão presentes em situações de competições e que podem influenciar a estratégia de prova. Entretanto, mediante a diversidade ambiental nos eventos atléticos, pouco se tem estabelecido acerca das alterações no desempenho que ocorrem em decorrência das mudanças ambientais (Aisbett et. al., 2009a, 2009b; Tucker & Noakes, 2009) e mais especificamente a possível relação entre ritmos circadianos e pacing.

Desta forma, o objetivo da presente revisão foi investigar os tipos de pacing, seus mecanismos de regulação, influência dos fatores ambientais e circadianos.

1. TIPOS DE PACING

A variedade nos tipos de pacing tem sido observada durante diferentes tipos de provas (Foster et al., 1994; St Clair Gibson et al., 2006; Abbiss & Laursen, 2008a). Dentre as estratégias mais comuns encontram-se a "all-out", positiva, negativa, constante, em forma parabólica e variada (Abbiss & Laursen, 2008a). Abaixo são descritas cada uma delas detalhadamente.

1.1 Pacing "All-out"

De modo geral, o "all-out" pode ser caracterizado como uma aplicação de potência máxima logo no início da prova e tem a intenção de permanecer em valores de potência elevados até o final da tarefa, apesar de haver uma gradativa queda na produção de potência após os instantes iniciais. Van Ingen Schenau et al. (1992) defendeu que, em eventos curtos (exemplo: 100 m de corrida ou 1000 m no ciclismo), a estratégia ideal seria o "all-out".

Durante uma prova de 100 m, os corredores mundiais chegam a gastar mais da metade da prova na fase de aceleração, e estima-se que a demanda do trabalho necessária para alterar a energia cinética corporal restante represente apenas 20-25% da energia total (Abbiss & Laursen, 2008a). Portanto, o custo associado com a aceleração pode interferir significativamente no desempenho em provas curtas (Van Ingen Schenau et al., 1992). Para esse tipo de prova, a estratégia all-out torna-se a mais recomendada.

A energia cinética é resultante do movimento. Graças a ela o gasto energético para manter um ritmo constante é menor que a energia necessária para acelerar no início da prova, pois a cada aceleração, a velocidade em cada instante precisa ser maior que a velocidade anterior. Diante disso, pode-se assumir como se uma "nova inércia" estaria sendo rompida para permitir aumentar a aceleração em cada instante da prova. Portanto, Abbiss & Laursen (2008a) assume que em virtude do aumento da energia cinética, a energia necessária para manter um ritmo constante é menor que a energia requerida para acelerar, especialmente quando a inércia é maior (por exemplo, maior massa e velocidade).

Uma vez que este gasto energético necessário para a aceleração é inevitável, acredita-se que a energia mal distribuída no começo desses eventos de curta duração, como alguma potência submáxima inicial abaixo da potência ótima, resulte em maior tempo de prova e queda no desempenho (Van Ingen Schenau et al., 1992; de Koning et al., 1999). Esta hipótese nos permite acreditar que iniciar a prova em

alta potência e tentar mantê-la no decorrer da mesma contribua para minimizar a perda de energia cinética no final.

Portanto, os eventos de curta duração (< 1 minuto) podem ser beneficiados a partir de um pacing "all-out", apesar de uma parte da energia de saída ser perdida para a resistência de fricção (Van Ingen Schenau et al., 1992; de Koning et al., 1999). Entretanto, o pacing "all-out" não é recomendado para esforços mais longos (> 1 minuto), pois nesse caso existe um maior tempo submetido às resistências aerodinâmicas ou hidrodinâmicas, e isso contribui para um maior custo energético em relação ao gasto para aceleração (Foster et al., 2004; Atkinson et al., 2003; Foster et al., 1993; Atkinson & Brunskill, 2000).

1.2 Pacing positivo

Conforme Abbiss & Laursen (2008a), o pacing positivo é compreendido como um declínio gradual da velocidade do atleta no decorrer do evento em função do tempo. Durante eventos de corrida, esta estratégia tem mostrado um claro perfil (Corbet, 2009a). Por exemplo, Tucker et al. (2006a) evidenciou em uma prova de 800 m que o pacing característico é uma saída rápida com progressiva diminuição da velocidade até o final, sem a presença de algum *sprint* final.

Assim como Tucker et al (2006a), Sandals et al. (2006) sugeriu que nas corridas de 800m a estratégia empregada em competições internacionais é o pacing positivo. Cerca de 2% dos recordes mundiais são executados com os primeiros 200 m a uma intensidade equivalente a 107,4% da média de velocidade da prova; na metade da prova e nos últimos 200 m, a intensidade cai para 98,3% e 97,5%, respectivamente. Ao comparar o pacing positivo com o pacing de ritmo constante (Sandals et al., 2006), o consumo de oxigênio (VO_2) apresentou maiores valores no primeiro ($92,5 \pm 3,1$ % vs $89,3 \pm 2,4$ %, respectivamente), sugerindo que uma saída positiva levaria a um melhor desempenho e maior intensidade relativa.

Corbett (2009a) realizou estudo por meio dos registros de tempo total dos campeonatos mundiais 2007 e 2008 com o objetivo de investigar o pacing adotado durante prova de ciclismo contra-relógio (CR) de 1 km. As estratégias adotadas pelos atletas em cada campeonato foram similares, ambas caracterizadas por pacing positivo. A primeira volta (250 m), a qual foi utilizada para vencer a inércia, apresentou a correlação mais forte com o tempo total de prova ($r = 0,73$; $p < 0,01$), demonstrando a importância de uma largada rápida na determinação do tempo total

da tarefa. Contudo, nesse estudo foi analisada apenas a velocidade, sendo interessantes os estudos que investiguem também a produção de potência.

Ao avaliar o padrão espontâneo de gasto energético em ciclistas bem treinados sob diferentes contra-relógio (500 m, 1000 m, 1500 m e 3000 m), Foster et al. (2004) evidenciaram que a estratégia mais observada no teste de 1500 m foi o pacing positivo. Já os testes de 500 m e 1000 m foram caracterizados por maiores valores de potência apenas após uma fase inicial (até 300 m) de menor potencia, com progressiva queda posteriormente aos 300m iniciais, enquanto na prova de 3000 m o pacing predominante foi o de ritmo constante.

Apesar de não haver um consenso na literatura sobre qual a prova ideal para se adotar o pacing positivo, acredita-se que esta estratégia poderia lograr êxito em tarefas de moderada duração (2 – 4 minutos), onde romper a inércia com alta potencia no início ainda gere benefício na performance final. Dessa forma, a estratégia de pacing positivo pode ser considerada uma extensão da estratégia “all-out”, que é empregada também em provas curtas, porém não tão curtas quanto às utilizadas em provas de curtíssima duração (< 1 minuto). Contudo, o pacing ideal para algumas provas mais longas (> 4 minutos) ainda é pouco evidente e requer maiores investigações (Abbiss & Laursen, 2008a).

1.3 Pacing Negativo

Considera-se uma estratégia negativa o aumento gradativo na velocidade ao longo do evento (Abbiss & Laursen, 2008a), geralmente caracterizado por uma saída mais lenta, que pode estar acompanhado de menor e/ou mais tardia concentração de lactato sanguíneo (Mattern et al., 2001) e diminuição do consumo de oxigênio (VO_2) (Sandals et al., 2006). Estes pressupostos fundamentam-se nos achados de Mattern et al. (2001) ao comparar os pacing positivos e negativos com um pacing auto-selecionado durante o ciclismo contra-relógio de 20 km, onde a Potência ($W.kg^{-1}$), VO_2 ($L.min^{-1}$) e $\%VO_2$ relativo ao Limiar de Lactato foram significativamente menores nos minutos iniciais da prova no pacing negativo. Além disso, a saída relativamente baixa, isto é, pacing negativo (15% menor que a auto-selecionada) demonstrou menor média de tempo final, quando comparado com a saída relativamente alta, isto é, pacing positivo (15 % maior que a auto-selecionada).

Em provas consideradas de média a longa duração (> 4 minutos), as evidências apontam o pacing negativo como um dos mais utilizados (Abbiss &

Laursen et al., 2008a). Possivelmente, os atletas optem por aumentar gradativamente a potência (Foster et al., 2004; Mattern et al., 2001; Nikolopoulos et al., 2001; Albertus et al., 2005; Abbiss & Laursen et al., 2008a) e a velocidade (Foster et al., 2004; Abbiss & Laursen et al., 2008a) até o final do evento. Entretanto, existem outros tipos de pacing que poderiam ser utilizados também em provas longas e a comparação entre elas em termos de melhor desempenho final não está totalmente elucidado na literatura.

1.4 Pacing Constante

Como o próprio nome sugere, o pacing constante diz respeito às pequenas variações de potência que ocorrem aleatoriamente ao longo de um valor médio, desde a saída até o final da tarefa, demonstrando certa estabilidade ao longo da prova. Diferentemente do que ocorre nos eventos de curta duração, onde a estratégia de largada pode influenciar significativamente o desempenho final (Abbiss & Laursen et al., 2008a), em eventos com maior duração parece plausível assumir que esta fase de largada exerce menos influência (Foster et al., 1994; Foster et al., 2004), possivelmente em virtude do menor tempo gasto na fase de aceleração (Abbiss & Laursen et al., 2008a).

Além do pacing negativo (ver item 1.3), outras evidências (Abbiss & Laursen et al., 2008a) sugerem a estratégia constante como também sendo ideal para eventos com duração acima de 4 minutos, apesar de alguns autores já demonstrarem a adoção deste pacing em provas com duração a partir de 2 minutos (Foster et al., 1993). Atkinson et al. (2003) considera que uma distribuição constante de potência é fisiologicamente e biofisiologicamente ideal para CR longos (exemplo: 14 km de ciclismo), desde que realizados em condições invariadas de vento e gradientes.

Reduzir algumas variações no pacing deve ser uma proposta interessante frente às situações que incluem alto grau de resistência de fricção. Uma vez que o ritmo constante minimiza as flutuações de velocidade, este pode resultar em gasto energético otimizado (Zamparo et al., 2005) e possível otimização do tempo total durante provas longas (Swain, 1997). Assim, o pacing constante tem sido adotado em algumas provas de ciclismo com duração que variaram entre 2-30 minutos (Foster et al., 1993,2004; Atkinson & Brunskill, 2000; Perrey et al., 2003).

1.5 Pacing variado

O pacing variado é um termo que tem sido utilizado para definir as flutuações na intensidade ou ritmo de trabalho observado durante o exercício (Atkinson & Brunskill, 2000; Atkinson et al., 2007a), usualmente adotado na intenção de contrabalancear as variações externas (Swain, 1997). Do ponto de vista biofísico, o pacing ideal deve envolver aumento da potência em subidas e sessões de ventos contrários, assim como, diminuição da potência em descidas e ventos a favor (Atkinson et al., 2003).

Comumente, as alterações vistas na potência durante exercício ocorrem com a intenção de manter uma distribuição constante de velocidade. Portanto, alguns artigos referem-se a essas variações como pacing variado (Abbiss & Laursen et al., 2008a).

A técnica adotada pelos atletas deve ser especialmente importante para o pacing durante eventos em que há alta força de resistência da água ou do vento, como por exemplo, natação, patinação e ciclismo (Garland, 2000; Abbiss & Laursen et al., 2008a). De alguma forma, a estratégia variada deve ser alinhada intimamente com as mudanças fisiológicas que ocorrem no indivíduo frente ao esforço, onde há trajetos de maior exigência da potência e, portanto, maior demanda energética da tarefa (Swain, 1997; Sandals et al., 2006). Desde que esta alteração na potência não ultrapasse $\pm 5\%$ da potência média de prova, os valores médios de frequência cardíaca, VO_2 , lactato sanguíneo e percepção subjetiva de esforço não se alteram significativamente durante um CR de 1 hora ou 800 KJ em ciclismo, equivalente a aproximadamente 75% do VO_{2max} (Atkinson et al., 2007a), sugerindo que variar o ritmo não gera algum estresse fisiológico adicional. Ainda assim, mais pesquisas são fundamentais para compreender as implicações fisiológicas presentes no pacing variado, na intenção de evidenciar possíveis benefícios e efeitos limitantes dessa estratégia.

1.6 Pacing em forma parabólica

As estratégias parabólicas (U, J e J inverso) apesar de não serem novas quanto a sua adoção em eventos esportivos, têm sido descritas na literatura mais recentemente através da utilização de técnicas mais acuradas para medir potência e tempo por distância percorrida (Atkinson & Brunskill, 2000; Garland, 2005; Abbiss et al., 2006). De modo geral, o pacing em forma parabólica pode apresentar uma saída rápida, seguido de uma redução progressiva na velocidade durante uma prova de

resistência (> 4 minutos), embora tenda a aumentar esta velocidade na última parte do evento (Tucker et al, 2004; Garland, 2005), resultando em forma de U (início e fim relativamente alto com declínio da velocidade na fase medial), J (início sutilmente mais baixo que na forma U, seguido ainda de um leve declínio de velocidade na fase medial e considerável aumento na última parte do trajeto) e J inverso (mesmas proporções do J, só que de forma invertida, ou seja, inicia-se com a velocidade de forma mais acentuada, com declínio na fase média de prova e sutil elevação na fase final) (Abbiss & Laursen et al., 2008a).

Corroborando com a definição citada acima, Garland (2005), ao determinar o pacing adotado por remadores de elite em competições de 2 km (Jogos Olímpicos em 2000 e Campeonatos Mundiais em 2001 e 2002), evidenciou que os primeiros 500m apresentaram maiores médias de velocidade (103,3%) que os demais trechos em remada na água (1000 m, 1500 m e 2000 m com 99,0%, 98,3% e 99,7%, respectivamente). Já os valores de remada no ergômetro também apresentaram distribuições similares para os mesmos trechos (101,5%, 99,8%, 99,0% e 99,7%, respectivamente), indicando que todos os atletas adotaram estratégias parabólicas em forma de J inverso, uma vez que no último quartil das provas percebeu-se o aumento gradativo na velocidade.

Algumas pesquisas têm demonstrado pacing parabólico em algumas competições (Garland, 2005), enquanto outras não (Tucker et al., 2004). Em estudos com ciclistas bem treinados numa prova CR de 20 km sob calor, Tucker et al. (2004) perceberam redução na potência dos atletas ao longo da tarefa, com intuito de evitar efeitos adversos ao desempenho oriundos da hipertermia por esforço. Mas nos últimos 5% da prova, a potência apresentou considerável aumento, representando, na verdade, a junção de duas diferentes estratégias (positiva no início e negativa no final), ao invés do pacing parabólico (Abbiss & Laursen et al., 2008a). Dessa forma, as estratégias parabólicas talvez sejam a junção de uma ou mais das estratégias listadas anteriormente e uma consequência do mecanismo fisiológico de regulação.

2. MECANISMO DE REGULAÇÃO DO PACING

Ao longo dos anos, diversos estudos têm investigado fatores que podem nortear um desempenho atlético e que estão associados às estratégias de ritmo (Gibson & Noakes, 2004; Tucker, 2009; Hettinga et al., 2011; Hettinga et al., 2012). Neste cenário surge o conceito de uma comunicação entre o sistema nervoso

central e periférico proposta por St. Clair Gibson et al. (2006) que seria capaz de regular a estratégia durante o exercício. Dessa forma, o nível de ativação muscular e, portanto, de intensidade no exercício tornam-se respostas influenciados pelas informações periféricas como parte integrante no processo de monitoramento do desempenho (Abbiss & Laursen, 2008a; St. Clair Gibson & Noakes, 2004). Em relação a isso, St. Clair Gibson et al (2006) sugeriu que o simples fato de ter pensado na estratégia pretendida ao iniciar o exercício, já seria capaz de causar pequenos ajustes contínuos na potência durante a competição, e que estes se mantêm no decorrer das informações processadas entre o cérebro e os sistemas periféricos ao longo da prova.

Esta hipótese foi inicialmente proposta por Ulmer (1996) e corresponde ao que ele denominou de “teleantecipação”. O prefixo *tele* foi introduzido por Jacob Levy Moreno (1889-1974) (Ramalho, 2010), para nomear o conjunto de processos perceptivos que permitem que o sujeito tenha uma valoração correta do seu mundo circundante, de modo que os atletas antecipem o esforço requerido para completar uma determinada tarefa através de uma harmonia entre as respostas internas (dentre elas, fisiológicas, biomecânica e cognitiva) e externas (ambientais) (Ulmer, 1996).

A antecipação preocupa-se não apenas com as bases harmônicas da otimização do movimento, mas também a “teleantecipação” dos ajustes ideais do esforço, por meio de cálculos complexos, os quais evitam a exaustão precoce antes de se alcançar o ponto final da tarefa, levando em consideração as reservas metabólicas, taxas metabólicas atuais e o tempo necessário para finalizar o exercício (Ulmer, 1996). Estas considerações acentuam a complexidade do sistema motor não somente aos aspectos biomecânicos, mas também, às regulações extracelulares das taxas metabólicas musculares durante exercícios pesados (Ulmer, 1996), cujos fatores de regulação (por exemplo, o sistema nervoso somático e o controle comportamental) baseiam-se nos contínuos mecanismos de feedback.

O princípio comum do controle motor é baseado na relação entre os sistemas periféricos (por exemplo, músculo esquelético) e sistema nervoso central (SNC) através de vias que levam as informações ao SNC (aférentes) e que trazem novas informações à periferia (eferentes) (Ulmer, 1996). De acordo com essa visão, os sinais eferentes contêm informações sobre padrões biomecânicos de movimento (força, potência, velocidade, deslocamento, período de tempo, entre outros),

decorrentes e regulados indiretamente pelas respostas dos canais somatossensoriais aferentes, os quais servem de base aos padrões de movimento e aprendizagem motora, contribuindo para uma melhor produção de potência (PP) e economia metabólica (Ulmer, 1996).

