

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Educação Física

HOMERO GUSTAVO FERRARI

**MONITORAMENTO DE CARGAS DE TREINAMENTO EM CICLISTAS
TREINADOS DURANTE UM MACROCICLO DE TREINAMENTO E
SUAS RELAÇÕES COM ESTADOS DE HUMOR, SISTEMA IMUNE,
INFECÇÃO DO TRATO RESPIRATÓRIO SUPERIOR E
DESEMPENHO**

PIRACICABA - SP

2011

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Educação Física

HOMERO GUSTAVO FERRARI

**MONITORAMENTO DE CARGAS DE TREINAMENTO EM CICLISTAS
TREINADOS DURANTE UM MACROCICLO DE TREINAMENTO E
SUAS RELAÇÕES COM ESTADOS DE HUMOR, SISTEMA IMUNE,
INFECÇÃO DO TRATO RESPIRATÓRIO SUPERIOR E
DESEMPENHO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Metodista de Piracicaba, como requisito parcial, para a obtenção do título de Mestre em Educação Física, na área de concentração Movimento Humano, Cultura e Educação.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Fúlvia de Barros Manchado Gobatto

PIRACICABA - SP

2011

TERMO DE APROVAÇÃO

MONITORAMENTO DE CARGAS DE TREINAMENTO EM CICLISTAS TREINADOS DURANTE UM MACROCICLO DE TREINAMENTO E SUAS RELAÇÕES COM ESTADOS DE HUMOR, SISTEMA IMUNE, INFECÇÃO DO TRATO RESPIRATÓRIO SUPERIOR E DESEMPENHO

HOMERO GUSTAVO FERRARI

Banca Examinadora:

Professora Doutora Fúlvia de Barros Manchado Gobatto (UNIMEP)

(Orientadora)

Professor Doutor João Paulo Borin (UNICAMP)

(Membro externo)

Professor Doutor Marcelo de Castro César (UNIMEP)

(Membro interno)

Dedicatória

Dedico esse trabalho aos meus pais, Orestes e Ondina e de modo especial aos meus grandes amores: minha esposa Renata pelo amor, carinho, apoio e incentivo incondicional e ao meu filho Enzo, inspiração do meu viver. Vocês são as pessoas mais importantes da minha vida, amo vocês e que Deus abençoe a todos.

AGRADECIMENTOS

- ❖ À Deus pelo dom da vida e a Nossa Senhora Aparecida pela luz que me guia;
- ❖ Aos meus pais, Orestes e Ondina pelo amor e carinho dedicados a mim, pela minha formação pessoal e por tudo que fizeram, fazem e ainda farão por mim. Muito obrigado;
- ❖ Ao meu irmão Orestes, minha cunhada Isabel e minhas sobrinhas Antonella e Vitória pelo apoio e convivência;
- ❖ À minha esposa Renata pelo amor, paciência, compreensão e incentivo a esse trabalho;
- ❖ Ao meu filho Enzo pela alegria e força inspiradora que me proporciona a todo instante;
- ❖ Ao Prof. Dr. José Carlos Batista de Freitas por acreditar em mim e me oportunizar o início da minha carreira docente;
- ❖ Às Faculdades Integradas Einstein de Limeira pela oportunidade no desenvolvimento da minha carreira docente e por ceder suas instalações e equipamentos para a execução desse projeto;
- ❖ Ao Prof. Macário, pelo convívio e por tudo que tem feito por mim;
- ❖ Ao colega Prof. Luis Carlos Sodelli que gentilmente se colocou a disposição para realizar as análises de hemograma e IgA desse projeto;
- ❖ À UNIMEP e Capes pela bolsa de estudos a mim concedida;
- ❖ Ao Prof. Dr. Claudio Alexandre Gobatto, pessoa gentil e profissional de extrema competência, que prontamente acampou meu projeto e abriu as portas do LAFAE/UNESP para que esse trabalho pudesse ser desenvolvido;
- ❖ Ao Prof. Dr. Gustavo Gomes de Araújo pela ajuda nas dosagens do lactato sanguíneo;
- ❖ À minha ex-colega de trabalho, amiga e orientadora Prof^a Dr^a Fúlvia de Barros Manchado Gobatto, pessoa admirável por sua extrema competência profissional e, sobretudo pela pessoa especial que é, e que se destaca entre outras virtudes, pela capacidade incrível em servir as pessoas ao seu redor. Muito obrigado por ter me aceitado como orientando, saiba que para mim é um enorme prazer;
- ❖ Aos todos meus colegas de mestrado, em especial Ramon, Ricardo e Vinícius pela convivência mais próxima nesse período e por todos os momentos agradáveis em que compartilhamos juntos;

- ❖ A todos os atletas que participaram desse estudo, e em especial ao técnico Renato Buck;
- ❖ A todas as pessoas que de alguma maneira me apoiaram, torceram e ajudaram para que esse trabalho pudesse ser concretizado, o meu MUITO OBRIGADO E QUE DEUS ABENÇOE A TODOS !

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo geral monitorar indicadores de carga interna de treinamento em ciclistas bem treinados durante um macrociclo completo de treinamento e competições (29 semanas) e verificar as possíveis correlações entre desempenho, carga de treinamento, estados de humor, sintomas de infecções do trato respiratório superior (ITRS) e indicadores hematológicos e imunológicos. A amostra foi composta por oito ciclistas bem treinados do gênero masculino, com idade 18 ± 2 anos. Durante o período monitorado, foram avaliadas as cargas de treinamento, limiar anaeróbio (Lan), potência anaeróbia, desempenho em campo, indicadores hematológicos e imunológicos, estados de humor e sintomas de infecção do trato respiratório superior (ITRS). As análises estatísticas de todos os resultados foram executadas com auxílio do pacote estatístico Statistica, versão 7.0 (Statistica, Tulsa, USA) e, em todas as análises, o nível de significância adotado foi $p < 0,05$. Os testes foram selecionados conforme os objetivos do estudo. Todos os dados inicialmente foram submetidos ao teste de *Shapiro-Wilks*, para verificar a normalidade. Uma ANOVA *one way* para medidas repetidas, seguida pelo post-hoc de *Tukey*, foi utilizada para a comparação de variáveis entre os períodos de treinamento, enquanto o teste de correlação de *Pearson* foi utilizado para correlacionar as variáveis entre si. Os resultados revelaram que os valores encontrados em indicadores de carga interna não foram diferentes estatisticamente entre os períodos avaliados, com valores em unidade arbitrária (UA) para carga de treinamento de 4670 ± 584 , 4251 ± 268 e 4231 ± 129 ; monotonia $1,9 \pm 0,3$, $1,6 \pm 0,1$ e $2,0 \pm 0,1$; strain 9633 ± 2267 , 6898 ± 656 e 9501 ± 563 e volume (Km) 364 ± 40 , 352 ± 21 e $342 \pm 6,7$, respectivamente para período preparatório, competitivo 1 e competitivo 2. Também não foram encontradas alterações significativas nos estados de humor entre os períodos, entretanto, correlações positivas e significantes foram encontradas entre os domínios tensão e confusão e carga de treinamento no período preparatório, respectivamente $r=0,76$ e $r=0,79$. Parâmetros imunológicos não foram alterados entre os períodos, no entanto, os parâmetros hematológicos aumentam nos períodos competitivos em relação ao preparatório. O total de sintomas de ITRS por atleta aumenta ao final do período preparatório em relação a linha de base, respectivamente, $3,5 \pm 1,2$ x $13,1 \pm 2,7$. Limiar anaeróbio e potência anaeróbia aumentam de maneira significativa ao final do período preparatório em relação a linha de base, enquanto o desempenho aumenta significativamente ao final do período competitivo 1 em relação a linha de base e período preparatório. Dessa forma, os resultados encontrados nos permite sugerir as seguintes conclusões: a) não foram verificadas alterações significativas nos indicadores de carga interna ao longo do macrociclo, entretanto, houve aumento significativo na intensidade do treinamento no período competitivo; b) estados de humor não se alteram de maneira significativa durante o macrociclo, entretanto, relação significativa foi verificada entre aumento percentual de carga de treinamento e alterações negativas nos domínios tensão e confusão; c) o modelo de treinamento realizado não promoveu alterações significativas nos parâmetros imunológicos mensurados, entretanto, alterou significativamente indicadores de ITRS que se correlacionou de maneira significativa com o strain e d) o Lan, potência anaeróbia, desempenho e parâmetros hematológicos aumentam significativamente no período competitivo em relação ao período preparatório, em adição, as correlações obtidas entre as variáveis apontam significantes relações entre intensidade de treinamento com desempenho e parâmetros hematológicos.