A partir desse modelo, sugere-se que o pacing naturalmente escolhido por um atleta parece ser determinado de maneira subconsciente pelo SNC, baseado, dentre outros fatores, pelas experiências prévias com a tarefa e com as condições do sujeito no exato momento da prova (Tucker, 2009; Hettinga et al., 2011; Hettinga et al., 2012). Esses são alguns dos fatores que direcionam a escolha do sujeito por uma potência ideal para iniciar a tarefa, a qual é constantemente reajustada ao longo da competição (Tucker, 2009). A medida produto dessa integração entre sistemas (periférico e central) reflete na percepção subjetiva de esforço (PSE) do indivíduo em um dado momento. Dessa forma, o pacing parece ser regulado pela maneira como o indivíduo está percebendo o esforço, de modo a garantir que valores máximos de PSE sejam atingidos apenas ao final da tarefa (Joseph et al., 2008; Lima-Silva et al., 2009; 2010b), podendo também sofrer influência significativa da condição inicial do atleta (Hettinga et al., 2011; Hettinga et al., 2012).

De acordo com esse modelo, o SNC passa a controlar de maneira dependente os níveis adequados de PSE em cada instante da prova, regulando o número de unidades motoras que será recrutado em cada parte do evento e, conseqüentemente, o total de energia gasta em cada um desses segmentos (Faulkner et al., 2008; Joseph et al., 2008; Tucker, 2009).

Existem diversas situações que podem interferir na regulação do pacing e, conseqüentemente, no desempenho. Dentre elas, o ambiente (ventos, luz, som, temperatura ambiente, música, motivação, competitividade), as experiências prévias e feedback externo são alguns dos fatores bem descritos na literatura. Já os aspectos circadianos no desempenho tem sido alvo de estudos nos últimos anos, embora ainda existam lacunas científicas que precisam ser preenchidas quanto sua possível influência sobre o pacing. A seguir serão abordados estudos que descreveram os efeitos desses fatores e como eles corroboram com o modelo apresentado nessa sessão.

3. INFLUÊNCIA DO AMBIENTE

3.1 Temperatura e fração de oxigênio no ar ambiente

Além dos mecanismos integrados de auto-regulação pelos sistemas periférico e central, a PSE pode sofrer influências do ambiente em que o exercício está sendo realizado. Em estudos de Abbiss et al., (2010), o qual se propuseram à examinar a influência da temperatura dos ambientes quente (34° C) e frio (10° C) sobre a potência, ativação muscular, temperatura corporal e PSE durante um pacing auto-selecionado numa prova de 100 km de ciclismo, foi verificado que a potência e ativação muscular (bíceps femoral e vasto lateral) foram menores ($p < 0,05$) nos ambientes quentes, apresentando elevada média de temperatura retal, quando comparada ao ambiente frio (39,1 ° C vs 38,8° C, $p < 0,05$, respectivamente), existindo uma significativa correlação entre potência e sensação térmica ($r > 0,68$; $p < 0,001$), mas não entre sensação térmica e PSE. Isso leva a crer que exercício dinâmico prolongado no calor induz a um estresse térmico capaz de influenciar no pacing e na fadiga muscular, mantendo uma taxa de aumento linear na PSE em ambos os casos.

Segundo Ely et al. (2010), o estresse de ambientes quentes diminuem o desempenho aeróbio, apesar de poucas pesquisas terem focado no desempenho quando a tarefa selecionada infere modestas elevações na temperatura corporal (< 38,5° C). Em seu estudo, ao verificarem o desempenho aeróbio e as estratégias adotadas em 15 minutos de CR (cinco blocos de 3 minutos) sob ambiente refrigerado (21° C, 50% frequência cardíaca, isto é, FC) e quente (40° C, 25% FC), evidenciou-se um aumento contínuo da temperatura corporal e FC em ambos os CR, enquanto que a temperatura da pele foi maior no ambiente quente (36.1° +/- 0.40 ° C vs 31.1° +/- 1.14° C). O trabalho total no ambiente quente foi 17% menor que o do ambiente refrigerado (147.7 +/- 23.9 kJ vs 177.0 +/- 25.0 kJ, $p < 0,05$, respectivamente). Os voluntários demonstraram adotar um pacing positivo em ambiente quente por não conseguirem manter a mesma estratégia iniciada, diferentemente da condição refrigerada, cujo pacing foi o constante. De modo geral, estes achados nos permitem acreditar que durante CR, a hipertermia excessiva é evitada a custo de uma redução gradual no ritmo ao longo do tempo, demonstrando um mecanismo de regulação destinado a evitar as más consequências da hipertermia excessiva durante o exercício.

Apesar da disparidade entre as temperaturas ambientais impostas aos sujeitos dos estudos de Abiss et al. (2010) e Ely et al. (2010), esses achados reforçam a idéia que os fatores extrínsecos são fortemente importantes na regulação das estratégias adotadas e, conseqüentemente, preconizam uma percepção correta do ambiente circundante como já demonstrado na sessão anterior (ver item 2).

Outro fator importante que parece regular o pacing refere-se a fração ou pressão parcial de oxigênio do ar ambiente. Segundo Tucker & Noakes (2009), as mudanças na disponibilidade de oxigênio atmosférico, medidos pela fração de ar inspirado (FiO_2), também alteram o pacing e os padrões de ativação do músculo esquelético durante exercício. Para testar a hipótese que a hipóxia afeta o desempenho central, independentemente do feedback aferente e da fadiga periférica, Millet et al. (2012) realizaram experimentos em indivíduos submetidos a completa oclusão vascular do músculo recrutado na tarefa (bíceps braquial) em diferentes condições ambientais de O_2 : hipóxia severa (FiO_2 , 9%), hipóxia moderada (FiO_2 , 14%), normóxia (FiO_2 , 21%) e hiperóxia (FiO_2 , 30%). Foram monitorados: o desempenho (medido pelo número de contrações isométricas submáximas do flexor do cotovelo até a exaustão); espectroscopia de infravermelho pré-frontal; parâmetros de pulso de alta frequência e respostas da eletroestimulação. O desempenho foi reduzido em 10-15% nas condições de hipóxia severa (saturação arterial de O_2 , aproximadamente 75%) comparada com hipóxia moderada (90%) ou Normóxia e Hiperóxia (> 97%), demonstrando que em hipóxia severa tanto o desempenho quanto a unidade central podem ser alterados independentemente das respostas aferentes e da fadiga central, reforçando a idéia que a performance também pode ser parcialmente reduzida por um mecanismo relacionado diretamente a oxigenação do cérebro.

Da mesma forma, Tucker et al. (2007) descobriram aumento de 5% ($p < 0,01$) no desempenho de ciclistas em uma prova de 20 km sob condições de hiperóxia (FiO_2 , 40%), comparado com normóxia (FiO_2 , 21%). Os autores mensuraram a potência, FC, lactato sanguínea, atividade eletromiográfica do vasto lateral e PSE a cada 2 km. Mudanças na FC, concentração plasmática de lactato e PSE durante os CR (hiperóxia e normóxia) foram similares. A melhora do desempenho ($p < 0,001$) foi associada com maior média de potência de todo trajeto em condições hiperóxicas (292 ± 36 W), comparado com a média de potência em condições normóxicas (277 ± 35). Apesar de ambos CR apresentarem valores significativamente ($p < 0,001$) maiores nos sprints finais e nas atividades eletromiográficas do último quilômetro, houve clara demonstração de diferentes estratégias adotadas entre as condições hiperóxicas (pacing constante) e normóxicas (pacing positivo). Os níveis de ativação do músculo esquelético (medidos por atividades eletromiográficas integradas) durante estratégia auto-selecionada em CR se mantiveram elevados em hiperóxia, o

qual foi interpretado como uma indicação de que a disponibilidade aumentada de oxigênio habilitou um alto grau de ativação muscular e, desta forma, maior potência em hiperóxia que normóxia. Estes resultados sugerem que a ativação muscular e a intensidade do exercício são reguladas diferentemente em condições de hipóxia e hiperóxia, o qual reflete na alteração do pacing na intenção de manter o crescimento gradual da PSE de maneira similar entre as condições.

3.2 Luz, Som e Ventos do ambiente

Apenas um estudo verificou o efeito da luz e som ambiente sobre o pacing. Em estudo realizado por Kriel et al. (2007), cujo objetivo foi verificar a influência dos efeitos luminosos e sonoros do ambiente em um contra-relógio de 40 km em ciclistas, foi evidenciado que condições de laboratório com luz normal ou em escuridão absoluta, com corretos ou manipulados sinais sonoros de temporização (frequentemente utilizados em testes que ditam ritmos) e sem outros sinais de temporização, não apresentaram diferenças significativas no tempo total de prova, potência, frequência cardíaca e PSE. Esses resultados indicam que os mecanismos cerebrais de controle responsáveis pelo pacing não são afetados pela manipulação de sinalização luminosa ou auditiva no ambiente.

Quanto ao vento, Atkinson & Brunskill (2000) examinaram o efeito de um pacing auto-selecionado e dois pacing impostos (Constante e Variado) durante CR de 16,1 km (divididos em dois blocos de 8,05 km) em um cicloergômetro, com simulação de trajeto plano, ventos contrários na primeira metade da prova e ventos á favor na última metade. O primeiro CR foi o pacing auto-selecionado e a partir dele calculou-se a potência das estratégias impostas: 1) Constante, manteve-se ao longo dos 16,1 km na mesma média de potência registrada no pacing auto-selecionado; 2) Variado, aumentou-se 5% da potência média encontrada no primeiro CR apenas nos primeiros 8,05 km (ventos contrários), reduzindo a potência na segunda metade da prova para que, ao final, a potência media total fosse igual aos dois testes anteriores. O tempo médio para completar os CR constante e variado ($1661,6 \pm 130$ s e $1659,6 \pm 135$ s, respectivamente) foram mais rápidos que o pacing auto-selecionado ($1671,6 \pm 131$ s). Estes resultados sugerem que aumentar a potência quando existe vento contrário no início confere uma melhora no tempo (10 s) para o ritmo constante e 12 s para o pacing variado, ao comparar com o primeiro CR (auto-selecionado). Portanto, Atkinson &

Brunskill (2000) sugerem que a estratégia variada compreende a escolha mais indicada em caso de variações do ambiente (subidas, descidas, ventos a favor e contrários).

3.3 Experiências prévias, Duração do evento, Feedback externo, Fatores Motivacionais e Competitividade

Experiências prévias podem contribuir para a regulação da PSE e, portanto, ao desempenho, particularmente em eventos com duração superior a 10 minutos (Wittekind et al., 2011). A experiência antecessora permite escolher a estratégia ótima desde o início e durante o contra-relógio em ciclistas experientes (Atkinson et al., 2007a). Williams et al. (2012) avaliou a importância das experiências prévias, conhecimento e feedback da distância em sujeitos destreinados que nunca competiram em quaisquer modalidades do ciclismo e que não pedalavam regularmente. Para tanto, 20 sujeitos fisicamente ativos compoaram dois grupos randômicos (CON e EXP), sendo o EXP aqueles que não receberam nenhuma informação acerca da distância a ser percorrida, nem feedbacks durante a prova. Já o grupo CON recebeu ambas as informações. Cada grupo realizou dois CR de 4 km com intervalo de 17 minutos entre eles. Os tempos do primeiro e segundo CR no grupo controle foram 443 ± 33 s e 461 ± 37 s, respectivamente, enquanto no grupo experimental 471 ± 63 s e 501 ± 94 s, respectivamente. O teste t pareado revelou que o tempo para completar as provas do grupo controle foi menor no primeiro CR comparado ao segundo CR do grupo controle ($t_{10} = -5,81$, $p = 0,001$) e do grupo experimental ($t_{10} = -2,29$, $p = 0,04$), reforçando a idéia que sujeitos experientes com conhecimento sobre a distância a ser percorrida aliado aos feedbacks externos tendem a melhorar seus desempenhos.

A duração do evento também é considerada um dos fatores externos mais importantes que interfere diretamente no que poderia ser considerada a melhor estratégia de ritmo (Abbiss & Laursen, 2008). De alguma forma ela parece estar relacionada com mecanismos de antecipação (ver item 2) capazes de influenciar fortemente a regulação das estratégias observadas ou manipuladas (Tucker & Noakes, 2009). É a partir do conhecimento prévio da duração estimada do evento que o sistema nervoso central se prepara para escolher a estratégia mais eficiente. Portanto, informações incorretas acerca da duração ou distância do evento poderiam gerar alterações nas taxas de trabalho iniciais (se muito ou pouco intenso) e evita

uma interpretação apropriada do feedback aferente, contribuindo para insucesso da tarefa (Tucker, 2009).

Mauger et al. (2011) evidenciaram que em pacing auto-selecionado, feedbacks incorretos ofertados pelos treinadores acerca da real situação de velocidade e distância causam resultados negativos nas fases iniciais e finais da prova, demandando um tempo significativamente maior para completá-la, quando comparado com situação controle (11.66 ± 0.26 m/s vs 11.4 ± 0.39 m/s).

Aliado a isso, outros fatores também são importantes na regulação do pacing, dentre eles os aspectos motivacionais. Recente estudo de Lima-Silva et al. (2012) demonstraram que o simples fato de ouvir música durante trechos da prova poderiam promover alterações na velocidade ao longo do trajeto e conseqüentemente interferir no pacing. A música foi ouvida nos 1500 metros iniciais ou finais de uma prova de corrida de 5 km, e verificou-se que houve aumento significativo da velocidade no trecho inicial ($p < 0,05$) e redução nos pensamentos associativos, quando comparados com a situação sem música e com música no final, sugerindo que a música foi eficaz em alterar o foco de atenção de uma possível sensação de fadiga periférica apenas quando as sensações de fadiga não eram tão intensas. Estes achados corroboram com achados de Mauger et al. (2011), que em um estudo comparativo entre feedbacks corretos e incorretos em provas de ciclismo CR de 4 km, sugeriram que indivíduos motivados tendem a aumentar seu limite de tolerância ao esforço o mais próximo possível de seu limite fisiológico real. Este fato decorre do diagrama teórico de limiar de proteção, o qual baseia-se na hipótese de que o ser humano, quando submetido ao esforço, apresenta em primeira instância um limite máximo obtido voluntariamente, mas pode ser ultrapassado até um limite superior graças aos fatores motivacionais. Este "novo limite máximo" diz respeito ao real limite fisiológico do indivíduo, que sendo ultrapassado pode gerar sérios danos ao organismo.

Quanto a competitividade, Bath et al. (2012) demonstraram que a presença de outro corredor durante a execução de um contra-relógio não se mostrou capaz de alterar o pacing, frequência cardíaca, PSE e velocidade da corrida. O que contradiz os resultados com ciclistas obtidos recentemente por Corbett et al. (2012), onde constatou-se que o tipo de competição "páreo-a-páreo" incentiva os participantes a melhorar seu pacing auto-selecionado e, conseqüentemente, o desempenho. Isso ocorre principalmente através de um maior rendimento energético anaeróbio, que parece ser mediado centralmente, e é consistente com o conceito de reserva

fisiológica. Esse último corrobora com Tucker e Noakes (2009), que defendem a idéia do pacing sofrer interferência de ambientes competitivos.

4. INFLUÊNCIA CIRCADIANA

Outro fator que merece destaque diz respeito a uma possível relação entre as diferentes fases do dia e o pacing, apesar de não ser do conhecimento do autor algum trabalho que tenha testado diretamente esta relação. A fase do dia corresponde a qualquer ponto no tempo, que é observado em um dos períodos do dia (manhã, tarde ou noite). Ambos fazem parte dos ritmos circadianos, o qual se refere ao estudo das mudanças cíclicas que se repetem regularmente e estão relacionados às alterações endógenas durante 24 horas (± 4 horas) (Reilly et al., 2000a).

A dificuldade experimental de quantificar os ritmos circadianos no desempenho em todo o período do dia (Winget et al., 1985) com controle rigoroso das condições ambientais em laboratório ou testes simulados tem levado os pesquisadores a considerar os efeitos da fase do dia no desempenho (Minati et al., 2006; Winget et al., 1985)

É de conhecimento científico estudos que avaliaram o ritmo circadiano em repouso nos parâmetros cardiovascular (Atkinson e Reilly, 1996; Reilly, 1990; Reilly et al., 1997), respiratório (Atkinson e Reilly, 1996; Reilly et al., 2000a), consumo de oxigênio (Atkinson e Reilly, 1996; Reilly et al., 2000; Winget et al., 1985), secreções hormonais (Javierre et al., 1996; Leatt et al., 1986; Reilly et al., 2000a) e no humor (Atkinson e Reilly, 1996). Entretanto, apenas alguns estudos investigaram essa possível relação do ritmo circadiano no desempenho, especificamente na flexibilidade (Winget et al., 1985), força (Atkinson e Reilly, 1996; Reilly et al., 1997) e potência anaeróbia através do teste wingate (Hill e Smith, 1991; Reilly e Down, 1992).

Giacomoni et al. (2006) analisaram o efeito da fase do dia no desempenho de testes Wingate e nos padrões de recuperação após esforço de curta-duração, através de dez *sprints* máximos de 6 s intercalados por 30 s de recuperação no período da manhã (8h – 10h) e da tarde (17h – 19h), em dias separados. A fase do dia não influenciou nenhum dos índices de desempenho neuromuscular, apesar do pico de eficiência do trabalho ter demonstrado decréscimo mais acentuado durante a tarde comparado ao da manhã (-9,5% vs. -2,2%, respectivamente, $p < 0,05$). Ainda durante a tarde, foi demonstrada maior incidência de fadiga a partir dos valores da contração

voluntária máxima - CVM (10,2% vs 7,5%, respectivamente), sugerindo que os padrões de recuperação das funções neuromusculares são menores no período da tarde.

Apesar de toda preocupação em avaliar as influências circadianas os autores não mensuram o pacing adotado pelos atletas, uma vez que os testes de saltos (*Jump test*), testes anaeróbios (*Wingate test*) ou testes até a exaustão apresentam pouca validade ecológica e não são indicados para avaliar o pacing conforme evidenciado em Giacomoni et al., (2006). Ressalta-se ainda que alguns estudos cujo desenho experimental intencionou verificar a relação entre ritmo circadiano no desempenho demonstraram uma análise superficial dos mecanismos fisiológicos que poderiam explicar a melhora na fase vespertina (Souissi et al., 2004; Bessot et al., 2006; Giacomoni et al., 2006; Souissi et al., 2007, 2010; Racinais et al., 2005a, 2005b, 2010).

Não há consenso sobre o melhor horário para otimização do desempenho em um dado evento, se não for levado em consideração a importância dos sistemas fisiológicos cruciais ao resultado final, já que os diferentes componentes rítmicos atingem o seu pico em horários diferentes do dia (Minati et al., 2006).

Apesar do desempenho ser influenciado por vários fatores (ver item 3), alguns autores sugerem evidências que associam o melhor desempenho na fase vespertina aos valores mais elevados da temperatura corporal (Moore, 1997; Reilly, 1990; Reilly et al., 2000a), que por sua vez estaria relacionada às respostas metabólicas intramuscular mais aceleradas com maior geração de força (Souissi et al., 2004, 2007, 2010). De modo que esta relação também ocorre de maneira inversa, onde as menores médias do desempenho físico e da velocidade nos processos mentais podem estar relacionadas às horas de menor temperatura corporal (Kanaley et al., 2001; Monk et al., 1997).

Esta idéia corrobora com a sugerida por Racinais (2010), o qual demonstra que o desempenho em eventos de curta duração (< 1 minuto) parece ser melhor no período da tarde (entre as 16h e 20h), comparado ao da manhã (6h às 10h), enquanto que nos exercícios de longa duração, o período do dia não parece exercer grande influência quando realizados em ambientes neutros (por exemplo, em temperatura ambiente).

De qualquer forma, não podemos falar de um único e simples ritmo para o desempenho físico, já que além das influências da temperatura corporal e dos diferentes horários de pico presentes nas variáveis fisiológicas, outros fatores tais

como a motivação, a alimentação e as próprias interações sociais podem gerar um grande impacto no nível do desempenho e influenciar os seus resultados (ver item 3) (Minati et al., 2006). Todavia, é importante ressaltar que até o presente momento o autor desconhece a existência de algum estudo que tenha se proposto verificar as possíveis influências de distintas fases do dia sobre pacing, impossibilitando, desta forma uma conclusão mais detalhada sobre o assunto.

CONCLUSÃO

Os eventos de ciclismo de curta duração (< 1 minuto) podem ser beneficiados a partir de um pacing “all-out”. Já em tarefas de moderada duração (2 – 4 minutos), recomenda-se o pacing positivo, apesar de não haver um consenso na literatura sobre qual a prova ideal para se adotar esta estratégia. Provas consideradas de média a longa duração (> 4 minutos), as evidências apontam o pacing negativo como um dos mais utilizados. Além do pacing negativo, outras evidências sugerem a estratégia constante como também sendo ideal para eventos com duração mais prolongada (> 4 minutos), ainda que alguns autores já tenham demonstrado a adoção deste tipo de pacing em provas com durações a partir de 2 minutos (Foster et al., 1993). Quanto ao pacing variado, usualmente adotado na intenção de contrabalancear as variações externas (Swain, 1997), deve ser alinhado intimamente com as mudanças fisiológicas que ocorrem no indivíduo frente ao esforço, onde há trajetos de maior exigência da potência e, portanto, maior demanda energética da tarefa, desde que esta alteração na potência não ultrapasse $\pm 5\%$ da potência média de prova. As estratégias parabólicas (U, J e J inverso) ainda são pouco evidentes na literatura, mas, de modo geral, apresentam uma saída rápida seguido de uma redução progressiva na velocidade com tendência a aumentar esta velocidade na última parte do evento.

Os mecanismos de regulação destas estratégias baseiam-se na complexa relação entre os sistemas central e periférico, a partir dos processos de teleantecipação, os quais evitam exaustão precoce antes de se alcançar o ponto final da tarefa graças aos ajustes constantes do esforço, levando em consideração as reservas e taxas metabólicas atuais e o tempo necessário para finalizar o exercício. A partir desse modelo, sugere-se que o pacing naturalmente escolhido por um atleta parece ser determinado de maneira subconsciente pelo SNC, e que a medida produto dessa integração entre sistemas periférico e central reflete na PSE.

Em um dado momento da prova as condições do ambiente (tais como, temperatura, hiperóxia, hipóxia, duração do evento, luz, som, ventos, feedback externo e competitividade) bem como as do sujeito (experiências prévias, percepção de esforço e fatores motivacionais) representam componentes capazes de exercer influência sobre o pacing e, conseqüentemente no desempenho. Sabe-se ainda que o ritmo circadiano apresenta-se bem relacionado ao desempenho dos testes de flexibilidade, força e capacidade anaeróbia, de modo que alguns fatores, em especial a temperatura corporal, parecem interferir no resultado final. Entretanto, o presente autor desconhece relatos na literatura que tenham investigado a influência circadiana sobre o pacing, especialmente em distintas fases do dia. Ressaltando a importância de novos estudos que se proponham investigar estas possíveis lacunas científicas.

REFERÊNCIAS

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. **J Sports Sci**, v.28, n.2, p.117-25, 2010.

Abbiss CR, Laursen PB. Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. **Sports Med**, v.38, n.3, p.239-52, 2008.

Aisbett B, Le Rossignol P, McConell GK, Abbiss CR, Snow R. Effects of starting strategy on 5-min cycling time-trial performance. **J Sports Sci**, v.27, n.11, p.1201-9, 2009.

Aisbett B, Lerossignol P, McConell GK, Abbiss CR, Snow R. Influence of all-out and fast start on 5-min cycling time trial performance. **Med Sci Sports Exerc**, v.41, n.10, p.1965-71, 2009.

Albertus Y, Tucker R, St Clair Gibson A, Lambert EV, Hampson DB, Noakes TD. Effect of distance feedback on pacing strategy and perceived exertion during cycling. **Med Sci Sports Exerc**, v.37, n.3, p.461-8, 2005.

Atkinson G, Reilly T. Circadian variation in sports performance. **Sports Med**, v. 21, n.4, p. 292-312, 1996.

Atkinson G, Brunskill A. Pacing strategies during a cycling time trial with simulated headwinds and tailwinds. **Ergonomics**, v.43, n.10, p.1449-60, 2000.

Atkinson G, Davison R, Jeukendrup A, Passfield L. Science and cycling, p. current knowledge and future directions for research. **J Sports Sci**, v.21, n.9, p.767-87, 2003.

Atkinson G, Peacock O, Law M. Acceptability of power variation during a simulated hilly time trial. **Int J Sports Med**, v.28, n.2, p.157-63, 2007.

Atkinson G, Peacock O, St Clair Gibson A, Tucker R. Distribution of power output during cycling, p. impact and mechanisms. **Sports Med**, v.37, n.8, p.647-67, 2007.

Bath D, Turner LA, Bosch AN, Tucker R, Lambert EV, Thompson KG, St Clair Gibson A. The effect of a second runner on pacing strategy and RPE during a running time trial. **Int J Sports Physiol Perform**, v.7, n.1, p.26-32, 2012.

Bessot N, Nicolas A, Moussay S, Gauthier A, Sesboue B, Davenne D. The effect of pedal rate and time of day on the time to exhaustion from high intensity exercise. **Chronobiol Int**, v. 23, p. 1009–1024, 2006.

Boswell GP. Power variation strategies for cycling time trials, p. a differential equation model. **J Sports Sci**, v.30, n.7, p.651-9, 2012.

Chapman RF, Stickford JL, Levine BD. Altitude training considerations for the winter sport Athlete. **Exp Physiol**, v. 95, n.3, p.411–421, 2009.

Corbett J, Barwood MJ, Ouzounoglou A, Thelwell R, Dicks M. Influence of competition on performance and pacing during cycling exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v.44, n.3, p.509-15, 2012.

Corbett J. An analysis of the pacing strategies adopted by elite athletes during track cycling. **Int J Sports Physiol Perform**, v.4, n.2, p.195-205, 2009.

Ely BR, Cheuvront SN, Kenefick RW, Sawka MN. Aerobic performance is degraded, despite modest hyperthermia, in hot environments. **Med Sci Sports Exerc**, v. 42, n.1, p.135-41, 2010.

Faulkner J, Parfitt G, Eston R. The rating of perceived exertion during competitive running scales with time. **Psychophysiology**, v.45, n.6, p.977-85, 2008.

Foster C, *et al.* Effect of competitive distance on energy expenditure during simulated competition. **Inter J Sports Med**, v. 25, p. 198-204, 2004.

Foster C, *et al.* Pacing strategy and athletic performance. **Sports Med**, v. 17, n.2, p.77-85, 1994.

Foster C, Snyder AC, Thompson NN, *et al.* Effect of pacing strategy on cycle time trial performance. **Med Sci Sports Exerc**, v.25, p.383–8, 1993.

Garland SW. An analysis of the pacing strategy adopted by elite competitors in 2000 m rowing. **Br J Sports Med**, v.39, n.1, p.39-42, 2005.

Giacomini M, Billaut F, Falgairette G. Effects of the time of day on repeated all-out cycle performance and short-term recovery patterns. **Int J Sports Med**, v.27, n.6, p.468-74, 2006.

Hauswirth C, Le Meur Y, Bieuzen F, Brisswalter J, Bernard T. Pacing strategy during the initial phase of the run in triathlon, p. influence on overall performance. **Eur J Appl Physiol**, v.108, n.6, p.1115-23, 2010.

Herbst L, Knechtle B, Lopez CL, Andonie JL, Fraire OS, Kohler G, Rüst CA, Rosemann T. Pacing Strategy and Change in Body Composition during a Deca Iron Triathlon. **Chin J Physiol**, v.54, n.4, p.255-63, 2011.

Hettinga FJ, de Koning JJ, Hullemann M, Foster C. Relative importance of pacing strategy and mean power output in 1500-m self-paced cycling. **Br J Sports Med**, v.46, n.1, p.30-5, 2012.

Hettinga FJ, De Koning JJ, Schmidt LJ, Wind NA, Macintosh BR, Foster C. Optimal pacing strategy, p. from theoretical modelling to reality in 1500-m speed skating. **Br J Sports Med**, v.45, n.1, p.30-5, 2011.

Hill DW, Smith JC. Circadian rhythm in anaerobic power and capacity. **Can J Sports Sci**, v. 16, n.1, p. 30-32, 1991.

Javierre C, Ventura JL, Segura R, Calvo M, Garrido E. Is the postlunch dip in sprinting performance associated with the timing of food ingestion? **Rev Esp Fisiol**, v. 52, n.4, p. 247- 253, 1996.

Joseph T, *et al.* Perception of fatigue during simulated competition. **Med Sci Sports Exerc**, v. 40, p.381-386, 2008.

Kanaley JA, Weltman JY, Pieper KS, Weltman A, Hartman ML. Cortisol and growth hormone responses to exercise at different times of day. **J Clin Endocrinol Metab**, v. 86, p. 2881-2889, 2001.

Koning JJ, Bobbert MF, Foster C. Determination of optimal pacing strategy in track cycling with an energy flow model. **J Sci Med Sport** 1999 v.2, p.266–77.

Kriel Y, Hampson DB, Lambert EV, Tucker R, Albertus Y, Claassen A, St Clair Gibson A. Visual stimulus deprivation and manipulation of auditory timing signals on pacing strategy. **Percept Mot Skills** 2007 Dec v.105, n.3 Pt 2, p.1227-41.[abstract]

Le Meur Y, Bernard T, Dorel S, Abbiss CR, Honorat G, Brisswalter J, Hausswirth C. Relationships between triathlon performance and pacing strategy during the run in an international competition. **Int J Sports Physiol Perform** 2011 v.6, n.2, p.183-94.[abstract]

Le Meur Y, Dorel S, Baup Y, Guyomarch JP, Roudaut C, Hausswirth C. Physiological demand and pacing strategy during the new combined event in elite pentathletes. **Eur J Appl Physiol** 2011 Nov 12.[abstract]

Leatt P, Reilly T, Troup JD. Spinal loading during circuit weight-training and running. **Br J Sports Med** 1986 v. 20, n.3, p. 119-124.

Lima-Silva AE, De-Oliveira FR, Nakamura FY, Gevaerd MS. Effect of carbohydrate availability on time to exhaustion in exercise performed at two different intensities. **Braz J Med Biol Res**. 2009 v. 42, p.404-412.

Lima-Silva AE, Bertuzzi RC, Pires FO, Barros RV, Gagliardi JF, Hammond J, Kiss MA, Bishop DJ. Effect of performance level on pacing strategy during a 10-km running race. **Eur J Appl Physiol** 2010 v. 108, n.5, p.1045-53.

Lima-Silva AE, Silva-Cavalcante MD, Pires FO, Bertuzzi R, Oliveira RS, 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. **Int J Sports Med** 2012 May 16. [Epub ahead of print]

March DS, Vanderburgh PM, Titlebaum PJ, Hoops ML. Age, sex, and finish time as determinants of pacing in the marathon. **J Strength Cond Res** 2011 v.25, n.2, p.386-91. [abstract]

Martin L, Lambeth-Mansell A, Beretta-Azevedo L, Holmes LA, Wright R, St Clair Gibson A. Even Between-Lap Pacing Despite High Within-Lap Variation During Mountain Biking. **Int J Sports Physiol Perform** 2012 Feb 16. [Epub ahead of print] [abstract]

Mattern CO, Kenefick RW, Kertzer R, *et al.* Impact of starting strategy on cycling performance. **Int J Sports Med** 2001 v. 22, n.5, p.350-5.

Mauger AR, Jones AM, Williams CA. The effect of non-contingent and accurate performance feedback on pacing and time trial performance in 4-km track cycling. **Br J Sports Med** 2011 v.45, n.3, p.225-9.

Micklewright D, Angus C, *et al.* Pacing strategy in schoolchildren differs with age and cognitive development. **Med Sci Sports Exerc** 2012 v. 44 , n.2, p. 362-9.

Millet *et al.* Severe hypoxia affects exercise performance independently of afferent feedback and peripheral fatigue. **J Appl Physiol** 2012. 112, p., n.8 1335-1344. [abstract]

Minati A, Santana MG, Mello MT. A influência dos ritmos circadianos no desempenho físico. **R Bras Ciência e Mov** 2006 v. 14, n.1, p. 75-86.

Monk TH, Buysse DJ, Reynolds CF, Berga SL, Jarrett DB, Begley AE, *et al.* Circadian rhythms in human performance and mood under constant conditions. **J Sleep Res** 1997 v. 6, n.1, p. 9-18.

Moore RY. Circadian rhythms, p. basics neurobiology and clinical applications. **Annu Rev Med.** 1997 v. 48, p. 253-266.

Muehlbauer T, Schindler C, Panzer S. Pacing and sprint performance in speed skating during a competitive season. **Int J Sports Physiol Perform** 2010 Jun v.5, n.2, p.165-76.[abstract]

Nikolopoulos V, Arkinstall MJ, Hawley JA. Pacing strategy in simulated cycle time-trials is based on perceived rather than actual distance. **J Sci Med Sport** 2001 v.4, n.2, p.212-9.

Perrey S, Grappe F, Girard A, *et al.* Physiological and metabolic responses of triathletes to a simulated 30-min time-trial in cycling at self-selected intensity. **Int J Sports Med**, v. 24, n.2, p. 138-43, 2003.

Racinais S, Blonc S, Jonville S, Hue O. Time-of-day influences the environmental effects on muscle force and contractility. **Med Sci Sports Exerc**, v. 37, p.256–261, 2005a.

Racinais S, Connes P, Bishop D, Blonc S, Hue O. Morning versus evening power output and repeated-sprint ability. **Chronobiol Int**, v. 22, p.1029–1039, 2005b.

Racinais S. Different effects of heat exposure upon exercise performance in the morning and afternoon. **Scand. J Med Sci Sports**, v. 20, p.80–89, 2010.

Ramalho CMR. Psicodrama e dinâmica de grupo. São Paulo, Ed. Iglu, p. 2010 , n.no prelo in, p. O que é Psicodrama?. Texto extraído da Internet [http, p.//profint.com.br/artigos/Psicodrama_dg.pdf] em Ago de 2012.

Reilly T, Atkinson G, Waterhouse J. Biological rhythms and exercise. **Oxford University Press**, p. New York, 1997, 162 p.

Reilly T, Atkinson G, Waterhouse J. Exercise, circadian rhythms and hormones. **Sports Endocrinology** 2000, p. 391-420.

Reilly T, Down A . Investigation of circadian rhythm in anaerobic power and capacity of the legs. **J Sports Med Phys Fitness** 1992 v. 32, n.4, p.343-347.

Reilly T. Human circadian rhythms and exercise. **Biomedical Engineering** 1990 v. 18, p. 165-179.

Renfree A, West J, Corbett M, Rhoden C, St Clair Gibson A. Complex Interplay Between Determinants of Pacing and Performance During 20 km Cycle Time Trials. **Int J Sports Physiol Perform**, 12 Dez 2011. [Epub ahead of print]

Saavedra JM, Escalante Y, Garcia-Hermoso A, Arellano R, Navarro F. A twelve-year analysis of pacing strategies in 200 m and 400 m individual medley in international swimming competitions. **J Strength Cond Res** 2012 Jan 3. [Epub ahead of print][abstract].

Sandals LE, Wood DM, Draper SB, James DV. Influence of pacing strategy on oxygen uptake during treadmill middle-distance running. **Int J Sports Med** 2006 Jan v.27, n.1, p.37-42.