Palavras chave: ciclismo, carga de treinamento, estados de humor, sistema imune e desempenho.

ABSTRACT

This study aimed to monitor the general indicators of internal load of training in trained cyclists during a macrocycle complete training and competitions (29 weeks) and to verify possible correlations between performance, training load, mood states, symptoms of infections upper respiratory tract (URTI) and hematological and immunological indicators. The sample was composed of eight well-trained cyclists were male, aged 18 ± 2 years. During the study period, we assessed the training loads, anaerobic threshold (AT), anaerobic power, field performance, hematological and immunological indicators, moods and symptoms of upper respiratory tract infection (URTI). Statistical analysis of all results were performed with the aid of statistical package Statistica, version 7.0 (Statistica, Tulsa, USA) and all analysis, the level of significance was $P < 0.05$. The tests were selected according to the objectives of the study. All data were initially tested using the Shapiro-Wilks test to ensure normality. A one-way ANOVA for repeated measures followed by post hoc Tukey test was used to compare variables between the periods of training, while the Pearson correlation test was used to correlate variables with each other. The results revealed that the values found in internal load indicators were not statistically different between the periods, with values in arbitrary units (AU) for the training load of 4670 ± 584 , 4251 ± 268 and 4231 ± 129 ; monotony 1.9 ± 0.3 , 1.6 ± 0.1 and 2.0 ± 0.1 , strain 9633 ± 2267 , and 6898 ± 656 9501 ± 563 and volume (km) 364 ± 40 , 352 ± 21 and 342 ± 6 , 7, respectively, for the preparatory period, a competitive and competitive 2. We also found no significant changes in mood states between the periods, however, and significant positive correlations were found between the domains tension and confusion and training load during the preparatory period, respectively $r = 0.76$ and $r = 0.79$. Immunological parameters were not changed between the periods, however, the increase in haematological parameters in relation to the competitive periods preparation. The total number of symptoms of URTI per athlete increases at the end of the preparatory period compared to baseline, respectively, 3.5 ± 1.2 x 13.1 ± 2.7 . Anaerobic threshold and anaerobic power increased significantly at the end of the preparatory period compared to baseline, while the performance increases significantly at the end of a competitive period in relation to baseline and preparatory period. The results allow us to suggest the following conclusions: a) no significant changes were observed in the indicators of internal load along the macrocycle, however, a significant increase in the intensity of training in the competitive period; b) moods do not change significantly during the macrocycle, however, significant relationship was found between percentage increase in training load and negative changes in the areas tension and confusion, c) the type of training conducted did not promote significant changes in immune parameters measured, however, changed significantly ITRS indicators which correlated significantly with the strain and d) Lan, anaerobic power, performance and hematological parameters increase significantly the competitive period for the period preparation, in addition, the correlations obtained between the variables show significant relationships between the intensity of training performance and hematological parameters.

Keywords: cycling, training load, moods state, immune system and performance.

LISTA DE ABREVIATURAS

BMX: *bicycle moto cross*
CIES: ciclismo de estrada
Cm: centímetros
CR: contra relógio
EP: esforço percebido
FC: frequência cardíaca
FCr: frequência cardíaca de reserva
IgA: imunoglobulina A
IPGH: índice de perturbação global de humor
ITRS: infecção do trato respiratório superior
Km: quilômetro
Lacmin: lactato mínimo
Lan: limiar anaeróbio
LLac: limiar de lactato
LV: limiar ventilatório
MFEL: máxima fase estável de lactato
mM: milimolar
OBLA: *onset blood lactate accumulation*
OR: *overreaching*
OT: *overtraining*
OTS: síndrome do overtraining
Pmáx: potência máxima
PSE: percepção subjetiva de esforço
Psub: potência submáxima
POMS: *Profile of Mood States*
RPE: *ratings perceived exertion*
TRIMP: *Training Impulse*
UA: unidade arbitrária
UCI: *union cycliste internationale*
VO₂: consumo de oxigênio
VO₂máx: consumo máximo de oxigênio
W: watts

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Escalas RPE de Borg. (A) versão original em inglês (BORG, 1998) e (B) versão em português (BORG, 2000).....pg.26

Figura 2. Escalas CR-10 de Borg. (A) versão original em inglês (BORG, 1998) e (B) versão em português (BORG, 2000).....pg. 27

Figura 3. Escala CR-10 de Borg modificada. (A) versão original em inglês (FOSTER et al., 1996) e (B) versão em português (NAKAMURA et al., 2010).....pg. 28

Figura 4. Desenho experimental do macrociclo.....pg. 40

ARTIGO 1

Figura 1. Macrociclo de treinamento monitorado.....pg. 56

Figura 2. Dinâmica de distribuição das cargas de treinamento, monotonia e strain e alterações médias de carga de treinamento em cada período durante o macrociclo.....pg. 59

Figura 3. Comparação dos domínios de estados de humor entre os momentos M0, M1, M2 e M3.....pg. 59

ARTIGO 2

Figura.1. Esquema do desenho experimental do estudo.....pg. 73

Figura 2. PSE, volume semanal e carga de treinamento durante o macrociclo. CV= coeficiente de variação em cada período.....pg. 77

Figura 3. Comparação dos valores das concentrações médias de IgA sérica dos atletas, avaliadas nos quatro momentos do macrociclo, com os valores de referência para idade e sexo. * Diferença significativa em relação aos valores de referência ($P \leq 0.01$). Os valores estão representados por média e intervalo de confiança (95%).....pg. 79

ARTIGO 3

Figura 1. Desenho experimental do macrociclo.....pg. 97

Figura 2. Comparação dos indicadores de carga, monotonia, strain, volume, percepção subjetiva de esforço (PSE) e velocidade média de treinamento (VT) acumulados entre os momentos LB»M1, M1»M2 e M2»M3. * Diferença significativa ($p < 0,05$) em relação LB»M1 e M2»M3.....pg. 103

Figura 3. Gráfico A – distribuição relativa da intensidade quantificada através da PSE entre os momentos do macrociclo. Gráfico B - distribuição relativa da intensidade quantificada através da VT entre os momentos do macrociclo. *Diferença significativa ($p < 0,05$) em relação LB»M1 e M2»M3. #Diferença significativa ($p < 0,05$) em relação LB»M1 e M1»M2. † Diferença significativa ($p < 0,05$) em relação LB»M1.....pg. 104

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1. Comparação das cargas médias, monotonia e strain obtidos nos diferentes períodos do macrociclo de treinamento.....pg. 58

ARTIGO 2

Tabela 1. Comparação das medias semanais de carga, monotonia, strain e volume entre os três períodos de treinamento. Carga, monotonia e strain, estão expressos em unidades arbitrárias (UA) e o volume em quilômetros (Km).....pg. 76

Tabela 2. Leucograma diferencial e IgA sérica nos diferentes momentos avaliados durante o macrociclo.....pg. 78

Tabela 3. Variáveis obtidas através do questionário WURSS-44.....pg. 79

ARTIGO 3

Tabela 1. Comparação dos valores de parâmetros anaeróbios (Potência), aeróbio (Lan) e desempenho (CR-15) entre os momentos avaliados.....pg. 105

Tabela 2. Comparação dos valores de parâmetros hematológicos, eritrócitos (ERI), hemoglobina (Hb), hematócrito (Hct) e volume corpuscular médio (VCM)entre os momentos avaliados.pg. 105

Tabela 3. Correlações obtidas entre parâmetros aeróbio, anaeróbio, desempenho, parâmetros hematológicos e indicadores de treinamento nos momentos avaliados.....pg. 106