Souissi N, Bessot N, Chamari K, Gauthier A, Sesboüé B, Davenne D. Effect of time of day on aerobic contribution to the 30-s Wingate test performance. **Chronobiol Int** 2007 v.24, p.739–748.

Souissi N, Driss T, Chamari K, Vandewalle H, Davenne D, Gam A, Fillard JR, Jousselein E. Diurnal variation in Wingate test performances, p. influence of active warm-up. **Chronobiol Int** 2010 v. 27, p.640–652.

Souissi N, Gauthier A, Sesboüé B, Larue J, Davenne D. Circadian rhythms in two types of anaerobic cycle leg exercise, p. force-velocity and 30-s Wingate tests. **Int J Sports Med** 2004 v. 25, p.14–19.

St Clair Gibson A, Lambert EV, Rauch LH, Tucker R, Baden DA, Foster C, Noakes TD. The role of information processing between the brain and peripheral physiological systems in pacing and perception of effort. **Sports Med** 2006 v.36 , n.8, p.705-22.

St Clair Gibson A, Noakes TD. Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise in humans. **Br J Sports Med**. 2004 v.38, n.6, p.797-806.

Swain DP. A model for optimizing cycling performance by varying power on hills and in wind. **Med Sci Sports Exerc**, v. 29, n.8, p.1104-8, 1997.

Tucker R, Kayser B, Rae E, Rauch L, Bosch A, Noakes T. Hyperoxia improves 20 km cycling time trial performance by increasing muscle activation levels while perceived exertion stays the same. **Eur J Appl Physiol**, v. 101, p.771–781, 2007.

Tucker R, Rauch L, Harley YXR, *et al.* Impaired exercise performance in the heat is associated with an anticipatory reduction in skeletal muscle recruitment. **Pflugers Arch**, v. 448, p. 422-30, 2004.

Tucker R, Lambert MI, Noakes TD. An analysis of pacing strategies during men's world-record performances in track athletics. **Int J Sports Physiol Perform**, v. 1, n.3, p.233-45, 2006.

Tucker R, Noakes TD. The physiological regulation of pacing strategy during exercise, p. a critical review. **Br J Sports Med**, v.43, n.6, p.1, 2009.

Tucker R. The anticipatory regulation of performance, p. the physiological basis for pacing strategies and the development of a perception-based model for exercise performance. **Br J Sports Med**, v. 43, p.392-400, 2009.

Ulmer HV. Concept of an extracellular regulation of muscular metabolic rate during heavy exercise in humans by psychophysiological feedback. **Experientia**, v. 52, p. 416-20, 1996.

Van Ingen Schenau GJ, de Koning JJ, de Groot G. The distribution of anaerobic energy in 1000 and 4000 metre cycling bouts. **Int J Sports Med**, v. 13 , n.6, p. 447-51, 1992.

Vleck VE, Bentley DJ, Millet GP, Bürgi A. Pacing during an elite Olympic distance triathlon, p. comparison between male and female competitors. **J Sci Med Sport**, v.11, n.4, p.424-32, 2008.

Williams CA, Bailey SD, Mauger AR. External exercise information provides no immediate additional performance benefit to untrained individuals in time trial cycling. **Br J Sports Med**, Jan v.46, n.1, p.49-53, 2012.

Winget CM, DeRoshia CW, Holley DC. Circadian rhythms and athletic performance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 17 , n.5, p. 498-516, 1985.

Wittekind AL, Micklewright D, Beneke R. Teleoanticipation in all-out short-duration cycling. **Br J Sports Med**, v.45, n.2, p.114-9, 2011.

Yaicharoen P, Wallman K, Bishop D, Morton A. The effect of warm up on single and intermittent-sprint performance. **J Sports Sci**, v.30, n.8, p.833-40, 2012.

Zamparo P, Bonifazi M, Faina M, *et al.* Energy cost of swimming of elite long-distance swimmers. **Eur J Appl Physiol**, v. 94, n.5-6, p.697-704, 2005.

3 ARTIGO ORIGINAL

EFEITO DA FASE DO DIA SOBRE PACING, DESEMPENHO E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS, METABÓLICAS E PSICOLÓGICAS EM PROVAS DE CICLISMO DE 1000 METROS

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo determinar o efeito de diferentes fases do dia no desempenho das estratégias de ritmo (pacing), parâmetros fisiológicos, metabólicos e psicológicos durante uma prova contra-relógio (CR) de ciclismo de 1000-m. Nove ciclistas recreacionais do gênero masculinos visitaram o laboratório quatro vezes em dias diferentes. Na primeira, os participantes foram submetidos ao questionário de cronotipo, avaliação antropométrica e teste incremental. Na segunda visita, os atletas realizaram um teste de familiarização sob mesmas condições do teste de 1000-m. Nas terceiras e quartas visitas, separados por sete dias, os participantes realizaram um CR de 1000-m na fase da manhã ou noite (08h00 e 18h00, respectivamente) em dias diferentes, de forma randomizada com medidas repetidas. A distribuição dos dados foi analisada através do teste de Shapiro-Wilk. ANOVA de medidas repetidas (período x tempo) seguido pelo ajuste de Bonferroni, quando necessário, foi utilizada para comparar as resposta fisiológica, metabólica e psicológica durante os testes. O tempo para completar a prova e a temperatura sublingual foram comparados pelo teste *t* entre a manhã e noite. A significância estatística foi estabelecida em $p < 0,05$, enquanto a tendência foi observada quando $p < 0,10$. Todas as análises foram realizadas utilizando o software SPSS (16.0). Os resultados indicam uma tendência no menor tempo para completar o CR a noite comparada à fase da manhã (melhor desempenho), embora não tenha sido verificado efeito significativo nas potências aeróbias (Paer) e anaeróbias (Pan) entre as fases do dia. Durante a noite o cortisol, testosterona total e livre foram menores, enquanto o GH foi maior contribuindo para níveis mais elevados de glicose no plasma e maior resposta para o exercício. Em conclusão, os nossos resultados evidenciam melhores respostas na prova de ciclismo de CR de 1000-m na fase da noite, apesar de não ter sido acompanhada por alterações significativas das contribuições aeróbias ou anaeróbias.

PALAVRAS-CHAVE: Ciclismo, Pacing, Período do dia, Resposta Fisiológica, Resposta Metabólica, Resposta Psicológica.

INTRODUÇÃO

Tem sido demonstrado que a estratégia de ritmo, *pacing*, é um importante componente do desempenho durante vários eventos esportivos, tais como corridas, canoagem e ciclismo. O *pacing* é definido por alterações na produção de potência (PO) ou velocidade, que ocorre ao longo do evento a fim de regular o gasto de energia e completar a tarefa no menor tempo possível (Foster et al., 1993; Foster et al., 1994; De Koning et al., 1999). Em estudos contra-relógio de ciclismo de 1000-m, caracterizado como eventos de curta duração e alta intensidade, os benefícios na intenção de manipular as diferentes estratégias têm sido crescente (Van Ingen Schenau et al., 1992; Foster et al., 2004; Atkinson et al., 2003; Foster et al., 1993; Brunskill & Atkinson, 2000). Neste caso, percebe-se como a melhor estratégia o chamado "all-out" (Van Ingen Schenau et al., 1992) considerando a significativa quantidade de energia empregada desde o início do evento com intenção de "quebrar" a inércia e, assim, minimizar o tempo gasto com aceleração e possivelmente melhorar o desempenho geral.

Nos exercícios supramáximos, por exemplo o CR de ciclismo de 1000-m, ambas as contribuições dos sistemas energéticos aeróbio e anaeróbio são importantes (Gastin, 2001), embora a capacidade anaeróbia seja amplamente utilizada e, portanto, pareça ser muito mais importante (Medbo e Tabata, 1993; Withers et al., 1993), especialmente no início do *pacing* (Hettinga et al., 2010). Recente estudo de Hettinga et al., (2010) comparou diferentes perfis de potência anaeróbia durante uma prova CR de ciclismo de 1500-m e descobriram que o desempenho mais rápido foi acompanhado tanto por uma saída relativamente rápida no início como pelo precoce pico de potência anaeróbia.

Algumas evidências sugerem que a contribuição do sistema anaeróbio pode ser aumentada durante a noite em detrimento da manhã (Souissi et al, 2004;. 2007), sugerindo que a fase do dia pode ser um potencial fator de influência sobre o *pacing*, embora não há estudos que testaram diretamente essa relação até agora. Estudo de Giacomoni et al., (2006) analisou o efeito da fase do dia em quatro momentos (8h, 10h, 17h e 19h) sobre o desempenho durante um exercício intermitente all-out (dez sprints máximos de 6s intercalados por 30s de recuperação). Observou-se que a fase do dia não influenciou o desempenho de qualquer um dos aspectos neuromusculares medidos (contração

voluntária máxima - CVM e eficiência neuromuscular - EN), mas verificou-se uma maior diminuição do trabalho (torque) durante os tiros ocorridos durante a tarde em comparação com os da manhã (-9,5% vs. - 2,2%, respectivamente). Demonstraram, ainda, uma maior incidência de fadiga durante a tarde, concumitante à maior redução nos dados de CVM (-10,2% vs. -7,5%, respectivamente), sugerindo que os padrões de recuperação da função neuromuscular é mais baixa à tarde. No entanto, o pico de torque foi maior durante a tarde em comparação à manhã no primeiro (+ 4,6%) e no quinto Sprint (+ 2,2%), demonstrando que, talvez, os mais elevados níveis de fadiga durante a tarde podem ser devido aos maiores picos de torque durante exercícios repetidos (Giacomoni et al., 2006). Estes resultados enfatizam os encontrados por Hill et al., (1992), os quais mostram um trabalho total maior (9,6%) realizada na fase da tarde ([média \pm SE], $348,8 \pm 40,6 \text{ J. kg}^{-1}$) em relação à fase da manhã ($318,2 \pm 39,5 \text{ J. kg}^{-1}$). A maior quantidade de trabalho na parte da tarde foi associada a uma potência aeróbia 5,1% mais elevada e uma contribuição anaeróbia 5,6% mais ampla. Este fato está de acordo com os resultados de Racinais (2010), o qual demonstrou que o desempenho em eventos de curta duração (<1 minutos) parece ser melhor na parte da tarde (das 16h às 18h), em comparação com a manhã (06h – 10h).

Mesmo com toda a preocupação em avaliar as influências da fase do dia, os estudos listados acima não mediram a estratégia de corrida adotada pelos atletas, reforçando a noção de que os poucos estudos que foram projetados para analisar os efeitos da fase do dia no desempenho utilizaram testes com pouca validade ecológica, ou seja, testes de salto, teste de Wingate ou teste de tempo até exaustão (Souissi et al., 2004; Bessot et al., 2006; Giacomoni et al., 2006; Souissi et al., 2007, 2010; Racinais et al., 2005a, 2005b, 2010). Além disso, outros fatores como alterações hormonais e metabólicas, atenção e predisposição mental, podem influenciar o desempenho durante CR de curta duração (Reilly e Down, 1992). Segundo a literatura, até o momento nenhum estudo investigou se o pacing é diferente considerando as fases da tarde e manhã, e se alguma diferença entre as fases do dia estaria associada à qualquer alteração metabólica, hormonal ou psicofisiológica. Assim, o presente estudo teve como objetivo determinar o efeito de diferentes fases do dia sobre o desempenho da estratégia de corrida, parâmetros fisiológicos, metabólicos e psicológicos durante uma prova CR de ciclismo 1000-m. Acreditou-se que durante a tarde as melhores condições fisiológica, metabólica e psicológica poderiam direcionar os voluntários para uma maior contribuição da

potência anaeróbia, com maiores valores de potência no início da prova, maior motivação, alterações no pacing e melhor desempenho como resultado de um ambiente psico-fisiológico mais favorável à tarde em comparação à manhã. Além disso, a hipótese de que à tarde as pessoas apresentam estado de “alerta” e motivação mais elevados (Souissi et al., 2004; Atkinson et al., 2005), possivelmente devido à maiores concentrações de adrenalina e noradrenalina, e conseqüente aumento no recrutamento de fibras musculares e fornecimento de energia.

MÉTODOS

Sujeitos

Nove ciclistas treinados do sexo masculino (média \pm DP: idade de $31 \pm 7,3$ anos, estatura $1,75 \pm 7,8$ m; massa corporal $73,5 \pm 11,6$ kg; %G $11,6 \pm 4,7$, VO_2 máx $48,6 \pm 6,7$ ml/kg/min⁻¹, Pmáx $253,4 \pm 51,8$ W, FC 180 ± 21 bpm, Cronotipos Intermediário 55,6% Moderadamente matutino 44,4%) foram recrutados de clubes de ciclismo locais, o qual foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Alagoas. Cada voluntário deram o seu consentimento informado por escrito depois de receber uma explicação dos procedimentos experimentais, possíveis benefícios e riscos. Os sujeitos são competidores ativos a níveis regionais e nacionais. Foram incluídos os participantes que pedalarão regularmente pelo menos 4 vezes por semana, durante os últimos dois anos sem interrupção e após liberação médica.

Desenho Experimental

Cada participante realizou quatro visitas ao laboratório em diferentes dias. Na primeira, foi submetido à avaliação do cronotipo (Horne e Östberg, 1976) e antropométrica: massa corporal, estatura e percentual de gordura por meio das dobras cutâneas de peitoral, abdômen e coxa (Jackson e Pollock, 1978). Em seguida foi realizado o teste incremental máximo em um cicloergômetro, com carga inicial à 100 Watts durante 5 minutos e incrementos de 30 Watts a cada 3 minutos, para determinar seu consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx.). Na segunda visita foi realizado um teste de familiarização com o protocolo experimental. As duas primeiras visitas ocorreram no turno intermediário (10h às 14h). Nas visitas três e quatro os sujeitos realizaram um teste de 1km contra-relógio na fase da manhã e da

tarde (8h e 18h, respectivamente) em dias distintos e contrabalançado, respeitando um período entre 3 a 7 dias de *wash-out*.

Teste Incremental

Os voluntários realizaram um teste incremental até a exaustão em um ciclo simulador (Tacx cycle trainer, Holland) para determinar o VO_2max e Pmax . O teste iniciou com o sujeito pedalando à 100W durante cinco minutos para aquecimento, seguido de incrementos de 30W a cada três minutos até o indivíduo atingir a exaustão. Durante todo o teste, os indivíduos utilizaram uma máscara com respostas da ventilação (VE), consumo de oxigênio (VO_2) e produção de dióxido de carbono (VCO_2), mensurados por um sistema computadorizado e com transmissão imediata, respiração a respiração, para um software específico (Quark b2; Cosmed, Itália). O volume de ar expirado foi mensurado através de um sensor de fluxo bidirecional, calibrado antes do início do teste com uma seringa contendo três litros de ar. A fração expirada de O_2 foi analisada com sensor de zircônio e a fração expirada de CO_2 por absorção de infravermelho. Ambos os sensores foram calibrados de forma automática antes do início do teste, utilizando cilindro com concentração conhecida de O_2 (20.9%) e CO_2 (5%). O VO_2max foi identificado como maior valor (média de 30s) atingido durante o teste. A maior potência atingida no teste foi considerada a Pmax .

Procedimentos do teste de 1-km

Antes de cada teste, os participantes foram orientados a manter-se quieto por pelo menos 10 minutos antes da primeira coleta de 25 ml de sangue venoso (condição pré-teste) por um técnico em enfermagem responsável, depois foram encaminhados à cadeira extensora onde receberam os preparativos para realizar o aquecimento a 50, 60, 70 e 80% da Contração Voluntária Máxima (CVM), de modo que os voluntários estimavam as cargas a partir da ideia de seu máximo. Finalizada esta etapa iniciou-se às três séries a 100% da CVM isométrica de extensão do joelho com 5s de duração cada uma e três minutos de repouso entre as séries.

O sujeito manteve o ângulo do joelho à 90°. Em seguida, uma máscara para mensuração das respostas de ventilação (VE), consumo de oxigênio (VO_2) e produção de dióxido de carbono (VCO_2) através de sistema computadorizado e com transmissão imediata, respiração a respiração, para um software específico (Quark b2; Cosmed, Itália) foi acoplada ao sujeito. Durante todos os testes, a frequência

cardíaca (FC) também foi mensurada por meio de um cardiofrequencímetro (Polar S810i, Finlândia). Logo após, os voluntários foram conduzidos ao ciclo simulador (Tacx cycle trainer, Holland) onde esperaram cinco minutos antes de realizar um aquecimento padrão de 5 min à 100W. Logo após, antecedendo ao contra-relógio, os participantes foram orientados a manterem-se sentados durante cinco minutos. A atividade eletromiográfica (EMG) do músculo vasto lateral (VL) coincidente com o torque de pico do melhor esforço da CVM foram usadas para normalizar os valores da EMG registrado durante os testes experimentais.

Durante os testes contra-relógio, os voluntários estiveram livres para ajustar o ritmo de prova conforme sua escolha em qualquer momento da tarefa a partir do seu início, sendo orientados a terminá-la no menor tempo possível. A distância foi informada verbalmente a cada 200m. Os sujeitos foram informados a não realizarem atividades físicas vigorosas, não ingerir substâncias cafeinadas (café, chocolate, mate, pó-de-guaraná, coca-cola e guaraná) ou alcoólicas nas 24 horas antecedentes aos testes. Como requisito do teste da manhã os participantes deveriam estar em jejum (última ingesta até meia-noite do dia anterior) e não foi permitido o consumo superior a um copo com água (200 ml) antes de sua realização. À tarde os participantes estavam livres para ingerir a quantidade de água habitual até uma hora antes da realização do teste das 18h. Os participantes mantiveram os mesmos padrões alimentares (registros alimentares) 24 horas antes de ambos os testes.

Mensurações e Análises

Em todos os testes experimentais as trocas gasosas (VO_2 e VCO_2), FC, velocidade de pedal (VP), produção de potência (PO), EMG foram registradas. Os pensamentos associativos, PSE, humor e afetividade foram registrados antes e imediatamente após cada teste contra-relógio. Os pensamentos associativos (foco de atenção) foram mensurados por uma escala que varia de 0 a 100%, onde quanto mais próximos de 0% mais dissociativos do exercício em questão, de modo que 100% representam os pensamentos associados (Baden et al., 2004). Na PSE utilizou-se a escala de Borg de 6 a 20 pontos (Borg, 1982). O estado de humor foi medido por meio da escala de humor de Brunel (Brums) (Rohlf et al., 2008) que contém 24 indicadores divididos em seis subescalas: tensão, depressão, raiva, vigor, fadiga e confusão; onde cada subescala contém quatro itens cujos pontos podem variar de 0 a 16. A afetividade foi avaliada a partir de uma escala de afeto bipolar de

11 pontos, em que +5 é considerado muito bom e -5 considerado muito ruim (Rejeski, 1985). As trocas gasosas foram registradas respiração a respiração, mas para efeito de cálculo utilizou-se as médias dos valores contidos nos 20 segundos anteriores ao fechamento dos segmentos de 200m. A FC foi registrada a cada 200m usando um cardiófrequencímetro (Polar S810i, Finlândia). A VP e a PP também foram medidas a cada 200m. O sinal de EMG foi capturado por uma unidade de EMG (EMGsystem, EMG System do Brasil®, Brasil) e analisado em intervalos de 5s a cada 200m de teste completado.

As aferições da temperatura corporal sublingual foram realizadas concomitantes às coletas das amostras de sangue venoso antes de cada contra-relógio (repouso), imediatamente após o contra-relógio (pós - exercício) e uma hora após a conclusão do contra-relógio (uma hora pós - exercício). Foi utilizado termômetro clínico digital (acurácia de $\pm 0.1^\circ \text{C}$) durante 180s ou até estabilização da temperatura (Souissi et al., 2004; Souissi et al, 2007).

Em cada uma das condições (repouso, pós – teste e uma hora pós – teste) foram coletadas 25ml de sangue venoso braquial. A partir das amostras de sangue foram mensuradas concentrações plasmáticas dos marcadores fisiológicos: insulina e glucagon (radioimunoensaio), cortisol, testosterona livre e total, Hormônio do crescimento - GH (valores séricos); marcadores de danos: creatina quinase (Espectrofotometria, usando kits biotécnica); e marcadores de metabolismo: glicose, lactato, uréia, ácido úrico e creatinina (Espectrofotometria, usando kits biotécnica). Para coleta de sangue venoso, um cateter foi fixado na veia braquial com infusão periódica de cloreto de sódio (NaCl 0.9%) estéril para evitar a coagulação e obstrução da passagem do sangue pelo cateter (1 ml). As amostras de sangue foram transferidas para tubos contendo ou não EDTA (a depender do tipo de análise) e imediatamente centrifugadas a 3.000 rpm à 4°C durante dez minutos para separação do plasma e soro. Dos tubos que continham EDTA foram extraídos plasma e os que não possuíam EDTA extraído soro, ambos foram armazenados em freezer com temperatura de -80°C para posterior análise bioquímica.

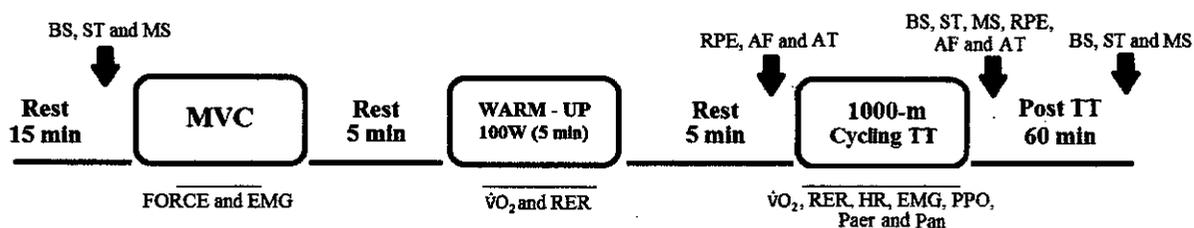


FIGURA 1 – Protocolo Experimental. [BS] amostra de sangue; [ST] temperatura sublingual; [MS] escala de humor; [RPE] percepção subjetiva de esforço (local e total); [AF] afetividade; [AT] pensamentos associativos; [MVC] contração voluntária máxima; [EMG] atividade eletromiográfica; [$\dot{V}O_2$] consumo de oxigênio; [RER] razão de troca respiratória; [HR] frequência cardíaca; [PPO] produção de potência; [Paer] potência aeróbia; [Pan] potência anaeróbia.

Os testes contra-relógio da manhã e tarde ocorreram às 8h e 18h, respectivamente, em condições similares de temperatura e umidade relativa do ar (20.1 - 21.2°C; 34 -35%, respectivamente).

Análise Estatística

Temperatura sublingual, Insulina, Hormônio do Crescimento - GH, Cortisol, Testosterona Total e Livre, Adrenalina, Noradrenalina, Creatinina, Creatina Quinase, Ácido Úrico, Uréia, Glicose, Temperatura sublingual, Percepção Subjetiva de Esforço – PSE Local e Geral, Afetividade e Pensamentos foram transformadas em Log Natural. A distribuição das amostras foram analisadas usando o teste de Shapiro-Wilk e atenderam aos pressupostos de normalidade. Análise de variância (ANOVA) de dois caminhos de medidas repetidas (turno \times tempo) seguida por ajustes de Bonferroni foram utilizadas para comparar as variáveis fisiológicas, metabólicas, psicológicas, VO_2 , VCO_2 , VE, RER e FC. Quando violados os pressupostos de Esfericidade, os graus de liberdade foram corrigidos usando as correções de Greenhouse-Geisser ou Huynh-Feldt quando apropriadas. O tamanho do efeito (ES) (Cohen, 1988) e o intervalo de confiança (95% IC) foram também usados, quando apropriados, para avaliar a magnitude das diferenças. Os limiares para pequenas, moderadas e grandes efeitos foram 0.20, 0.50 e 0.80, respectivamente (Cohen, 1988). Para comparar o tempo de completar a prova e o estado de humor entre a manhã e tarde foi utilizado teste t de student. Os resultados

foram reportados como médias e desvio padrão ($M \pm SD$). Significância estatística foi considerada quando $P < 0.05$. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa SPSS (16.0).

RESULTADOS

Temperatura sublingual, Insulina, Hormônio do Crescimento - GH, Cortisol, Testosterona Total e Livre, Adrenalina, Noradrenalina, Creatinina, Creatina Quinase, Ácido Úrico, Ureia, Glicose, Temperatura sublingual, Percepção Subjetiva de Esforço – PSE Local e Geral, Afetividade, Pensamentos foram transformadas em Log Natural.

Variáveis Fisiológicas

Temperatura Sublingual

Não houve significativo efeito principal da fase do dia ($F(1, 8) = 1.18$, $p = 0.310$, $ES = 0.29$) ou interação ($F(0.49, 10.14) = 0.39$, $p = 0.586$, $ES = 0.19$) para temperatura sublingual; entretanto, a temperatura nos 60' pós-CR foi menor durante a manhã que a tarde (36.0 ± 0.4 vs. 36.4 ± 0.3 , respectivamente, ($t(8) = -2.33$, $p = 0.048$, $ES = 0.64$, 95% CI = $-0.84 - -0.05$). Adicionalmente, os valores 60' pos-CR foram maiores que imediatamente após o CR (36.2 ± 0.1 vs. 35.6 ± 0.2 , respectivamente, $p = 0.025$, 95% CI = $0.079 - 1.11$) em ambas as fases do dia, embora não houve diferenças entre 60'pós-CR vs. baseline ($p = 1.00$, 95% CI = $-0.60 - 0.93$) ou pós-CR vs. baseline ($p = 0.730$, 95% CI = $-1.45 - 0.60$).

Glucagon

Os resultados mostram que não houve um efeito principal significativo do turno $F(1, 8) = 0.28$, $ES = 0.18$ e interação $F(1.06, 8.45) = 1.79$, $ES = 0.42$; embora foi encontrado efeito principal significativo no efeito do tempo $F(1.14, 9.15) = 42.18$, $p < 0.001$, $ES = 0.91$. O Glucagon imediatamente após o CR 1 km apresentou maiores concentrações quando comparados aos valores de repouso ($F(1, 8) = 44.27$, $p < 0.001$, $ES = 0.92$) e aos valores uma hora após o término do CR ($F(1, 8) = 44.09$, $p < 0.001$, $ES = 0.92$). Não foram encontradas diferenças significativas entre as condições repouso e uma hora após. A partir do método de contrastes Helmert entre

as condições, o glucagon pós-exercício foi maior que as situações em repouso e uma hora após em ambos os turnos $F(5, 40) = 19.15, p < 0.001, ES = 0.57$.

Insulina

Os resultados mostram que não houve um efeito principal significativo do turno $F(1, 8) = 5.13, p > 0.05, ES = 0.63$; do tempo $F(2, 16) = 0.18, p > 0.05, ES = 0.11$ e Interação $F(2, 16) = 0.90, p > 0.05, ES = 0.23$, demonstrando que as concentrações de insulina apresentam comportamentos muito similares entre turnos e intervalos de tempo.

Hormônio do Crescimento – GH

Os resultados evidenciam um efeito principal significativo do turno ($F(1, 8) = 9.37, p < 0.05, ES = 0.73$), e do tempo ($F(2, 16) = 9.69, p < 0.01, ES = 0.61$); embora não foi encontrado efeito de interação ($F(2, 16) = 2.46, p > 0.05, ES = 0.37$).

A concentração de GH em repouso foi significativamente menor que no pós-exercício ($F(1, 8) = 12.33, p < 0.01, ES = 0.78$) inter e intra-turnos ($F(5, 40) = 7.15, p < 0.05, ES = 0.39$). Utilizando o método de contrastes Helmert, percebeu-se que as maiores concentrações de GH foram encontradas uma hora após o término do CR 1 km na fase da tarde $F(5, 40) = 7.15, p < 0.001, ES = 0.39$ em comparação aos valores encontrados em repouso (manhã e tarde) e uma hora após (manhã).

Cortisol

Os resultados mostram que houve um efeito principal significativo somente do turno, cujas concentrações são maiores durante a manhã, comparadas com o período da tarde $F(1, 8) = 5.30, p \leq 0.05, ES = 0.63$. O cortisol imediatamente após o CR 1 Km na fase da manhã é significativamente maior que o cortisol à tarde na condição repouso e uma hora após o CR ($F(5, 40) = 3.95, p < 0.01, ES = 0.30$). Entretanto, o cortisol não se altera com o exercício.

Testosterona Livre

Os resultados evidenciam um efeito principal significativo do turno ($F(1, 8) = 12.64, p < 0.01, ES = 0.78$), e do tempo ($F(2, 16) = 15.01, p < 0.001, ES = 0.70$); embora não foi encontrado efeito significativo na interação $F(2, 16) = 1.34, p > 0.05, ES = 0.28$.

A partir do método de contrastes Helmert, percebeu-se que a condição pós-exercício da manhã foi significativamente maior ($F(5, 40) = 9.48, p < 0.01, ES = 0.44$) que as condições repouso e uma hora após do período da tarde. Ainda comparado com os valores uma hora após o CR 1 km do período da tarde, as condições repouso ($F(5, 40) = 9.48, p < 0.001, ES = 0.44$) e uma hora após ($F(5, 40) = 9.48, p < 0.01, ES = 0.44$) do período da manhã foram maiores. Os resultados mostram que em virtude do efeito principal significativo da condição, durante a tarde, a situação pós-exercício foi significativamente maior quando comparada com uma hora após o CR ($F(5, 40) = 9.48, p < 0.01, ES = 0.44$).

Testosterona Total

Os resultados evidenciam um efeito principal significativo do turno ($F(1, 8) = 9.99, p < 0.05, ES = 0.75$), e do tempo ($F(1.07, 8.55) = 20.65, p < 0.001, ES = 0.84$); embora não foi encontrado efeito significativo na interação $F(2, 16) = 0.34, p > 0.05, ES = 0.14$.

Em virtude do efeito do tempo, os valores do pós-exercício foram maiores que as concentrações uma hora após o CR 1 km em ambos os turnos ($F(1, 8) = 20.95, p < 0.01, ES = 0.85$), sendo a condição uma hora após da manhã maior que a encontrada na fase da tarde ($F(1, 8) = 9.99, p < 0.05, ES = 0.75$). A partir do método de contrastes Helmert, percebeu-se que a situação repouso da manhã foi maior que a concentração uma hora após CR 1 km na fase da tarde ($F(5, 40) = 9.61, p < 0.01$). Ainda durante a manhã, os valores de exaustão foram maiores que os encontrados na condição uma hora após da tarde ($F(5, 40) = 9.61, p < 0.001$) e repouso da tarde ($F(5, 40) = 9.61, p < 0.001$).

Adrenalina

Os resultados mostram que não houve um efeito principal significativo do turno $F(1, 8) = 0.081, p > 0.05, ES = 0.10$ e interação $F(2, 16) = 0.56, p > 0.05, ES = 0.18$; embora foi encontrado efeito principal significativo do tempo $F(2, 16) = 21.83, p < 0.001, ES = 0.76$. A partir do método de contrastes Helmert, as concentrações de adrenalina pós-exercício na fase da manhã foram maiores que os valores encontrados em repouso (ambos os turnos) e uma hora após CR 1 km na fase vespertino ($F(5, 40) = 5.83, p < 0.001, ES = 0.36$). Durante a tarde, as

concentrações pós-exercício foram maiores que os valores em repouso da manhã ($F(5, 40) = 5.83, p < 0.001, ES = 0.36$).

Noradrenalina

Os resultados mostram que não houve um efeito principal significativo do turno $F(1, 8) = 0.17, p > 0.05, ES = 0.14$ e interação $F(1.26, 10.06) = 2.83, p > 0.05, ES = 0.47$; embora foi encontrado efeito principal significativo do tempo $F(2, 16) = 27.88, p < 0.001, ES = 0.80$. A partir do método de contrastes Helmert, as concentrações de noradrenalina pós-exercício na fase da manhã foram maiores que os valores encontrados em repouso e uma hora após CR 1 km em ambos os turnos ($F(5, 40) = 15.63, p < 0.001, ES = 0.53$). Durante a tarde, as concentrações pós-exercício foram maiores que os valores uma hora após e repouso da manhã ($F(5, 40) = 15.63, p < 0.001, ES = 0.53$).

Variáveis Metabólicas

Creatinina

Os resultados mostram que houve um efeito principal significativo do turno $F(1, 8) = 17.06, p < 0.01, ES = 0.83$ e interação $F(2, 16) = 7.07, p < 0.01, ES = 0.55$; embora não foi encontrado efeito principal significativo no efeito do tempo $F(2, 16) = 3.40, ES = 0.42$.

Conforme o efeito do turno, a partir do método de contrastes Helmert, as concentrações de creatinina em repouso durante a manhã foram menores quando comparadas ao repouso, pós-exercício e uma hora após o CR 1 km da tarde ($F(5, 40) = 8.14, p < 0.01, ES = 0.41$). Quanto as comparações intra-turnos, durante a manhã, a situação repouso foi menor que exaustão ($F(5, 40) = 8.14, p < 0.05, ES = 0.41$) e uma hora após da manhã ($F(5, 40) = 8.14, p < 0.05, ES = 0.41$).

Creatina Quinase – CK

Os resultados mostram que não houve um efeito principal significativo do turno $F(1, 8) = 4.27, p > 0.05, ES = 0.59$; do tempo $F(2, 16) = 0.40, p > 0.05, ES = 0.16$ e Interação $F(1.14, 9.14) = 1.86, p > 0.05, ES = 0.41$. Apesar disso, o método de contrastes Helmert demonstrou que a concentração de CK pós-exercício durante a manhã foi menor que os valores uma hora após CR 1 km durante a tarde ($F(5, 40) = 3.61, p < 0.05, ES = 0.29$).

Ácido Úrico

Os resultados mostram que não houve um efeito principal significativo do turno $F(1, 8) = 0.80$, $p > 0.05$, $ES = 0.30$; do tempo $F(1.11, 8.91) = 1.75$, $p > 0.05$, $ES = 0.41$ e Interação $F(1.18, 9.40) = 0.34$, $p > 0.05$, $ES = 0.19$, demonstrando que as concentrações de ácido úrico apresentam comportamentos muito similares entre turnos e intervalos de tempo.

Ureia

Os resultados mostram que não houve um efeito principal significativo do turno $F(1, 8) = 0.01$, $p > 0.05$, $ES = 0.04$; do tempo $F(1.08, 8.68) = 1.49$, $p > 0.05$, $ES = 0.38$ e Interação $F(1.16, 9.31) = 1.09$, $p > 0.05$, $ES = 0.32$, demonstrando que as concentrações de ureia apresentam comportamentos muito similares entre turnos e intervalos de tempo.

Lactato

Os resultados mostram que não houve um efeito principal significativo do turno $F(1, 8) = 0.28$, $p > 0.05$, $ES = 0.18$ e interação $F(1.06, 8.45) = 1.79$, $p > 0.05$, $ES = 0.42$; embora foi encontrado efeito principal significativo do tempo $F(1.14, 9.15) = 42.18$, $p < 0.001$, $ES = 0.91$. A partir do método de contrastes Helmert, as concentrações de lactato pós-exercício na fase da manhã foram maiores que os valores encontrados em repouso e uma hora após CR 1 km em ambos os turnos ($F(5, 40) = 19.25$, $p < 0.001$, $ES = 0.57$). Durante a tarde, as concentrações pós-exercício foram maiores que os valores uma hora após (manhã e tarde) e repouso (manhã) ($F(5, 40) = 19.25$, $p < 0.001$, $ES = 0.57$).