SUMÁRIO

RESUMO.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS.....	IV
LISTA DE FIGURAS.....	X
LISTA DE TABELAS.....	XI
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	04
2 OBJETIVOS.....	07
2.1 Objetivo geral.....	07
2.2 Objetivos específicos.....	07
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	08
3.1 Ciclismo.....	08
3.1.1 Ciclismo de Estrada.....	08
3.1.2 Características do treinamento.....	09
3.1.3 Características da competição.....	11
3.1.4 Demandas fisiológicas.....	12
3.1.5 Características físicas e fisiológicas de ciclistas masculinos de estrada.....	16
3.1.6 Avaliação em ciclistas de estrada.....	17
3.2 Preparação esportiva e treinamento esportivo.....	20
3.3 Estruturação e organização do treinamento esportivo.....	20
3.4 Carga de treinamento.....	21
3.5 Overtraining.....	28
3.5.1 Overtraining e Estados de Humor.....	32
3.5.2 Overtraining e Sistema imune.....	35
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	39
4.1 Aspectos éticos.....	39

4.2 Amostra.....	39
4.3 Desenho experimental.....	39
4.3.1 Macroциclo de treinamento.....	39
4.3.2 Divisão e características dos períodos de treinamento.....	40
4.3.3 Monitoramento das cargas de treinamento individuais.....	41
4.4 Avaliações fisiológicas, psicológicas e de desempenho.....	41
4.4.1 Avaliação de sintomas de ITRS.....	41
4.4.2 Avaliação do Perfil de Estados de Humor.....	42
4.4.2.1 Modo de aplicação dos questionários.....	42
4.4.3 Dosagem de IgA sérica e leucograma diferencial.....	43
4.4.3.1 Coleta de sangue para dosagem de IgA sérica e leucograma diferencial.....	43
4.4.3.2 Determinação da IgA sérica e leucócitos.....	43
4.4.4 Protocolos para avaliação do desempenho em laboratório.....	44
4.4.4.1 Potência anaeróbia.....	44
4.4.4.2 Capacidade aeróbia.....	44
4.4.4.3 Testes de controle de desempenho em campo.....	45
4.4.5 Coleta de sangue e dosagem do lactato sanguíneo.....	45
4.4.6 Avaliação antropométrica.....	46
4.4.7 Análise estatística.....	47
5 RESULTADOS	48
5.1 Artigo 1: Cargas de treinamento e estados de humor em ciclistas durante um macroциclo de treinamento.....	49
Resumo.....	50
Abstract.....	51
Introdução.....	52
Materiais e Métodos.....	55
Resultados.....	58

Discussão.....	60
Conclusão.....	64
Referências.....	65
5.2 Artigo 2: Carga de treinamento, sistema imune e infecção do trato respiratório superior durante um macrociclo de treinamento em ciclistas treinados.....	68
Resumo.....	69
Abstract.....	70
Introdução.....	71
Materiais e Métodos.....	73
Resultados.....	76
Discussão.....	80
Conclusão.....	86
Referências.....	87
5.3 Artigo 3: Carga de treinamento, desempenho e parâmetros hematológicos durante um macrociclo de treinamento em ciclistas bem treinados.....	91
Resumo.....	92
Abstract.....	93
Introdução.....	94
Materiais e Métodos.....	96
Resultados.....	102
Discussão.....	107
Conclusão.....	115
Referências.....	116
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	121
7 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS.....	123
8 REFERÊNCIAS DA DISSERTAÇÃO.....	124

1 INTRODUÇÃO GERAL

Nas últimas décadas, o esporte mundial, especialmente de alto rendimento, vem sofrendo grandes transformações em relação a sua organização e desenvolvimento por motivos como a crescente comercialização dos eventos esportivos e o relevante significado político das vitórias (PLATONOV, 2008).

O mercantilismo envolvido no esporte pode ser compreendido, pois segundo Pitts e Stotlar (2002) o investimento no esporte de alto rendimento é apontado como uma das formas mais eficientes de divulgação de anunciantes e patrocinadores. Nesse sentido, autores sugerem que o esporte encontra-se no período denominado Mercantilismo, atrelado ao comércio e lucro financeiro (ALMEIDA, ALMEIDA E GOMES, 2002).

Dessa forma, a mercantilização do esporte tem influenciado o calendário competitivo de muitas modalidades, intensificando o número de competições as quais os atletas são submetidos, que por sua vez acaba influenciando a organização do treinamento.

No ciclismo de estrada, foco do presente estudo, a partir da década de 90, houve um aumento superior a 300% quando analisado o número (dias) de competição (JEUKENDRUP, CRAIG, HAWLEY, 2000). Além disso, estima-se que mais de 50% do volume total de quilômetros percorridos pelos atletas durante o ano seja resultante de tarefas realizadas durante competições (PLATONOV, 2008).

Dessa forma, para atender essa recente dinâmica do esporte de alto rendimento, atletas de diversas modalidades esportivas vêm sendo submetidos à grandes exigências físicas e psicológicas impostas por cargas de treinamento cada vez maiores. Fato este que pode direcioná-los ao excesso de treinamento, referenciado na literatura específica como *Overtraining (OT)*, prejudicando

sobremaneira o desempenho esportiva (HALSON e JEUKENDRUP, 2004; MEEUSEN et al., 2006).

Desse modo, um dos maiores desafios para profissionais envolvidos no esporte de alto rendimento atual, refere-se à ótima conciliação entre a preparação esportiva dos atletas e aspectos envolvidos com tal necessidade, associada ao contexto mercantilista envolvido no esporte atual.

Um dos problemas centrais do treinamento esportivo apontado por De La Rosa e Farto (2007) é a interação entre cargas de treinamento e condição do atleta, que pode ser compreendida por estados físico, fisiológico, psicológico, social, dentre outros.

Apontamentos sugerem significativa influência da condição atual do atleta nas respostas obtidas frente à cargas de treinamento impostas. Segundo Borin, Gomes, Leite (2007), o estado ou condição do atleta é um fator importante para indicar a necessidade de modificação ou ajuste do plano de trabalho em relação à organização do treinamento. Assim, é evidente a importância do monitoramento e controle rigoroso das cargas de treinamento aplicadas ao atleta durante sua temporada competitiva.

Vários estudos têm analisado a relação de cargas de treinamento e respostas de variáveis relacionadas ao OT, como parâmetros fisiológicos (JÜRIMÄE et al., 2004; RIETJENS et al., 2005), bioquímicos (BOSQUET, LÉGER, LEGROS, 2001; RIETJENS et al., 2005), imunológicos (NIEMAN et al., 2006; NEVILLE, GLEESON, FOLLAND, 2008) e psicológicos (HALSON et al., 2002; SLIVKA et al., 2010).

Contudo, uma das limitações desses estudos é que o monitoramento de respostas atreladas a variáveis relacionadas ao OT frente às cargas de treinamento é realizado por períodos curtos de treinamento, o que não representa a realidade do esporte competitivo e, sobretudo, da rotina de treinamento de atletas de alto

rendimento. Em parte, esse fato é compreendido e pode ser justificado pela dificuldade em estudar atletas de rendimento, em função da resistência por parte de técnicos e treinadores e, em alguns casos, pelos próprios atletas, principalmente durante a temporada competitiva.

Dessa forma, estudos que objetivam o monitoramento de resposta de variáveis relacionadas ao OT frente às cargas de treinamento por longo período de tempo e, principalmente, dentro da própria temporada competitiva, apresentam importância e relevância ecológica no que tange o esporte direcionado ao rendimento esportivo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral:

- ✓ Monitorar cargas de treinamento em ciclistas bem treinados durante um macrociclo de 29 semanas de treinamento e competições, analisando suas relações com o desempenho, sistema imune e estados de humor.

2.2 Objetivos específicos:

- ✓ Quantificar e comparar as cargas de treinamento (carga total da sessão, monotonia e strain) obtidas em diferentes períodos do macrociclo de treinamento e competições e verificar as correlações entre cargas de treinamento e estados de humor de ciclistas bem treinados;
- ✓ Verificar as correlações entre carga de treinamento (carga total da sessão, monotonia e strain), variáveis do sistema imune (IgA sérica e leucócitos) e sintomas de infecção do trato respiratório superior (ITRS), em diferentes períodos do macrociclo de treinamento e competições em ciclistas bem treinados;
- ✓ Avaliar e comparar o desempenho obtido por meio de testes laboratoriais e de campo, efetuados em diferentes períodos do macrociclo de treinamento, verificando possíveis correlações desses resultados com variáveis hematológicas, volume e intensidade do treinamento em ciclistas bem treinados.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Ciclismo

O ciclismo tem crescido mundialmente de forma exponencial como forma de lazer e também como esporte de competição, principalmente na última década (FARIA, PARKER, FARIA, 2005).