Glicose

Os resultados mostram que houve um efeito principal significativo somente do turno, cujas concentrações são maiores durante a tarde comparada com o período da manhã $F(1, 8) = 6.25$, $p < 0.05$, $ES = 0.66$. Segundo método de contrastes Helmert, as concentrações de glicose uma hora após o CR 1 Km na fase da manhã é significativamente menor que as concentrações de glicose pós-exercício à tarde ($F(5, 40) = 3.55$, $p < 0.05$, $ES = 0.29$).

Variáveis Psicológicas

PSE – Geral

Os resultados mostram que não houve um efeito principal significativo do turno $F(1, 8) = 0.26, p > 0.05, ES = 0.18$ e interação $F(1, 8) = 0.28, p > 0.05, ES = 0.18$; embora foi encontrado efeito principal significativo do tempo $F(1, 8) = 26.01, p < 0.001, ES = 0.87$.

A partir do método de contrastes Helmert, a PSE geral pós-exercício foi maior que os valores encontrados na condição repouso inter-turnos ($F(1, 8) = 0.26, p > 0.05, ES = 0.18$) e intra-turnos ($F(3, 24) = 21.15, p < 0.001, ES = 0.68$).

PSE – Local

Os resultados mostram que não houve um efeito principal significativo do turno $F(1, 8) = 0.07, p > 0.05, ES = 0.09$ e interação $F(1, 8) = 3.55, p > 0.05, ES = 0.55$; embora foi encontrado efeito principal significativo do tempo $F(1, 8) = 52.94, p < 0.001, ES = 0.93$.

A partir do método de contrastes Helmert, a PSE geral pós-exercício foi maior que os valores encontrados na condição repouso tanto entre as fases do dia ($F(1, 8) = 0.07, p > 0.05, ES = 0.09$) como em cada fase ($F(3, 24) = 39.92, p < 0.001, ES = 0.79$).

Afetividade

Os resultados mostram que não houve um efeito principal significativo do turno $F(1, 8) = 0.29, p > 0.05, ES = 0.19$; interação $F(1, 8) = 4.55, p > 0.05, ES = 0.60$ e do tempo $F(1, 8) = 0.01, p > 0.05, ES = 0.04$.

Pensamentos

Os resultados mostram que não houve um efeito principal significativo do turno $F(1, 8) = 0.03, p > 0.05, ES = 0.06$; interação $F(1, 8) = 0.83, p > 0.05, ES = 0.31$ e do tempo $F(1, 8) = 2.19, p > 0.05, ES = 0.46$.

Estados de Humor

A tensão ($t(8) = -0.83, p > 0.05, ES = 0.24$), depressão ($t(8) = -0.96, p > 0.05, ES = 0.28$), raiva ($t(8) = -0.48, p > 0.05, ES = 0.14$), fadiga ($t(8) = -1.61, p > 0.05, ES = 0.43$) e confusão mental ($t(8) = -0.82, p > 0.05, ES = 0.24$) apresentaram

maiores médias na fase da tarde quando comparado com a manhã, exceto pelo vigor ($t(8) = 0.39$, $p > 0.05$, $ES = 0.12$) que apresentou maior média na fase da manhã.

Variáveis de Desempenho

Eletromiografia

Os resultados mostram que não houve um efeito principal significativo do turno $F(1, 8) = 0.001$, $p > 0.05$, $ES = 0.01$ e Interação $F(1.47, 11.80) = 0.61$, $p > 0.05$, $ES = 0.22$ embora foi encontrado efeito principal da distância entre os 600m comparado aos 800m ($F(2.04, 16.29) = 8.71$, $p < 0.01$, $ES = 0.59$).

Tempo para completar o CR

Houve uma tendência no tempo para completar o CR com maiores valores durante a manhã ($t(8) = 2,10$; $p = 0,069$; $ES = 0,60$; $95\% IC = -0,59 - 12,37$) comparado à tarde ($94,9 \pm 10,9$ e $89,0 \pm 8,3$, respectivamente), embora esta diferença não seja estatisticamente significativa (Figura 2).

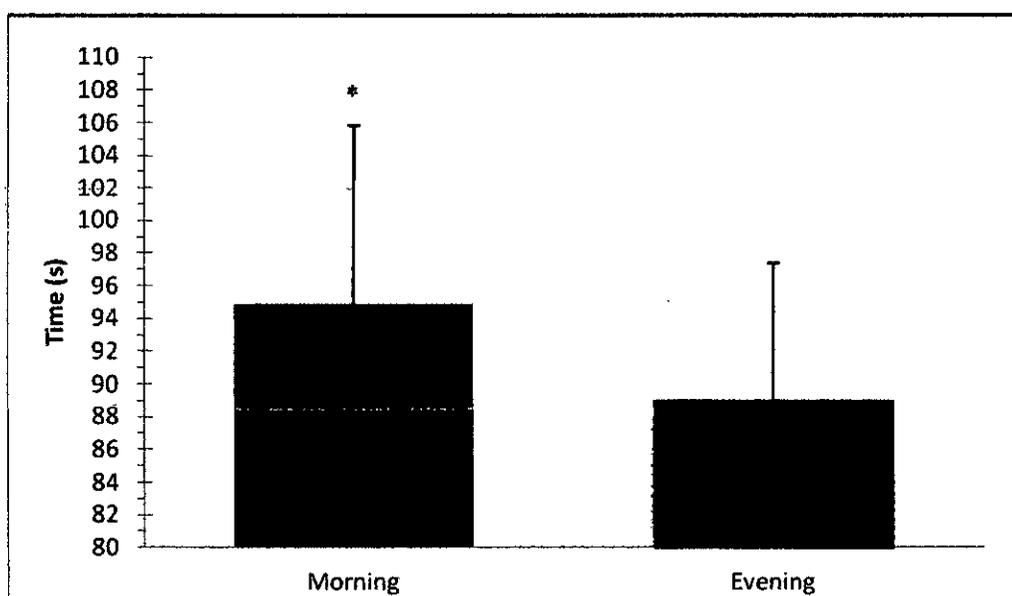


FIGURA 2 – Média e DP do tempo para completar os 1000-m CR de ciclismo entre manhã (morning) e tarde (evening). *Tendência em ser maior que o período da tarde ($p = 0.069$).

Potência total, aeróbia e anaeróbia

A média total dos valores do pico de potência (PPO), Paer e Pan não foram diferentes entre os períodos do dia [($t(8) = -0.16$, $p = 0.876$, $ES = 0.06$, $95\% IC = -42.74 - 37.14$), ($t(8) = -0.73$, $p = 0.489$, $ES = 0.25$, $95\% IC = -25.99 - 13.55$), e ($t(8) = 0.22$, $p = 0.834$, $ES = 0.08$, $95\% IC = -32.96 - 39.77$)], respectivamente, Tabela 1]. Adicionalmente, não houve efeito principal significativo para PPO, Paer e Pan na fase do dia [($F(1, 8) = 0.03$, $p = 0.875$, $ES = 0.06$), ($F(1, 8) = 0.52$, $p = 0.489$, $ES = 0.25$), e ($F(1, 8) = 0.05$, $p = 0.834$, $ES = 0.08$), respectivamente], ou interação [($F(4, 32) = 1.29$, $p = 0.296$, $ES = 0.20$), ($F(1.79, 14.39) = 2.33$, $p = 0.136$, $ES = 0.37$), e ($F(4, 32) = 1.30$, $p = 0.290$, $ES = 0.20$), respectivamente]. No entanto, o efeito principal da distância não foi significativo apenas para PPO ($F(1.47, 11.79) = 2.29$, $p = 0.151$, $ES = 0.40$), enquanto Paer aumentou ($F(4, 32) = 47.46$, $p = 0.001$, $ES = 0.77$), e Pan diminuiu ($F(1.61, 12.91) = 18.41$, $p = 0.001$, $ES = 0.77$) progressivamente com a distância, em padrões similares independente do período do dia.

iEMG, $\dot{V}O_2$ and HR

As médias iEMG, $\dot{V}O_2$ e FC foram similares entre as condições (iEMG ($t(8) = -0.01$, $p = 0.990$, $ES = 0.01$, $95\% CI = -31.02 - 30.68$), $\dot{V}O_2$ ($t(8) = -0.69$, $p = 0.508$, $ES = 0.24$, $95\% CI = -0.18 - 0.10$), e FC ($t(8) = -0.94$, $p = 0.375$, $ES = 0.32$, $95\% CI = -26.66 - 11.22$, Tabela 1). Não houve efeito principal significativo para iEMG, $\dot{V}O_2$ e FC no fase do dia [($F(1, 8) = 0.001$, $p = 0.990$, $ES = 0.01$), ($F(1, 8) = 0.48$, $p = 0.507$, $ES = 0.97$), ($F(1, 8) = 0.88$, $p = 0.375$, $ES = 0.95$) respectivamente], e interação [($F(1.47, 11.80) = 0.61$, $p = 0.514$, $ES = 0.22$), ($F(1.79, 14.34) = 0.52$, $p = 0.120$, $ES = 0.98$), ($F(1.17, 9.35) = 1.37$, $p = 0.280$, $ES = 0.93$), respectivamente]. No entanto, o principal efeito da distância foi significativo para iEMG ($F(2.04, 16.29) = 8.71$, $p = 0.003$, $ES = 0.59$), $\dot{V}O_2$ ($F(1.24, 9.90) = 131.38$, $p = 0.001$, $ES = 0.26$), e FC ($F(1.16, 9.31) = 115.28$, $p = 0.001$, $ES = 0.27$). Houve uma tendência para iEMG nos 200-m ser menor que nos 1000-m ($p = 0.055$, $95\% CI = -34.59 - 0.33$), e nos 400-m ser menor que nos 800-m ($p = 0.089$, $95\% CI = -26.97 - 1.49$) em ambas as fases do dia. Ambos, $\dot{V}O_2$ e FC, aumentaram exponencialmente com a distância.

Tabela 1. Média total e DP do pico de potência (PPO), potência aeróbia (Paer), potência anaeróbia (Pan), eletromiografia integrada (iEMG), consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) e frequência cardíaca (FC) durante o contra-relógio de 1000-m.

Variáveis	MANHÃ	TARDE
PPO	252.7 ± 74.1	255.5 ± 62.1
Paer	155.7 ± 28.0	161.9 ± 27.5
Pan	97.0 ± 62.3	93.5 ± 71.4
iEMG (%CVM)	83.8 ± 27.2	84.0 ± 34.0
$\dot{V}O_2$ (L.min ⁻¹)	2.98 ± 0.24	3.02 ± 0.38
FC (bpm)	146 ± 29	154 ± 14

*Significantly different between morning and evening (p < 0.05).

DISCUSSÃO

O principal objetivo do presente estudo foi determinar os efeitos de diferentes fases do dia sobre o pacing, desempenho, respostas fisiológicas, metabólicas e psicológicas durante uma prova contra-relógio de ciclismo de 1000-m. Os principais achados foram: 1) houve uma tendência para um melhor desempenho durante a tarde comparado a manhã, embora não foi acompanhada por qualquer alteração na Paer ou Pan; 2) Durante a tarde os níveis de cortisol, CK, testosterona total e livre estiveram baixos, enquanto o GH esteve elevado, corroborando com o aumento dos níveis de glicose plasmática em resposta ao exercício.

Vários estudos têm adotado diferentes tipos de testes com pouca validade ecológica (salto, Wingate, até a exaustão ou potência constante), e limitadas explicações sobre os mecanismos fisiológicos que poderiam explicar a melhora no desempenho durante a tarde (Souissi et al., 2004; Bessot et al, 2006;. Giacomoni et al, 2006;. Souissi et al, 2007, 2010;. Racinais et al, 2005a, 2005b, 2010). Ainda, não haviam estudos anteriores que se propuseram avaliar o efeito da fase do dia no desempenho durante um contra-relógio de ciclismo de 1000-m. Portanto, o presente estudo é o primeiro, segundo o conhecimento dos autores, a demonstrar as influências de diferentes fases dias sobre pacing e desempenho durante uma prova de ciclismo de curta duração. Nossos resultados mostraram que o desempenho foi melhor à tarde com um pacing parabólico em forma de U, ainda que não tenha sido acompanhado por qualquer mudança significativa nas contribuições aeróbicas ou anaeróbicas. Já o período da manhã foi caracterizado por um pacing negativo.

Parâmetros de desempenho

Os presentes resultados demonstram em ciclistas recreacionais que o tempo para completar o CR de 1000-m foi aproximadamente 6s inferior no período da tarde comparado ao tempo da manhã ($89,0 \pm 8,3$ vs. $94,9 \pm 10,9$, respectivamente) (Figura 2). Embora isto represente uma tendência estatística ($p = 0,069$) e um tamanho de efeito moderado (0,60), seis segundos poderia determinar, em atletas participantes de um ambiente competitivo real, a diferença na colocação entre o 1º e o 24º lugar no pódio (por exemplo, UCI Campeonato Mundial de Ciclismo de Pista, 2012), ou mesmo um impacto significativo na obtenção de um novo recorde. Essa melhora no desempenho durante a tarde está de acordo com o melhor desempenho demonstrado por Souissi et al. (2004; 2007) em uma prova de Wingate de 30 s.

É plausível acreditar que seis segundos mais rápido no período da tarde poderia ter sofrido influências de maior temperatura corporal, demonstrada no presente estudo pelo método sublingual. Estudos anteriores demonstraram a importância de se medir a temperatura corporal no desempenho (Shephard, 1984; Reilly, 1990; Melhim, 1993; Atkinson e Reilly, 1996; Bernard et al, 1998,. Atkinson et al, 2005), pensando em praticidade, adotou-se a a medição sublingual que é considerada como técnica válida e confiável (Atkinson et al., 1993; Souissi et al., 2004, 2007) haja visto o importante estudo de Souissi et al. (2004), os quais utilizaram a mesma técnica do presente estudo (sublingual) para aferir a temperatura em seis diferentes pontos do dia (manhã 2:00, 06:00 e 10:00 vs. tarde 02:00, 18:00 e 22:00) sob condições de repouso.

Ao comparar, no presente estudo, a temperatura média dos 60' post-TT entre os períodos do dia, o valores mais elevados foram encontrados durante a tarde corroborando com o estudo de Souissi et al., (2004), que encontraram um efeito da fase dia mais significativo durante a tarde em relação ao da manhã. Possivelmente, uma das diferenças entre os nossos resultados e os demonstrados por Souissi et al. (2004) é que, este último, analisou a temperatura apenas nas condições de repouso em seis diferentes pontos do dia utilizando-se da análise Cosinor a fim de verificar a acrófase (valor mais alto) e mesor (valor médio) da curva ajustada. Enquanto, no presente estudo a intenção foi de verificar se a temperatura poderia sofrer influência da fase do dia quando submetida ao exercício CR de ciclismo. Além disso, não encontramos diferenças significativas nas potências aeróbias e anaeróbias ou iEMG entre a manhã e tarde, o que corrobora com os estudos de

Down et al., (1985) e Reilly & Down (1992), os quais relataram também não evidenciaram efeitos circadianos sobre a potência média ou pico. Tais autores sugerem que o forte nível de motivação demonstrados pelos voluntários durante o teste de Wingate 30-s poderia ter interferido nos resultados e, eventualmente, ter minimizado os efeitos da fase do dia, ainda que o mecanismo exato ainda seja desconhecido. Assim, é razoável acreditar que uma vez que ambos teste de Wingate e 1000 m contra-relógio são eventos de curta duração e alta intensidade, possivelmente o efeito motivacional também pode ter interferido em nossos achados. Adicionalmente, para iEMG Giacomoni et al. (2006) mostrou que o principal efeito para a fase de dia não foi significativa em todos os índices biomecânicos de desempenho neuromuscular (CVM e eficiência neuromuscular). Desta forma, a não diferença significativa no sinal eletromiográfico significa que o nível de activação muscular foi similar entre a manhã e tarde, sugerindo que o efeito da fase do dia pode ser intramuscular de acordo com os nossos resultados.

O consumo de oxigênio não apresentou diferenças significativas entre manhã e tarde em nossos achados, e estão de acordo com Reilly et al., (1997) que também não evidenciaram efeito da fase dia nesta variável quando submetido ao exercício máximo. Considerando que a prova CR de 1000-m é realizada em uma intensidade de VO_2 máximo, parece pertinente assumir que a capacidade máxima de oxigênio não é modificada pela fase do dia (Souissi et al., 2007). O presente estudo também está de acordo com Carter et al., (2002) que não encontraram efeito da fase do dia nas respostas cinéticas de absorção de oxigênio durante o exercício de alta intensidade.

Hormônios e parâmetros metabólicos

As concentrações de noradrenalina, testosterona total e livre mostraram-se elevadas nos 60 minutos após CR durante a manhã refletindo uma resposta aguda do exercício sinérgica aos efeitos naturais da fase do dia no cortisol, CK, testosterona total e livre durante a manhã (Guignard et al., 1980; Teo et al., 2010). O exercício de alta intensidade é um forte estímulo para o aumento da concentração de testosterona (Cadore et al., 2008) e noradrenalina (Miranda et al., 2008) que, aliado ao caráter vasoconstrictor e hipertensor periférico da noradrenalina (Miranda et al., 2008) e do estresse fisiológico e psicológico promovido pelo cortisol (Teo et al., 2010), reforçam o efeito catabólico encontrado durante a manhã no presente estudo.

Tais efeitos também foram respaldado pelos altos níveis de CK durante a manhã, corroborando com Guignard et al 1980, que indica indiretamente maior incidência de lesão muscular (Clarkson & Hball, 2002; Nozaka & Newton, 2002).