Atualmente a *Union Cycliste Internationale* (UCI) entidade que controla o ciclismo mundial, mantém 8 modalidades diferentes dentro do ciclismo, entretanto, somente quatro participam do programa dos Jogos Olímpicos, quais sejam: ciclismo de estrada, pista, *mountain bike* e *Bicycle moto cross* (BMX), que estreou em Olimpíadas recentemente em Pequim 2008.

3.1.1 Ciclismo de Estrada

Dentre as modalidades do ciclismo, o ciclismo de estrada (CIES) é o mais praticado mundialmente em termos competitivos, possivelmente porque foi a primeira modalidade desse esporte.

O CIES é uma das modalidades esportivas mais antigas do programa dos Jogos Olímpicos, fazendo parte desde a primeira Olimpíada da era moderna em 1896 (UCI, 2011).

O CIES é bem eclético e possui vários formatos de competição que podem ser realizadas em um único dia e durar algumas horas ou durar vários dias (4 a 20) como acontece nas voltas ciclísticas. As voltas ciclísticas são sem dúvida as mais tradicionais do CIES e são as que mais atraem adeptos e espectadores, e também são as mais transmitidas pela televisão.

As provas ciclísticas de um dia geralmente são disputadas por equipes, mas também podem ser compostas por competições individuais. Já as voltas ciclísticas de vários dias ou etapas só podem ser disputadas por equipes. As voltas ciclísticas

mais conhecidas mundialmente no CIES são o Tour de France, Giro da Itália e Volta da Espanha, e chegam a durar até três semanas, enquanto no Brasil, as voltas ciclísticas duram, em média, de 5 a 10 dias.

Dentro do CIES também existe a prova denominada Contra-Relógio (CR), geralmente incluída em uma das etapas da volta ciclística. Essa prova tem um percurso mais curto, que varia bastante de competição para competição, apresentando a distância média na faixa compreendida entre 20 e 50 quilômetros (Km). O percurso é percorrido individualmente, sendo vencedor o atleta que realizar a prova em menor tempo possível. O CR também está inserido no campeonato mundial de ciclismo, bem como do programa dos Jogos Olímpicos.

Devido às grandes variações de competições no CIES, dentro de uma equipe existem ciclistas de diferentes especialidades, que geralmente são classificadas em três: passistas, montanhistas e *sprintistas*. Os ciclistas passistas são responsáveis por manterem o ritmo da equipe, mantendo altas velocidades por longos períodos de tempo; montanhistas são ciclistas especialistas em subidas e *sprintistas* são ciclistas especialistas em decisões próximas a linha de chegada e também em contra relógios de curta e média distância.

3.1.2 Características do treinamento

O CIES pode ser considerado um esporte de longa duração e como tal exige de seus praticantes altas cargas de treinamento, sobretudo pelos indicadores de volume, que, por conseguinte levam a grande exigência psicológica dos atletas.

Entretanto, isso parece ser necessário quando analisamos as exigências das competições, como por exemplo, as tradicionais voltas ciclísticas internacionais que chegam a durar 20 dias.

Issurin (2008) aponta que entre as décadas de 80 e 90 o volume anual médio de ciclistas de estrada de alta qualificação ficava em torno de 35.000-45.000 Km e uma média de 35 dias de competição por ano.

No entanto, a partir da década de 90 houve uma tendência na diminuição do volume de 35.000-45.000 para 25.000-35.000 Km por ano (ISSURIN, 2008) e um aumento no número de dias de competição de 35 para 112 dias em média (JEUKENDRUP, CRAIG, HAWLEY, 2000).

Estudos têm indicado que o volume anual médio dos ciclistas de alta qualificação tem se estabilizado nos últimos anos em torno de 30.000 a 35.000 km (FARIA, PARKER, FARIA, 2005) e um volume médio semanal em torno de 700 a 1000 Km (PADILLA et al., 1999). Em contra partida, o que tem chamado a atenção nos últimos anos é o aumento expressivo das cargas de competição em relação às de treinamento.

Segundo Platonov (2008) atletas profissionais de ciclismo têm cumprido atualmente volumes em torno de 20.000 Km em competições durante o ano, o que representa mais da metade do volume anual total. Esse grande volume realizado pode ser explicado pelo aumento de participação em competições, que tem se situado em torno de 88 a 112 dias por ano em ciclistas profissionais europeus (JEUKENDRUP, CRAIG, HAWLEY, 2000).

Essa tendência de diminuição dos volumes de treinamento e aumento dos volumes de competição nos últimos anos, não é percebida somente no ciclismo, mas também em outras modalidades como natação, atletismo, canoagem e remo (ISSURIN, 2008).

Essa dinâmica atual que vem ocorrendo no aumento das cargas de competição pode ser explicada em parte por dois fatores: o primeiro é em relação a um aspecto que já foi discutido anteriormente que é o mercantilismo envolvido no

esporte, que acaba pressionando os atletas a participarem de um número cada vez maior de competições durante a temporada, o segundo fator e que já vem sendo discutido há algum tempo por vários autores (VERKHOSHANSKI, 2001; DE LA ROSA e FARTO, 2007; PLATONOV, 2008; ISSURIN, 2010) é que em alguns momentos da planificação do treinamento as cargas de competição parecem ser mais efetivas do que as cargas de treinamento para aumentar o desempenho, por exigir do atleta maior mobilização física e psíquica, e principalmente de maneira específica.

3.1.3 Características da competição

Como já sinalizado anteriormente, as competições do CIES são bastante variadas em relação ao seu formato (quantidade de dias, número de etapas, distância das etapas, distância total, relevo e premiação).

Grande parte das competições oficiais, reconhecidas pela UCI, é realizada em países da Europa, o que pode ser justificado pelo fato de que, das 22 equipes profissionais registradas na UCI, 20 pertencem à países europeus (UCI, 2011). Além disso, o CIES é muito praticado na Europa e bastante reconhecido enquanto esporte profissional, com investimentos anuais por parte das equipes da ordem de oito a 10 milhões de dólares (MUJIKÁ e PADILLA, 2001).

Dessa forma, é de se esperar que a maior quantidade de estudos envolvendo CIES utilizem como sujeitos, ciclistas europeus e competições realizadas em países da Europa. Portanto, a comparação de informações referentes a ciclistas e competições de países fora da Europa se torna sempre difíceis.

As voltas ciclísticas europeias são bem diferentes das voltas ciclísticas realizadas do Brasil. Em nosso território, a maior volta ciclística realizada e chancelada pela UCI é o Tour do Brasil, composto por nove dias/etapas que variam

de 100 a 180 Km, com exceção do CR, que pode variar de 20 a 50 Km, totalizando aproximadamente 1045 Km (UCI, 2011). Em contraste, na Europa, as maiores voltas ciclísticas como Tour de France, Giro da Itália e Volta da Espanha são compostas por 21 dias/etapas que variam de 140 a 226 km com exceção do CR que pode variar de 16 a 100 Km, totalizando em torno de 3600 a 3900 Km (UCI, 2011).

Diante dessas informações, é possível sugerir que o CIES exige altas demandas fisiológicas e psicológicas dos atletas.

3.1.4 Demandas fisiológicas

Nos últimos anos foram produzidas muitas informações a respeito de demandas fisiológicas no ciclismo durante o treinamento e competição, o que só foi possível, devido à evolução de equipamentos mais sofisticados como monitor de frequência cardíaca (FC) por telemetria e dinamômetros específicos que são colocados no pedal da bicicleta para a mensuração da potência de pedalada em tempo real e cadência.

Segundo Jeukendrup, Craig, Hawley (2000) o desempenho no CIES depende de uma interação de vários fatores, como fisiológicos (consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx); limiar anaeróbio (LAn); economia de movimento e eficiência mecânica), ambientais (velocidade do vento; temperatura; umidade relativa e relevo) e equipamento (bicicleta; rodas; pneus e componentes).