Entre os papéis de cortisol está a diminuição na utilização de glicose (Guyton e Hall, 2006) e uma maior absorção de ácidos graxos dos tecidos nos processos lipolíticos (Guyton e Hall, 2006; Douglas e Douglas, 2002). Sabendo que durante exercícios de alta intensidade e de curta duração, tal como nos ciclismoos CR de 1000-m, glicose compreende o substrato energético utilizado com predominância, que tende a ser diminuída devido às elevadas concentrações de cortisol (Foster et al., 2004; Atkinson et al., 2003; Foster et al., 1993; Brunskil & Atkinson, 2000; Guyton e Hall, 2006), e pode ter refletido no maior tempo para completar a prova e na possível acentuação significativa das células extra-hepáticas para processos catabólicos no período da manhã em comparação ao da tarde.

Em condições de repouso, os ritmos cicardianos evidenciam um pico mais elevado de cortisol pela manhã e tende a diminuir linearmente ao longo do dia, atingindo valores mais baixos durante a tarde (Guignard et al, 1980; Guyton e Hall, 2006; Teo et al., 2010). Já em exercício, Hakkinen et al. (1988) mostraram que as mudanças nos níveis de cortisol sérico ocorridas após uma semana intensa de treinamento de força podem ser mais um indicativo de resposta ao estresse fisiológico. Portanto, percebeu-se que em todas as condições do presente estudo (baseline, pós-TT e 60' pós-TT), os níveis de cortisol mostraram-se significativamente mais elevados durante a manhã em comparação a tarde, indicando que na parte da manhã o corpo parece estar mais submetido às situações de estresse fisiológico.

Adicionalmente, houve um efeito significativo da fase do dia no GH durante a tarde com maiores concentrações nos 60 'pós TT indicando que esta secreção pulsátil pode ser estimulada pela intensidade conforme já sugerido por outros autores (Weltman et al, 2002; Godfrey et al., 2003; Guyton e Hall, 2006; Estrela, 2006). A resposta de GH ao exercício agudo tem sido estudada extensivamente, de modo que a maioria dos investigadores relatam uma concentração aumentada desta variável em resposta aguda ao exercício (Chang et al, 1986; Chwalbinska-Moneta et al., 1996; Felsing et al., 1992; Pritzlaff et al., 1999). Outros autores também têm sugerido que, além da intensidade e duração do exercício aguda, o estado de treino, a produção de trabalho e a massa muscular usada durante o exercício pode

influenciar a resposta de GH (Felsing et al, 1992; Bunt et al, 1986; Thompson et al., 1993). Importante ressaltar a característica anabólica do GH (Adams, 2000) responsável pela redução dos efeitos catabólicos e maior promoção de síntese proteica (Adams, 2000; Godfrey et al 2003), que, sob circunstâncias basais evidencia um pico durante a tarde e nas duas primeiras horas de sono (Takahashi et al., 1968), enquanto no exercício tende a aumentar progressivamente a partir dos primeiros 10-20 minutos até uma ou duas horas após a atividade (Pritzlaff et al., 1999;. Wideman et al., 1999; Kanaley et al, 1997). Nossos achados estão de acordo com os apresentados na literatura, mostrando que a concentração de GH permanece aumentada desde pós-TT até 60 minutos pós-TT, com valores significativamente mais elevados durante a tarde.

Além disso, os maiores valores de glicemia, creatinina e temperatura sublingual encontrados durante a tarde representam fatores que contribuem para um ótimo ambiente no desempenho, apesar da potência total, potência aeróbia, potência anaeróbia, atividade eletromiográfica e consumo de oxigênio não apresentarem diferenças significativas entres as fases do dia conforme já demonstrado por outros autores (Down et al, 1985; Reilly and Down 1992; Reilly et al, 1997; Souissi et al., 2007; Carter et al., 2002). Essa melhora durante a tarde está de acordo com o melhor desempenho já previsto por Souissi et al. (2004, 2007) em um Wingate de 30-s, cujas características são semelhantes a uma prova CR de 1000-m.

Adicionalmente, nossos achados demonstraram um significativo efeito principal da fase do dia para creatinina, com concentrações mais elevadas nas condições basais durante a tarde comparadas a manhã. Estas informaçãoe corroboram às evidências de que, possivelmente, no período da tarde houve maior metabolismo de fosfato, haja visto a maior temperatura corporal e elevadas concentrações de GH com conseqüente melhor estado para a prática de exercício (Rietjens et al, 2005; Hammouda et al., 2012), uma vez que a creatinina é formada durante o metabolismo celular da fosfocreatina no tecido muscular (Morais, 2000; Kozloski, 2005). Aindam, a creatinina tem um rígido e contínuo controle circadianos, de modo que o exercício de alta intensidade compreende um dos fatos que poderiam elevar a excreção de creatinina no músculo esquelético (Leal, 2007), e portanto, indicar variações de massa muscular (Silva, 2006). Tanto os valores mais elevados de creatinina como de glicose estão de acordo com Kanabrocki et al.

(1990) e Hammouda et al. (2012), os quais analisaram se tais marcadores seria afetado pela fase dia em jogadores de futebol submetidos à duas sessões (manhã 07:00 e tarde 19:00) em dias diferentes. Desta forma, os autores demonstraram que havia uma diferença significativa observada na glicose e nos níveis de creatinina indicando que o período da tarde foi superior em coerência aos nossos achados, embora não tenhamos evidenciado nenhum efeito significativo nas respostas psicológicas.

Variáveis psicológicas

O presente achado demonstra um efeito principal de tempo para a tensão e a depressão medidos pela escala de humor, cujos maiores valores foram evidenciados imediatamente após o CR comparado aos valores 60 minutos após. Tais resultados estão de acordo com Rohlf's et al. (2008) e indicam que a tensão e a depressão aumentam linearmente em resposta ao CR de 1000-m. A medição da escala de humor é válida e confiável (Terry, 1995; Rohlf's et al, 2004, 2008) e inferem acerca de sentimentos como isolamento emocional, tristeza, dificuldade de adaptação e depreciação (Beck e Clark, 1988). Além disso, tanto a PSE total quanto local mostraram-se com efeito principal de tempo, cujos valores pós-TT foram superior aos valores basais. Este aumento exponencial está de acordo com o demonstrado por Albertus et al. (2005) e compreende a bem estabelecida relação entre a PSE a duração do exercício (Noakes, 2004).

Algumas das limitações do presente estudo foi o uso de ciclistas recreacionistas uma vez que não foram encontradas amostras de atletas compatíveis com o número necessário. Outra limitação refere-se à análise dos resultados não estratificada por cronotipos, o que poderia ajudar a identificar semelhanças e diferenças entre os grupos, apesar de não ser o objetivo do estudo comparar diferentes respostas dos cronotipos. Na tentativa de atenuar a falta de um padrão de consumo de macronutrientes na dieta bem como minimizar a influência da alimentação no desempenho e nos marcadores sanguíneos, foram necessárias oito horas em jejum antes do teste da manhã e cinco horas para o teste da tarde baseado nas recomendações descritas por outros autores (Souissi et al, 2007; Touitou et al, 2004; Bougard et al, 2009; Hammouda et al, 2012). Ainda, a realização da CVM no mesmo dia da prova CR ocorreu devido à dificuldade dos participantes em aderir a um desenho experimental com maior número de visitas. Apesar das limitações poderem

influenciado os resultados, todos os participantes foram submetidos ao mesmo padrão durante o protocolo experimental, atenuando, portanto, possível vieses entre voluntários.

CONCLUSÃO

Desta forma, apesar de não ter sido evidenciado efeito significativo na iEMG, consumo de oxigênio, produção de energia, e potência aeróbia e anaeróbia, em nossos achados demonstrou-se a existência de um efeito principal de diferentes períodos do dia na creatinina, GH, CK, cortisol, testosterona total e livre com uma tendência de menor tempo para completar a prova durante a tarde comparado ao período da manhã, sugerindo um melhor desempenho durante a tarde nas provas de ciclismo CR de 1000-m.

REFERENCES

1. Aisbett B, Le Rossignol P, McConell GK, Abbiss CR, Snow R. Effects of starting strategy on 5-min cycling time-trial performance. *J Sports Sci.* 2009;27(11):1201-9.
2. Albertus-Kajee Y, Tucker R, Derman W, Lambert M. Alternative methods of normalising EMG during cycling. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010; 20 (6):1036-43.
3. Atkinson G, Todd C, Reilly T, Waterhouse J. Diurnal variation in cycling performance: Influence of warm-up. *J Sports Sci.* 2005; 23(3):321-329.
4. Baden DA, Warwick-Evans L, Lakomy J. Am I nearly there? The effect of anticipated running distance on perceived exertion and attentional focus. *J Sport & Exercise Psychology.* 2004;26(2):215-231.
5. Beck AT, Clark DA. Anxiety and depression: an information processing perspective. *Anxiety Research.* 1988;1:23-56.
6. Bescós R, Rodriguez FA, Iglesias X, Benitez A, Marina M, Padulles JM, et al. High energy deficit in an ultraendurance athlete in a 24-hour ultracycling race. *Proc Bayl Univ Med Cent.* 2012;25(2):124-8
7. Bessot N, Nicolas A, Moussay S, Gauthier A, Sesboue B, Davenne D. The effect of pedal rate and time of day on the time to exhaustion from high intensity exercise. *Chronobiol Int.* 2006; 23: 1009–1024.
8. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14(5):377-81.
9. Bosco C, Colli R, Bonomi R, Von Duvillard SP and Viru A. Monitoring strength training: neuromuscular and hormonal profile. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2000, 32(1):202–208.
10. Bosco C, Tihanyi J, Viru A. Relationship between field fitness test and basal serum testosterone and cortisol levels in soccer players. *Clin. Physiol.* 1996, 16:317–322.

11. Bougard C, Moussay S, Gauthier A, Espie S, Davenne D. Effects of waking time and breakfast intake prior to evaluation of psychomotor performance in the early morning. *Chronobiol Int.* 2009, 26:324–336.
12. DiCostanzo CA, Dardevet DP, Neal DW, Lautz M, Allen E, Snead W, Cherrington AD. Role of the hepatic sympathetic nerves in the regulation of net hepatic glucose uptake and the mediation of the portal glucose signal. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2006, 290: 9–16.
13. Giacomoni M, Billaut F, Falgairette G. Effects of the time of day on repeated all-out cycle performance and short-term recovery patterns. *Int J Sports Med.* 2006;27(6):468-74.
14. Godfrey RJ, Madgwick Z, Whyte GP. The exercise-induced growth hormone response in athletes. *Sports Med.* 2003;33(8):599-613.
15. Hakkinen k, Pakarinen A, Alén M, Kuahamen H, Komí PV. Daily hormonal and neuromuscular response to intensive strength training in 1 week. *Int J Sports Med.* 1988; 9:422-428.
16. Hammouda O, Chahed H, Chtourou H, Ferchichi S, Miled A, Souissi N. Morning-to-evening difference of biomarkers of muscle injury and antioxidant status in young trained soccer players. *Biological Rhythm Research.* 2012; 43(4): 431-8.
17. Hayes LD, Bickerstaff GF, Baker JS. Interactions of cortisol, testosterone and resistance training: influences of circadian rhythms. *Chronobiology International.* 2010;27:675-705.
18. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000; 10: 361-74.
19. Hettinga FJ, De Koning JJ, Broersen FT, Vangeffen P, Foster C. Pacing Strategy and the Occurrence of Fatigue in 4000-m Cycling Time Trials. *Med Sci Sports Exerc.* 2006; 38: 1484-91.
20. Hettinga FJ, de Koning JJ, Hulleman M, et al. Relative importance of pacing strategy and mean power output in 1500-m self-paced cycling. *Br J Sports Med.* 2010:1-6.
21. Hill DW, Borden DO, Darnaby KM, Hendricks DN, Hill CM. Effect of time of day on aerobic and anaerobic responses to high-intensity exercise. *Can J Sport Sci.* 1992;17(4):316-9.
22. Horne JA, Ostberg O. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *Int J Chronobiol.* 1976;4(2):97-110.
23. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr.* 1978;40(3):497-504.
24. Kanabrocki EL, Sothorn RB, Scheving LE, Vesely DL, Tsai TH, Shelstad J, Cournoyer C, Greco J, Mermall H, Ferlin H, et al. Reference values for circadian rhythms of 98 variables in clinically healthy men in the fifth decade of life. *Chronobiol Int.* 1990;7(5-6):445-61.
25. Kuipers H, Verstappen FTJ, Keizer HA, Guerten P. Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiological correlates. *Int J Sports Med.* 1985; 6: 197-201.

26. Lericollais R, Gauthier A, Bessot N, Sesboüé B, Davenne D. Time-of-day effects on fatigue during a sustained anaerobic test in well-trained cyclists. *Chronobiol Int.* 2009; 26 (8):1622-35.
27. Lima-Silva AE, Silva-Cavalcante MD, Pires FO, Bertuzzi R, Oliveira RS, 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. *Int J Sports Med.* 2012; 33(10):813-8 16. [Epub ahead of print]
28. Magkos F, Yannakouli M. Methodology of dietary assessment in athletes: concepts and pitfalls. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2003; 6: 539-49.
29. Miranda MPF, Soriano FG, Secoli SR. Dopamine and Noradrenaline Effects in the Blood Flux Regional on Therapeutic in the Septic Shock. *Rev Bras Terapia Intensiva.* 2008; 20(1): 49-56.
30. Mora-Rodriguez R, Coyle EF. Effects of plasma epinephrine on fat metabolism during exercise: interactions with exercise intensity. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2000, 278:669–676.
31. Puschel, GP. Control of Hepatocyte Metabolism by Sympathetic and Parasympathetic Hepatic Nerves. The anatomical record. Part A, Discoveries in molecular, cellular, and evolutionary biology. 2004, 280(1):854-67.
32. Racinais S. Different effects of heat exposure upon exercise performance in the morning and afternoon. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2010; 20:80–89.
33. Reilly T, Down A. Investigation of circadian rhythms in anaerobic power and capacity of the legs. *J Sports Med Physical Fitness.* 1992; 32:343-347.
34. Rejeski WJ. Perceived exertion: an inactive or passive process? *J Sport Psychology.* 1985;7:371-378
35. Rohlf's ICPM, Rotta TM, Luft CB, Andrade A, Krebs RJ, Carvalho T. Brunel Mood Scale (Brums): na instrument for early detection of overtraining syndrome. *Rev Bras Med Esporte.* 2008;14(3):176-81.
36. Sale DG. Neural adaptation to resistance training. *Med. Sci.Sports Exerc.* 1988, 20:135–145.
37. Souissi N, Bessot N, Chamari K, Gauthier A, Sesboüé B, Davenne D. Effect of time of day on aerobic contribution to the 30-s Wingate test performance. *Chronobiol. Int.* 2007;24:739–748.
38. Souissi N, Driss T, Chamari K, Vandewalle H, Davenne D, Gam A, Fillard JR, Jousselin E. Diurnal variation in Wingate test performances: influence of active warm-up. *Chronobiol. Int.* 2010; 27:640–652.
39. Takahashi Y, Kipnis DM and Daughaday WH. Growth hormone secretion during sleep. *J Clin Invest.* 1968; 47(9): 2079–2090.
40. Teo W, Newton MJ and McGuigan MR. Circadian rhythms in exercise performance: implications for hormonal and muscular adaptation. *J Sports Science and Medicine.* 2011; 10:600-6.
41. Terry PC. The efficacy of mood state profiling among elite performers: a review and synthesis. *The Sports psychologist.* 1995;9:309-24.

42. Touitou Y, Portaluppi F, Smolensky MH, Rensing L. Ethical principles and standards for the conduct of human and animal biological rhythm research. *Chronobiol Int.* 2004, 21:161– 170.
43. UCI track cycling world championships. Men's 1km time trial. Australia: Melbourne, April, 2012. In: [<http://www.uci.ch>]. Jan, 2013.
44. Van Ingen Schenau GJ, de Koning JJ, de Groot G. The distribution of anaerobic energy in 1000 and 4000 metre cycling bouts. *Int J Sports Med* 1992; 13 (6): 447-51.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os eventos de curta duração (< 1 minuto) podem ser beneficiados a partir de um pacing “all-out”. Já em tarefas de moderada duração (2 – 4 minutos), recomenda-se o pacing positivo, apesar de não haver um consenso na literatura sobre qual a prova ideal para se adotar esta estratégia. Provas consideradas de média a longa duração (> 4 minutos), as evidências apontam o pacing negativo como um dos mais utilizados, embora outras evidências sugerem a estratégia constante como também sendo ideal para eventos com duração mais prolongada (> 4 minutos), ainda que alguns autores já tenham demonstrado a adoção deste tipo de pacing em provas com durações a partir de 2 minutos (Foster et al., 1993). Quanto ao pacing variado, usualmente adotado na intenção de contrabalancear as variações externas (Swain, 1997), deve ser alinhado intimamente com as mudanças fisiológicas que ocorrem no indivíduo frente ao esforço, onde há trajetos de maior exigência da potência e, portanto, maior demanda energética da tarefa, desde que esta alteração na potência não ultrapasse $\pm 5\%$ da potência média de prova. As estratégias parabólicas (U, J e J inverso) ainda são pouco evidentes na literatura, mas, de modo geral, apresentam uma saída rápida seguido de uma redução progressiva na velocidade com tendência a aumentar esta velocidade na última parte do evento.