Recentemente, pesquisas têm analisado as demandas fisiológicas em ciclistas masculinos de estrada durante diferentes competições, relatando altas demandas aeróbias para essa modalidade. Há apontamentos sugerindo que o desempenho é altamente dependente de características fisiológicas do atleta, principalmente da capacidade de suportar altas intensidades por tempo prolongado (LUCIA et al., 2003; EARNEST et al., 2004; PADILLA et al., 2008).

Utilizando o monitoramento da FC e da potência de pedalada, diferentes grupos de pesquisa têm analisado a intensidade de esforço durante algumas competições do CIES (LUCIA et al., 1999; FERNÁNDEZ-GARCÍA et al., 2000; PADILLA et al., 2000; LUCIA et al., 2003; EBERT et al., 2006).

Para tanto, os atletas primeiramente são submetidos a um teste progressivo em laboratório onde são medidos as potências máximas ($P_{máx}$) e submáximas (P_{sub}) de pedalada, o VO_2 máx, limiares ventilatórios (LV), limiares de lactato (LLac), FC máxima ($FC_{máx}$) e a FC referente a cada um dos parâmetros medidos. Assim, através do monitoramento da potência e FC durante as competições é possível fazer uma relação linear entre os parâmetros obtidos em laboratório.

Lucia et al. (2003) monitoraram a intensidade do exercício pela resposta da FC em um ciclista profissional, com idade de 30 anos e grande experiência em provas internacionais, durante as três maiores voltas ciclísticas da Europa, o Tour de France, Giro da Itália e Volta da Espanha. As intensidades foram agrupadas em três zonas: baixa (até o primeiro LV); moderada (entre o primeiro e o segundo LV) e alta (acima do segundo LV). Os resultados mostraram que o maior percentual do tempo total das competições é realizado na zona de baixa intensidade (63-76), entretanto, com percentuais consideráveis nas intensidades moderada e alta, respectivamente, 21-40 e 2-8. Os autores também ressaltam que em algumas etapas nas três competições o atleta suportou alta intensidade por mais de 30 minutos.

Em outro estudo Lucía et al. (1998) avaliaram oito ciclistas profissionais que foram monitorados durante o Tour de France, e utilizando os mesmos critérios para as zonas de intensidade, encontraram valores semelhantes para o percentual do tempo total despendidos em cada zona de intensidade com valores de 70, 23 e 7, respectivamente para as zonas de baixa, moderada e alta intensidade. Corroborando com os resultados encontrados por Lucia et al. (2003), o mesmo

grupo sinalizou resultados similares, Fernández-García et al. (2000) também avaliaram a intensidade de esforço entre a Volta da Espanha e Tour de France em 18 ciclistas profissionais de estrada. As zonas de intensidade foram agrupadas em quatro: anaeróbia (acima de 90% do VO_2 máx), aeróbia de alta intensidade (entre 70-90% do VO_2 máx), aeróbia de moderada intensidade (entre 50-70% do VO_2 máx) e aeróbia de recuperação (abaixo de 50% do VO_2 máx). A porcentagem de participação em cada intensidade em função do tempo total da competição foi, respectivamente, para Volta e Tour de 13,0 e 16,8 para anaeróbia; 29,5 e 29,2 para aeróbia de alta intensidade; 32,4 e 31,5 para moderada e 25,1 e 25,2 para recuperação. Nesse estudo, os autores ressaltam a importância da capacidade anaeróbia nessas competições, sugerindo que ela possa limitar o desempenho nesses atletas.

Mais recentemente, a potência de pedalada produzida durante competições de CIES, também tem sido alvo de várias investigações. O conhecimento da potência de pedalada em competição pode gerar informações valiosas tanto para treinamentos como para estratégias e táticas de corrida.

Além disso, a potência também pode ser usada para prever o desempenho, como mostra um estudo de Hawley e Noakes (1992) que encontraram uma alta correlação entre a $P_{máx}$ obtida em teste progressivo e o tempo em CR de 20 km ($r = -0,91$ e $P < 0,001$).

A unidade utilizada para medida da potência em valores absolutos é o Watts (W) e relativos Watts/massa corporal (W/Kg).

Ebert et al. (2006) em um interessante estudo, avaliaram 31 ciclistas masculinos da equipe nacional da Austrália em 207 competições disputadas em seis anos. Os resultados revelaram que as potências médias geradas em valores absolutos se situaram entre 188 W a 262 W em diferentes tipos de provas. Isso

representa em média entre 60% a 66% da potência máxima em teste progressivo em laboratório.

Dados parecidos também foram reportados por Vogt et al. (2007) em 10 ciclistas masculinos profissionais durante o Tour de France. As potências médias em valores absolutos e relativos foram respectivamente, para etapas planas 218 W e 3,1 W/Kg; para etapas semi-montanhas 228 W e 3,3 W/Kg e para etapas de montanha 234 W e 3,3 W/Kg.

Além de provas mais longas a intensidade de esforço também tem sido avaliada em provas mais curtas do CIES como os contra-relógios, como mostra o estudo de Padilla et al. (2000) que avaliaram 18 ciclistas profissionais em diferentes provas de CR, que foram divididas em cinco formatos: CR de curta distância entre 6 e 10 km (CR-C); CR de média distância entre 19 e 39 km (CR-M); CR de longa distância entre 42 e 64 km (CR-L); CR em subida (CR-S) e CR por equipes (CR-E). Os resultados indicam valores médios para CR-C, CR-M, CR-L, CR-S e CR-E, respectivamente, de 89, 85, 80, 78 e 82 para percentual da FC_{máx}; 100, 95, 89, 87 e 92 para percentual do LLac referente a concentração fixa de 4 milimolar (mM); 114, 108, 103, 101 e 105 para percentual do LLac individual e 89, 84, 79, 77 e 80 para percentual da P_{máx}. Os resultados também indicaram que nos CR-C e CR-M os atletas permanecem parte considerável do tempo acima do LLac referente a 4mM, respectivamente 59% e 38%.

Frente às considerações supra-descritas é possível inferir que o CIES exige predominantemente altas demandas aeróbias durante a maior parte das competições e anaeróbias em momentos específicos, sobretudo nos CR e sprints finais.

3.1.5 Características físicas e fisiológicas de ciclistas masculinos de estrada

A idade dos atletas está associada à caracterização dos atletas, juntamente com suas características físicas. A idade média dos ciclistas pesquisados em alguns estudos encontra-se na faixa de 22 e 30 anos (LUCIA et al., 1999; LUCIA et al., 2003; PADILLA et al., 2008)

Corroborando com essas informações Platonov (2008) em uma ampla análise dos ciclistas que venceram o Tour de France, Giro da Itália, Volta da Espanha e campeonatos mundiais, verificou que as idades desses atletas variavam entre 20 e 33 anos, com a maior concentração de vencedores entre 25 e 30 anos.

Nos estudos envolvendo o CIES as características físicas mais presentes são a estatura e a massa corporal.

Padilla et al. (1999) avaliando 24 ciclistas masculinos profissionais europeus de diferentes especialidades (passistas, montanhistas e *sprintistas*), encontraram valores de estatura de 160 a 190 centímetros (cm), com média de 180 e desvio padrão de 6,0 cm, enquanto que a massa corporal oscilou entre 53 Kg e 80 Kg., com média de 68,2 Kg e desvio padrão de 6,6 Kg. Entre as especialidades, os montanhistas foram os que reportaram menor estatura e massa corporal em relação as outras.

Em relação às características fisiológicas as variáveis mais encontradas são o VO_2 máx, $FC_{máx}$, $P_{máx}$ e carga do LLac referente a 4 mM de lactato.

O VO_2 máx relativo encontrado em ciclistas masculinos profissionais de estrada se encontra entre 69,7 e 84,8 ml.Kg.min⁻¹, com média de 78,8 ml.Kg.min⁻¹ (MUJIKA e PADILLA, 2001), enquanto que a $FC_{máx}$ entre 178 e 204 batimentos por minuto (bpm), com média de 192 bpm (FARIA, PARKER, FARIA, 2005). Já a $P_{máx}$ situa-se entre 349 e 525 W, com média de 430 W, ao passo que a carga do LLac

referente a 4 mM de lactato situam entre 275 e 478 W, com média de 386 W (PADILLA et al., 2000).

3.1.6 Avaliação em ciclistas de estrada

As avaliações dentro da esfera do esporte é algo bastante comum e importante, tanto para a prescrição do treinamento como para acompanhar a efetividade do programa de treinamento ou indicar possíveis alterações.

Geralmente as avaliações são direcionadas principalmente para avaliar as capacidades físicas determinantes da modalidade em questão e também capacidades auxiliares.

No caso do CIES e em outras modalidades de predomínio metabólico aeróbio e que tenham como fator determinante a condição aeróbia, é importante que se avalie dois indicadores diretamente relacionados com o desempenho, que são a potência e capacidade aeróbia. O primeiro relacionado com a quantidade máxima de energia que pode ser produzida pelo metabolismo aeróbio por unidade de tempo, e o segundo com a quantidade total de energia que pode ser oferecida pelo mesmo metabolismo (DENADAI, 2000).

A potência aeróbia está relacionada ao VO_2 máx, que é definido como sendo a mais alta captação de oxigênio conseguida por uma pessoa respirando ar atmosférico ao nível do mar (ASTRAND, 1952 *apud* DENADAI, 2000). Já a capacidade aeróbia está relacionada ao Limiar Anaeróbio (LAN), inicialmente definido por Wasserman e McIlroy (1964) como sendo o ponto ou a intensidade na qual ocorre um aumento desproporcional na ventilação pulmonar e produção de dióxido de carbono.

O VO_2 máx é considerado o parâmetro fisiológico padrão ouro para identificar a potência aeróbia máxima e durante muito tempo foi considerado o melhor indicador de *performance* aeróbia (DENADAI, 2000), entretanto, nos últimos anos o

LAn tem sido utilizado para avaliação, prescrição e monitoramento dos efeitos do treinamento, por se mostrar mais sensível que o VO_2 máx, sobretudo em atletas bem treinados (KOHRT et al., 1989; DENADAI et al., 2006; NOAKES, 2008).

O LAn é considerado um fenômeno que expressa a intensidade na qual ocorre a transição metabólica aeróbia-anaeróbia. A sua identificação pode ser feita por duas metodologias, invasiva, pela resposta do lactato sanguíneo e não invasiva, por respostas ventilatórias.

O método ventilatório é um método frequentemente utilizado na área clínica para avaliação cardiorrespiratória e também em atletas. Em atletas a avaliação pelo método ventilatório fornece importantes indicadores de intensidade chamados de limiares ventilatórios, que podem ser utilizados para prescrição e controle da intensidade de exercício (DENADAI, 2000). Apesar de ser um método um bom método e não invasivo, a sua aplicação para avaliação em algumas modalidades esportivas é limitado, sobretudo, pela falta de ergômetros específicos. Nesse sentido, apesar de invasiva a resposta do lactato sanguíneo permite a avaliação em ambiente competitivo de modo específico, dentro das exigências da modalidade esportiva avaliada.

Além disso, a resposta do lactato sanguíneo também tem sido aceita como padrão ouro para identificar o LAn, através da máxima fase estável de lactato (MFEL).

A MFEL é definida como sendo a mais alta intensidade de exercício que pode ser mantida por longo tempo em equilíbrio entre produção e remoção de lactato sanguíneo (BENEKE, 2003).

No entanto, a MFEL tem um fator limitante dentro da sua metodologia, que é a aplicação de vários testes contínuos de aproximadamente 30 minutos em diferentes intensidades e em dias separados (BENEKE, 2003; BILLAT et al., 2003),

o que acaba sendo um fator negativo dentro da prática do treinamento esportivo de alto rendimento.

Para tentar minimizar esse fator limitante, outros métodos foram propostos como o *Onset of Blood Lactate Accumulation* (OBLA) referente a concentração fixa de 4 mM de lactato sanguíneo (HECK et al., 1985), limiar anaeróbio individual (STEGMANN, KINDERMANN, SCHANABEL, 1981) e lactato mínimo (Lacmin) (TEGTBUR, BUSSE, BRAUMANN, 1993). Todos esses métodos têm como característica em comum a utilização de um único dia para avaliação.

Em relação aos métodos acima descritos, o Lacmin se revela um método bastante interessante, pois permite no mesmo teste uma avaliação aeróbia e anaeróbia.

No ciclismo o Lacmin tem se mostrado um teste válido para estimar a MFEL (MACINTOSH, ESAU, SVEDAHL, 2002; PARDONO et al., 2008) e também prever a *performance* (MACINTOSH, ESAU, SVEDAHL, 2002), entretanto, tem sido pouco utilizado na avaliação de ciclistas.

Os testes mais utilizados em avaliação no CIES são: VO_2 máx para potência aeróbia, obtido através de protocolo incremental de característica máxima; OBLA e limiares ventilatórios para capacidade aeróbia (MUJICA e PADILLA, 2001; FARIA, PARKER, FARIA, 2005).

Além da potência e capacidade aeróbia, a potência anaeróbia também faz parte das avaliações do CIES, pois apesar de não ser predominante ela pode ser determinante em alguns momentos da competição, como por exemplo, os *sprints* finais. Para tanto, tem-se utilizado o clássico teste de Wingate (FARIA, PARKER, FARIA, 2005).

3.2 Preparação Esportiva e Treinamento Esportivo

Os termos “preparação esportiva” e “treinamento esportivo” são muito utilizados na área da Educação Física e Esporte muitas vezes como sinônimos, mas apesar dos conceitos parecidos não são equivalentes.

A preparação esportiva possui um conceito bem mais amplo e complexo que o treinamento esportivo, por compreender todo o conjunto de fatores relacionados com a preparação do atleta objetivando elevar seu rendimento na modalidade esportiva (MATVEEV, 1997).

Gomes (2002) ressalta que a preparação esportiva é composta por três grandes sistemas, os quais, de forma integrada, auxiliam na preparação do atleta. De acordo com esse autor, os sistemas seriam de competição, de treinamento e de fatores complementares.

Em contrapartida, o treinamento esportivo está relacionado diretamente com o processo principal da preparação do atleta em seu sentido mais amplo, através da execução dos exercícios físicos, técnicos e táticos, além da preparação moral e volitiva do atleta (MATVEEV, 1997).

Outra característica do treinamento esportivo está diretamente relacionada com as alterações morfo-funcionais decorrentes de processos crônicos induzidos pelo treinamento (GOMES, 2002). No treinamento esportivo é que estão contidos todos os princípios gerais que o norteiam, bem como sua organização durante o processo de preparação esportiva. Dessa forma, abordaremos adiante com maior profundidade os aspectos relacionados a sua estruturação e organização.

3.3 Estruturação e organização do treinamento esportivo

A estruturação do processo de treinamento durante a temporada competitiva é de fundamental importância para o êxito esportivo. É nesse momento em que são

elaborados os objetivos que pretendem ser alcançados com o cumprimento das atividades fixadas na organização do treinamento, quando se propõe a distribuição das cargas e os conteúdos que serão adotados para a conquista dos resultados.

A estruturação do treinamento também é comumente denominada por planificação, planejamento e periodização.

A periodização do treinamento ficou conhecida mundialmente e é ainda o termo mais utilizado para expressar estruturação do treinamento. Isso pode ser creditado ao primeiro conceito divulgado internacionalmente na década de 60, pelo professor russo Lev Pavilovch Matveev, a partir das experiências de treinadores russos e dos resultados obtidos durante a preparação da Rússia para os Jogos Olímpicos de 1952, em Helsinky (VERKOSHANSKI, 2001). Sua principal característica é a divisão da temporada de treinamento em períodos.

A partir da década de 60, o modelo proposto por Matveev passou a ser utilizada em diversos países e em uma elevada gama de modalidades esportivas, se consolidando como um modelo, atualmente denominado de modelo tradicional ou modelo de cargas distribuídas.