Os mecanismos de regulação destas estratégias baseiam-se na complexa relação entre os sistemas central e periférico, a partir dos processos de teleantecipação, os quais evitam exaustão precoce antes de se alcançar o ponto final da tarefa graças aos ajustes constantes do esforço, levando em consideração as reservas e taxas metabólicas atuais e o tempo necessário para finalizar o exercício. As condições do sujeito e do ambiente, tais como temperatura, hiperóxia, hipóxia, duração do evento, fatores motivacionais, luz, som, ventos, experiências prévias, feedback externo, competitividade e período do dia, representam componentes capazes de exercer influência na estratégia adotada e, conseqüentemente, no desempenho final. Desta forma, o segundo artigo demonstrou a existência de um significativo efeito do phase do dia nos níveis de creatinine, GH, cortisol, testosterona total e livre, acompanhado por uma tendência no menor tempo para completar a prova durante a tarde, sugerindo que o período da tarde é sutilmente o melhor turno em uma prova de ciclismo de 1000-m contra-relógio.

REFERÊNCIAS

- Atkinson G, Davison R, Jeukendrup A, Passfield L. Science and cycling, p. current knowledge and future directions for research. **J Sports Sci.**, v.21, n.9, p.76-87, 2003.
- Bath D, Turner LA, Bosch AN, Tucker R, Lambert EV, Thompson KG, St Clair Gibson A. The effect of a second runner on pacing strategy and RPE during a running time trial. **Int J Sports Physiol Perform.**, v.7, n.1, p.26-32, 2012.
- Bessot N, Nicolas A, Moussay S, Gauthier A, Sesboue B, Davenne D. The effect of pedal rate and time of day on the time to exhaustion from highintensity exercise. **Chronobiol Int.**, v. 23, p. 1009–1024, 2006.
- Carrier J, Monk TH. Circadian rhythms of performance, p. new trends. **Chronobiol Int.**, v. 17, n.6, p. 719-732, 2000.
- Corbett J, Barwood MJ, Ouzounoglou A, Thelwell R, Dicks M. Influence of competition on performance and pacing during cycling exercise. **Med Sci Sports Exerc.** v.44, n.3, p.509-15, 2012.
- De Koning JJ, Bobbert MF, Foster C. Determination of optimal pacing strategy in track cycling with an energy flow model. **J Sci Med Sport**, v.2, p.266–77, 1999.
- Foster C, et al. Effect of competitive distance on energy expenditure during simulated competition. **Inter J Sports Med.**, v. 25, p. 198-204, 2004.
- Foster C, et al. Pacing strategy and athletic performance. **Sports Med.**, v. 17, n.2, p.77-85, 1994.
- Foster C, Snyder AC, Thompson NN, et al. Effect of pacing strategy on cycle time trial performance. **Med Sci Sports Exerc**, v.25, p.383–8, 1993.
- Gastin PB. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. **Sports Med.**, v. 31, p. 725-741, 2001.
- Giacomoni M, Billaut F, Falgairette G. Effects of the time of day on repeated all-out cycle performance and short-term recovery patterns. **Int J Sports Med.**, v.27, n.6, p.468-74, 2006.
- Lima-Silva AE, Silva-Cavalcante MD, Pires FO, Bertuzzi R, Oliveira RS, 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. **Int J Sports Med.**, v. 33, n.10, p.813-816, 2012.
- Medbo JI and Tabata I. Anaerobic energy release in working muscle during 30 s to 3 min of exhausting bicycling. **J Appl Physiol.** v.75, p.1654-1660, 1993.
- Racinais S, Blonc S, Jonville S, Hue O. Time-of-day influences the environmental effects on muscle force and contractility. **Med Sci Sports Exerc.**, v. 37, p.256–261, 2005a.
- Racinais S, Connes P, Bishop D, Blonc S, Hue O. Morning versus evening power output and repeated-sprint ability. **Chronobiol Int.**, v. 22, p.1029–1039, 2005b.
- Racinais S. Different effects of heat exposure upon exercise performance in the morning and afternoon. **Scand J Med Sci Sports.**, v. 20, p.80–89, 2010.

Renfree A, West J, Corbett M, Rhoden C, St Clair Gibson A. Complex Interplay Between Determinants of Pacing and Performance During 20 km Cycle Time Trials. **Int J Sports Physiol Perform.** 12 Dez 2011.

Saavedra JM, Escalante Y, Garcia-Hermoso A, Arellano R, Navarro F. A twelve-year analysis of pacing strategies in 200 m and 400 m individual medley in international swimming competitions. **J Strength Cond Res.** 3 Jan 2012.

Souissi N, Bessot N, Chamari K, Gauthier A, Sesboüé B, Davenne D. Effect of time of day on aerobic contribution to the 30-s Wingate test performance. **Chronobiol Int.**, v.24, p.739–748, 2007.

Souissi N, Driss T, Chamari K, Vandewalle H, Davenne D, Gam A, Fillard JR, Jousselin E. Diurnal variation in Wingate test performances, p. influence of active warm-up. **Chronobiol Int.**, v. 27, p.640–652, 2010.

Souissi N, Gauthier A, Sesboüé B, Larue J, Davenne D. Circadian rhythms in two types of anaerobic cycle leg exercise, p. force-velocity and 30-s Wingate tests. **Int J Sports Med.**, v. 25, p.14–19, 2004.

Swain DP. A model for optimizing cycling performance by varying power on hills and in wind. **Med Sci Sports Exerc.**, v. 29, n.8, p.1104-8, 1997.

Withers RT, Van Der Ploeg D and Finn JP. Oxygen deficits incurred during 45, 60, 75 and 90-s maximal cycling on an air-braked ergometer. **Eur J Appl Physiol.** 67, p.185-191, 1993.

APÊNDECE

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (T.C.L.E.)

(Em 2 vias, firmado por cada participante-voluntári(o,a) da pesquisa e pelo responsável)

“O respeito devido à dignidade humana exige que toda pesquisa se processe após consentimento livre e esclarecido dos sujeitos, indivíduos ou grupos que por si e/ou por seus representantes legais manifestem a sua anuência à participação na pesquisa.” (Resolução. nº 196/96-IV, do Conselho Nacional de Saúde)

Eu,, tendo sido convidado(a) a participar como voluntário(a) do estudo “Efeito do período do dia sobre pacing, desempenho e respostas fisiológicas, metabólicas e psicológicas em provas de ciclismo de 1000 metros”, recebi do Sr. Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva, da Faculdade de Nutrição do Centro de saúde da Universidade Federal de Alagoas, responsável por sua execução, as seguintes informações que me fizeram entender sem dificuldades e sem dúvidas os seguintes aspectos:

Que o estudo se destina a entender qual(is) o(s) possível(is) efeito(s) da fase do dia sobre o pacing, desempenho e respostas fisiológicas, metabólicas e psicológicas em provas de ciclismo de 1000 metros.

Que a importância deste estudo é a de aumentar o desempenho de indivíduos.

Que os resultados que se desejam alcançar são os seguintes: verificar como a fase do dia pode interferir no pacing.

Que esse estudo começará em Junho de 2011 a Agosto de 2012, mas eu estou ciente que a minha participação resume-se a seis visitas ao laboratório.

Que o estudo será feito da seguinte maneira: Eu deverei visitar o laboratório de Aptidão Física, Desempenho e Saúde quatro vezes. Na primeira visita eu irei realizar um teste onde os pesquisadores aumentam a intensidade do esforço a cada um minuto. Na segunda visita, irei realizar uma sessão de familiarização simulando a prova de 1000 metros de ciclismo. Nas próximas visitas, irei realizarei dois testes de ciclismo de 1000 metros, sendo um teste no período da tarde e outro no período da manhã aleatoriamente. Eu fui informado que o teste poderá ser interrompido por decisão dos pesquisadores ou caso eu me sinta cansado e indisposto.

Que eu participarei das seguintes etapas: Irei até o laboratório e realizarei um teste com aumento na intensidade do esforço a cada um minuto, com duração aproximada de 15 minutos. E mais quatro testes, em quatro ocasiões diferentes, com duração aproximada de 10 minutos cada.

Que não existem outros meios conhecidos para obter os mesmos resultados. Eu estou ciente que antes, imediatamente após e uma hora após cada teste será coletado 20 ml de sangue venoso, feito por punção venosa. A coleta de sangue será feita por um profissional especializado e com material descartável.

Que os incômodos que poderei sentir com a minha participação são os seguintes: tonturas e mal estar.

Que os possíveis riscos à minha saúde física e mental são: complicações cardíacas que possam ocorrer durante o teste.

Que deverei contar com a seguinte assistência: caso eu tenha algum problema, eu serei transportado de ambulância pública ou de automóvel particular para o hospital mais próximo da Universidade, sendo responsável por ela o professor Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva presente no teste.

Que os benefícios que deverei esperar com a minha participação, mesmo que não diretamente são: eu terei acesso a qualquer resultado referente ao meu teste e que poderei, a qualquer momento, esclarecer minhas dúvidas com o pesquisador responsável.

Que a minha participação será acompanhada do seguinte modo: O professor responsável irá realizar o meu teste e eu estarei sendo monitorado com um monitor cardíaco.

Que, sempre que desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo.

Que, a qualquer momento, eu poderei recusar a continuar participando do estudo e, também, que eu poderei retirar este meu consentimento, sem que isso me traga qualquer penalidade ou prejuízo.

Que as informações conseguidas através da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pelo estudo, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.

- Que eu não deverei ser indenizado por qualquer despesa que venha a ter com a minha participação nesse estudo e, também, por todos os danos que venha a sofrer pela mesma razão.

Finalmente, tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implica, concordo em dele participar e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

Endereço d(o,a) participante-voluntári(o,a)

Domicílio: (rua, praça, conjunto):

Bloco: /Nº: /Complemento:

Bairro: /CEP/Cidade: /Telefone:

Ponto de referência:

Contato de urgência: Sr(a). Alan Lins Fernandes

Domicílio: (rua, praça, conjunto):

Bloco: /Nº: /Complemento:

Bairro: /CEP/Cidade: /Telefone:

Ponto de referência:

Endereço d(os,as) responsáve(l,is) pela pesquisa (OBRIGATÓRIO):

Instituição:

Endereço:

Bloco: /Nº:

Bairro: /CEP/Cidade:

Telefones p/contato:

ATENÇÃO: Para informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao:

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas:

Prédio da Reitoria, sala do C.O.C. , Campus A. C. Simões, Cidade Universitária

Telefone: 3214-1041

Maceió, 29 de Abril de 2011.

<p>(Assinatura ou impressão datiloscópica d(o,a) voluntári(o,a) ou responsável legal - Rubricar as demais folhas)</p>	<p>Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva Prof. Alan Lins Fernandes</p>

ANEXO A**Escala de Humor de Brunel (BRUMS)****Grupo de Pesquisa em Ciências do Esporte**

Nome: _____

Data: _____

 Antes

Hora: _____

 DepoisTeste: Incremental Experimental 1h Depois

Abaixo está uma lista de palavras que descrevem sentimentos. Por favor, leia tudo atentamente. Em seguida assinale, em cada linha, o quadrado que melhor descreve COMO VOCÊ SE SENTE AGORA. Tenha certeza de sua resposta para cada questão, antes de assinalar.

Escala:

0 = nada 1 = um pouco 2 = moderadamente 3 = bastante 4 = extremamente

	0	1	2	3	4
1. Apavorado	<input type="checkbox"/>				
2. Animado	<input type="checkbox"/>				
3. Confuso	<input type="checkbox"/>				
4. Esgotado	<input type="checkbox"/>				
5. Deprimido	<input type="checkbox"/>				
6. Desanimado	<input type="checkbox"/>				
7. Irritado	<input type="checkbox"/>				
8. Exausto	<input type="checkbox"/>				
9. Inseguro	<input type="checkbox"/>				
10. Sonolento	<input type="checkbox"/>				
11. Zangado	<input type="checkbox"/>				
12. Triste	<input type="checkbox"/>				
13. Ansioso	<input type="checkbox"/>				
14. Preocupado	<input type="checkbox"/>				
15. Com disposição	<input type="checkbox"/>				
16. Infeliz	<input type="checkbox"/>				
17. Desorientado	<input type="checkbox"/>				
18. Tenso	<input type="checkbox"/>				
19. Com raiva	<input type="checkbox"/>				
20. Com energia	<input type="checkbox"/>				
21. Cansado	<input type="checkbox"/>				
22. Mal-humorado	<input type="checkbox"/>				
23. Alerta	<input type="checkbox"/>				
24. Indeciso	<input type="checkbox"/>				

ANEXO B

Questionário de Cronotipos (Horne and Östberg, 1976)

TESTE

Para saber qual é o seu cronotipo, basta responder ao questionário considerando a alternativa que mais colabore para o seu bem-estar.

1. Até que ponto você depende do despertador para acordar de manhã?

- a) Muito dependente
- b) Razoavelmente dependente
- c) Um pouco dependente
- d) Nada dependente

2. Você acha fácil acordar pela manhã?

- a) Nada
- b) Não muito
- c) Razoavelmente
- d) Muito

3. Você se sente alerta durante a primeira meia hora depois de acordar?

- a) Nada
- b) Não muito
- c) Razoavelmente
- d) Muito

4. Como é o seu apetite durante a primeira hora depois de acordar?

- a) Péssimo
- b) Ruim
- c) Razoável
- d) Muito bom

5. Durante a primeira meia hora depois de acordar você se sente cansado?

- a) Muito

- b) Não muito
- c) Razoavelmente em forma
- d) Em plena forma

6. A que horas você gostaria de ir se deitar caso não tivesse compromisso no dia seguinte?

- a) Mais de duas horas mais tarde do que o normal
- b) Entre uma e duas horas mais tarde do que a habitual
- c) Menos que uma hora mais tarde do que a habitual
- d) Nunca mais tarde do que o horário que costume dormir

7. O que você acha de fazer exercícios das 7h às 8h da manhã, duas vezes por semana?

- a) Acharia isso muito difícil
- b) Acharia isso difícil
- c) Estaria razoavelmente em forma
- d) Estaria em boa forma

8. Você foi dormir várias horas mais tarde do que o costume. Se no dia seguinte você não tivesse hora certa para acordar, o que aconteceria?

- a) Acordaria mais tarde do que de costume
- b) Acordaria na hora normal e dormiria novamente
- c) Acordaria na hora normal, com sono
- d) Acordaria na hora normal, sem sono

9. Se você tivesse de ficar acordado das 4h às 6h da manhã para realizar uma tarefa e não tivesse compromisso durante o resto do dia, o que você faria?

- a) Só dormiria depois de fazer a tarefa
- b) Tiraria uma soneca antes da tarefa e dormiria depois
- c) Dormiria bastante antes e tiraria uma soneca depois
- d) Só dormiria antes de fazer a tarefa

10. Se você tivesse de fazer duas horas de exercício físico pesado, qual destes horários você escolheria?

- a) 19h às 21h
- b) 15h às 17h
- c) 11h às 13h
- d) 8h às 10h

11. O que você acharia de fazer exercícios das 22h às 23h, duas vezes por semana?

- a) Estaria em boa forma
- b) Estaria razoavelmente em forma
- c) Acharia isso difícil
- d) Acharia isso muito difícil

12. Entre as 20h e as 3h, a que horas da noite você se sente cansado e com vontade de dormir?

RESPOSTA: _____

13. Se você fosse se deitar às 23h, com que nível de cansaço você se sentiria?

- a) Nada cansado
- b) Um pouco cansado
- c) Razoavelmente cansado
- d) Muito cansado

14. Dispondo de total liberdade para planejar o seu dia, a que horas você se levantaria?

- a) 5h às 6h30
- b) 6h30 às 7h45
- c) 7h45 às 9h45
- d) 9h45 às 11h
- e) 11h às 12h

15. Dispondo de total liberdade para planejar a sua noite, a que horas você se deitaria?

- a) 20h às 21h
- b) 21h às 22h15
- c) 22h15 às 0h30
- d) 0h30 às 1h45
- e) 1h45 às 3h

16. Se trabalhasse por cinco horas seguidas e pudesse escolher qualquer horário do dia, por qual você optaria?
RESPOSTA: _____

17. Em que hora do dia você atinge o seu melhor momento de bem-estar?
RESPOSTA: _____

18. Qual horário você escolheria para ter o máximo de sua forma em um teste de esforço mental?

- a) das 8h às 10h
- b) das 11h às 13h
- c) das 15h às 17h
- d) das 19h às 21h

19. Com qual cronotipo você se considera mais parecido?

- a) Tipo matutino
- b) Mais matutino que vespertino
- c) Mais vespertino que matutino
- d) Tipo vespertino

Pontuação

Questões de 1 a 11 - a) 1, b) 2, c) 3, d) 4,
Questão 12 - (20h às 21h) 5 pontos, (21h às 22h) 4 pontos, (22h às 0h45) 3 pontos, (0h45 às 2h) 2 pontos, (2h às 3h) 1 ponto

Questão 13 - a) 0, b) 2, c) 3, d) 5

Questões 14 e 15

a) 5, b) 4, c) 3, d) 2, e) 1

Questão 16 - Para esta questão considere o horário de saída

(4h às 7h) 5, (8h) 4, (9h às 13h) 3,

(14h às 16h) 2, (17h às 3h) 1

Questão 17 - (5h e 7h) 5, (8h e 9h) 4,

(10h e 16h) 3, (7h e 21h) 2

(22h e 4h) 1

Questões 18 e 19 - a) 5, b) 4, c) 2, d) 0

Resultado

De 16 e 30: Vespertino típico

De 31 a 41: Moderadamente vespertino

De 42 a 58: Misto (intermediário)

De 59 a 69: Moderadamente matutino

De 70 a 86: Matutino típico

ANEXO C

Registro Alimentar

Nome: _____		Data: _____		Dia da Semana: _____			
Idade: _____		Peso Corporal: _____		Estatura: _____			
Refeição	Horário	Alimentos/ Preparação	Quantidade	Líquidos	Quantidade	Suplementos	Quantidade
Exemplo	07:00h	Pão francês Margarina Queijo mussarela	2 unidades pequenas 1 ponta de faca (cheia) 2 fatias médias	Leite de vaca desnatado	1 copo de 200 ml		
Café da manhã							
Lanche da manhã							
Almoço							
Lanche da tarde							
Jantar							
Ceia							