Entretanto, a partir da década de 70, muitas críticas vêm sendo direcionadas ao modelo proposto por Matveev, especialmente no que tange ao calendário competitivo atual. Dessa forma, outros modelos foram sendo propostos, tais como os modelos de carga pendular e estrutural (DE LA ROSA e FARTO, 2007), blocos (VERKOSHANSKY, 1990) e cargas seletivas (GOMES, 2002).

3.4 Carga de treinamento

Como já abordado anteriormente, para que a dinâmica do Esporte de Rendimento atual seja atendida, atletas vêm sendo submetidos a grandes

exigências físicas e psicológicas impostas pelas cargas de competição e treinamento cada vez maiores, fato este, que pode direcioná-los ao OT.

Segundo De La Rosa e Farto (2007) o conceito de carga de treinamento ainda é deficiente dentro da metodologia do treinamento esportivo, sobretudo, pela complexidade nela embutida. Para esses autores a carga de treinamento é a relação inversa entre o potencial de treinamento e a condição do atleta.

Para Platonov (2008) a carga de treinamento é composta por vários componentes, como o seu caráter (específicas, não específicas, de treinamento, de competição); grandeza (pequenas, submáximas, máximas); orientação (direcionadas a capacidades físicas isoladas) e tensão psíquica (maior ou menor exigência psíquica), e sua magnitude geralmente se dá pelo produto do volume pela intensidade imposta, variáveis essas, também citadas como aspectos externo e interno, respectivamente.

Dentre os aspectos envolvidos na carga de treinamento, o componente externo (volume) apresenta maior facilidade de mensuração quando comparado ao componente interno (intensidade).

Vários marcadores têm sido propostos e utilizados para mensurar a carga interna, tais como a resposta de lactato sanguíneo, comportamento da frequência cardíaca (FC), consumo de oxigênio (VO_2) e percepção subjetiva de esforço (PSE), cada qual sendo analisado durante as sessões de treinamento ou em avaliações fisiológicas, aplicadas em diversos momentos da periodização de atletas (NAKAMURA, MOREIRA, AOKI, 2010).

Em relação ao volume do treinamento, Issurin (2008) sugere a existência de um declínio nos últimos 30 anos em diversas modalidades esportivas, fato esse, que parece ter sido substituído por aumentos da intensidade, resultando em manutenção e/ou elevação das cargas totais. As alterações contemporâneas nas dinâmicas de

variáveis relacionadas à carga de treinamento se devem expressivamente aos modelos mais atuais de organização do treinamento esportivo, que priorizam de maneira acentuada os conteúdos e meios de preparação específica e especial do atleta (ISSURIN, 2010).

Mais recentemente, atenção especial tem sido dada na interação entre cargas de treinamento e a condição do atleta, compreendida por estados físico, fisiológico, psicológico, social, dentre outros. Esse assunto tem sido considerado um dos grandes problemas atuais do treinamento esportivo (GOMES, 2002; DE LA ROSA e FARTO, 2007).

Apontamentos sugerem importante influência da condição atual do atleta nas respostas obtidas frente às cargas de treinamento impostas. Segundo Borin, Gomes, Leite (2007) o estado ou condição do atleta é um fator importante para indicar a necessidade de modificação ou ajuste do plano de trabalho em relação à organização do treinamento.

Frente às considerações supra descritas, é possível concluir que a carga de treinamento possui uma elevada complexidade no que tange a prescrição, monitoramento e controle do treinamento, tornando-se inquestionável a importância do seu monitoramento e controle durante o processo de treinamento, apesar das carências científicas observadas no que se refere à quantificação dessas cargas.

3.4.1 Monitoramento e controle de carga de treinamento no esporte

Dos componentes envolvidos na carga de treinamento, a intensidade, também chamada de componente interno, tem sido apontada como a principal responsável pelo aumento do desempenho em atletas bem treinados (IAIA e BANGSBO, 2010).

Dentre os marcadores utilizados para mensurar a intensidade durante o exercício a FC se destaca. Nos últimos 30 anos a FC vêm sendo muito utilizada como indicador indireto da intensidade de esforço durante o exercício (ACHTEN e JEUKENDRUP, 2003).

Em exercícios contínuos de intensidade submáxima a FC possui relação linear com o VO_2 , refletindo indiretamente a intensidade, podendo também ser utilizada para estimar o gasto energético da atividade (POWERS e HOWLEY, 2001).

Entretanto, a FC possui algumas limitações, e em algumas situações pode perder essa linearidade com o VO_2 , como altas e baixas temperaturas ambientes, altitude, umidade relativa do ar e desidratação (ACHTEN e JEUKENDRUP, 2003).

A utilização da FC para a prescrição da intensidade do exercício para o aprimoramento da capacidade cardiorrespiratória é amplamente aceita e recomendada (AMERICAN COLLEGE OF SPORT MEDICINE, 1990).

A utilização da FC para o monitoramento da intensidade do exercício tem sido muito utilizada em diferentes populações e diferentes formas de exercícios. Isso se deve, sobretudo, pelo desenvolvimento de monitores portáteis da FC que estão cada vez mais sofisticados e baratos, o que acaba possibilitando seu uso por um número cada vez maior de pessoas, sejam elas atletas ou não.

No esporte de alto rendimento a FC é utilizada para prescrição e monitoramento da intensidade de esforço, dessa forma, com o objetivo de utilizar a resposta da FC para mensurar a carga interna de treinamento e competição no esporte, Banister e Calvert (1980) propuseram o método *Training Impulse* (TRIMP), que é baseado no produto entre aumento da fração FC de reserva (FCr) durante o exercício e o tempo da sessão de treinamento ou competição.

Nos últimos anos o método TRIMP vem sendo modificado com o objetivo de torná-lo cada vez mais eficiente, sensível e individualizado para a mensuração da

carga interna, utilizando além da FC também a resposta do lactato sanguíneo (BANISTER, 1991; STAGNO, THATCHER, VAN SOMEREN, 2007; MANZI et al., 2009).

O TRIMP tem sido utilizado para mensurar a carga interna de treinamento e competição em vários esportes, como, corrida (ESTEVE-LANAO et al., 2005); ciclismo (EARNEST et al., 2004) e futebol (ALEXIOU e COUTTS, 2008).

Especialmente no CIES o método TRIMP tem sido bastante utilizado para avaliar as cargas internas durante competições (LUCIA et al., 1999; LUCIA et al., 2003a; LUCIA et al., 2003b; EARNEST et al., 2004; FOSTER et al., 2005).

Apesar de ser um bom método e de fácil aplicabilidade, algumas limitações podem ser apontadas. Uma delas é que, se o atleta, por algum motivo, não utilizar o monitor de FC ou este falhar, as informações referentes a carga daquela sessão serão perdidas (FOSTER et al., 2001). Em adição, outro fator limitante desse método, é a aplicação em grandes grupos de atletas, pois, apesar do valor dos monitores de FC atualmente estarem mais acessíveis, nem todo atleta ou equipe possui esse equipamento. Além disso, a utilização do TRIMP em atividades intermitentes de alta intensidade ainda é questionável (FOSTER et al., 2001).

Outra forma bastante prática e interessante para o monitoramento da intensidade do exercício é a utilização do Esforço Percebido (EP) (BORG, 1998). O EP como um meio para avaliar a intensidade do exercício, foi inicialmente apresentado por Gunnar Borg em meados da década de 50, e seu conceito é baseado em uma interação psicofisiológica entre sinais periféricos e centrais, que interpretados pelo córtex sensorial, geram uma percepção global ou local da intensidade de determinada tarefa (BORG, 1998).

Borg propôs algumas escalas para a avaliação da intensidade através do EP pelo indivíduo, que ficaram mundialmente conhecidas como escalas de Borg.

A primeira escala proposta por Borg foi denominada *Ratings of Perceived Exertion* (RPE) e apresentada em 1966, em um congresso de fisiologia na Suécia e posteriormente nos Estados Unidos (BORG, 1998, 2000).

Em português, a escala RPE tem sido denominada “escala de esforço percebido (EP)” ou também “escala de percepção subjetiva de esforço (PSE)”, terminologia que será adotada durante o texto.

A escala PSE foi construída especificamente para a avaliação da intensidade do exercício em atividades aeróbias, baseada na relação entre a carga de trabalho e resposta da FC (BORG, 1998, 2000). A primeira escala de Borg, chamada de escala antiga, possui 15 graus para índices de EP em uma escala numérica de 6 a 20 que são ancorados às expressões verbais (figura 1). Posteriormente, na década de 80, Borg sugeriu pequenas alterações nas expressões verbais e na ancoragem delas (BORG, 1998, 2000).

(A) RPE SCALE		(B) ESCALA PSE	
6	-	6	-
7	Very,very lighth	7	Muito, muito leve
8	-	8	-
9	Very lighth	9	Muito leve
10	-	10	-
11	Fairly lighth	11	Razoavelmente leve
12	-	12	-
13	Somewhat hard	13	Um pouco intenso
14	-	14	-
15	Hard	15	Intenso
16	-	16	-
17	Very hard	17	Muito intenso
18	-	18	-
19	Very, very hard	19	Muito, muito intenso
20	-	20	-

Figura 1. Escalas RPE de Borg. (A) versão original em inglês (BORG, 1998) e (B) versão em português (BORG, 2000).

Posteriormente, outra escala foi desenvolvida por Borg, baseada na relação estímulo-resposta (E-R), na qual uma determinada intensidade de sensação cresce com a estimulação física (BORG, 2000). A ideia era desenvolver uma escala que

pudesse ser utilizada para a avaliação, tanto da intensidade de esforço, quanto da dor. O instrumento baseou-se nas escalas de relações de categoria (category-ratio (CR)) e ficou conhecido como escala CR-10 de Borg.

Assim como ocorreu com a escala de PSE, a escala CR-10 também possui duas versões, sendo que a primeira possui 13 graus para índices de EP em uma escala numérica de 0 a 10, que também são ancorados à expressões verbais (figura 2). Posteriormente, na década de 80, Borg também fez pequenas alterações nessa escala aumentando cinco graus para índices de EP e na ancoragem das expressões verbais (BORG, 1998, 2000).

(A) CR-10 SCALE		(B) ESCALA CR-10	
0	Nothing at all	0	Absolutamente nada
0,5	Extremely weak (just noticeable)	0,5	Extremamente fraco (apenas perceptível)
1	Very weak	1	Muito fraco
2	Weak (ligh)	2	Fraco (leve)
3	Moderate	3	Moderado
4	-	4	-
5	Strong (heavy)	5	Forte (intenso)
6	-	6	-
7	Very strong	7	Muito forte
8	-	8	-
9	-	9	-
10	Extremely strong (almost maximal)	10	Extremamente forte (quase máximo)
■	Maximal	■	Máximo

Figura 2. Escalas CR-10 de Borg. (A) versão original em inglês (BORG, 1998) e (B) versão em português (BORG, 2000).

A partir da possibilidade de quantificação da intensidade de esforço pela PSE, Foster et al. (1996) propuseram pequenas alterações na escala CR-10 de Borg, com o objetivo de deixá-la mais aplicável para o contexto do treinamento. Assim, a escala adaptada passou a possuir 11 graus para índices de EP, em uma escala numérica de 0 a 10, também ancorada às expressões verbais (figura 3)

Os autores sugeriram a sua utilização para a mensuração da carga total de treinamento da sessão, multiplicando o grau de intensidade apontado pelo indivíduo

após a sessão pela duração da sessão em minutos (volume), para a obtenção da carga.

Escalas CR-10 de Borg modificada por Foster et al. (1996)			
	(A)		(B)
0	Rest	0	Repouso
1	Very, very easy	1	Muito, muito fácil
2	Easy	2	Fácil
3	Moderate	3	Moderado
4	Somewhat hard	4	Um pouco difícil
5	Hard	5	Difícil
6	-	6	-
7	Very hard	7	Muito difícil
8	-	8	-
9	-	9	-
10	Maximal	10	Máximo

Figura 3. Escala CR-10 de Borg modificada. (A) versão original em inglês (FOSTER et al., 1996) e (B) versão em português (NAKAMURA et al., 2010).

Além da carga total da sessão, outros dois indicadores foram propostos por Foster (1998), a monotonia e o *strain*. A monotonia é definida como um índice de variabilidade do treinamento e é calculada pelas médias das cargas diárias realizadas durante a semana divididas pelo desvio padrão, enquanto o *strain* é o produto da carga semanal total pela monotonia. Ambos indicadores podem se relacionar com adaptações negativas do treinamento (FOSTER, 1998).

Recentemente, alguns estudos têm apontado a validade ecológica da PSE para a quantificação de carga interna de treinamento em atletas, como um método prático e não invasivo (COUTTS et al., 2003; WALLACE, SLATTERY, COUTTS, 2009).

3.5 Overtraining

Como já bordado anteriormente, as cargas de treinamento tem por objetivo provocar adaptações morfofuncionais positivas, auxiliando no aumento do desempenho, entretanto, se não aplicadas corretamente, ou seja, em proporção

adequada entre estímulo e recuperação, podem levar a uma condição de excesso de treinamento.

Segundo Costa e Samulski (2005) diferentes termos em inglês tem sido utilizados para expressar o conceito do excesso de treinamento como: *overtraining*; *overtraining syndrome*; *overwork*; *overreaching*; *overfatigue*; *burnout* e *staleness*.

Entretanto, temos percebido uma maior prevalência para os termos *overtraining* (OT); *overtraining syndrome* (OTS) e *overreaching* (OR).

É bem aceito na literatura que o OT ou OTS é um estado causado por desequilíbrio entre cargas de treinamento e períodos adequados de recuperação, culminando na redução do desempenho (LEHMANN et al., 1992; HALSON et al., 2003; HALSON e JEUKENDRUP, 2004; MEEUSEN et al., 2006).

Apesar desse conceito ser bastante aceito pela comunidade científica, o que parece ainda não ser um consenso definido, são as terminologias utilizadas para o excesso de treinamento, bem como suas definições (HALSON e JEUKENDRUP, 2004).

Em uma ampla revisão sobre o tema, Halson e Jeukendrup (2004) propõe as seguintes definições para OT e OR:

- ✓ OT: acúmulo de cargas de treinamento ou agentes estressores não ligados ao treinamento, que resultam em diminuição do desempenho por um longo tempo, com ou sem presença de sinais e sintomas relacionados ao OT e com restauração do nível de desempenho em algumas semanas ou meses.
- ✓ OR: acúmulo de cargas de treinamento ou agentes estressores não ligados ao treinamento, que resultam em diminuição do desempenho por um longo tempo, com ou sem presença de sinais e sintomas

relacionados ao OT e com restauração do nível de desempenho em alguns dias ou semanas.

Interessante perceber que a diferença entre OT e OR está apenas no tempo necessário para a restauração do desempenho.

Para tentar minimizar as questões relacionadas as terminologias e definições do excesso de treinamento, o Colégio Europeu de Ciência do Esporte através de uma força tarefa, publicou em recente revisão seu posicionamento oficial sobre o assunto (MEEUSEN et al., 2006).

Nessa revisão os termos utilizados foram OR, OT e OTS, entretanto, o OT foi entendido como um processo de intensificação do treinamento que pode levar ao OR e em casos mais graves a OTS.

Dessa forma, Meeusen et al. (2006) propuseram três estágios de OT, o primeiro denominado de OR-funcional, o segundo OR-não funcional e o terceiro e mais grave deles a OTS.

No OR-funcional as cargas de treinamento impostas vão provocar uma diminuição temporária do desempenho, que será restabelecida após períodos curtos de recuperação, ou seja, alguns dias, podendo inclusive aumentar o desempenho em relação ao nível anterior (MEEUSEN et al., 2006).

Esse estágio de OT chamado de OR-funcional, na realidade faz parte de qualquer processo de treinamento, onde em momentos específicos as cargas são intensificadas, e posteriormente após recuperação adequada conseguir o efeito da supercompensação aumentando assim as reservas funcionais e consequentemente o desempenho. Entretanto, se não houver um controle rigoroso nesse processo de intensificação de cargas, isso pode levar ao segundo estágio do OT chamado de OR-não funcional.

No OR-não funcional o acúmulo de cargas de treinamento sem períodos adequados de recuperação, vão provocar uma diminuição e estagnação do desempenho por um período relativamente longo, que poderá ser restabelecida após algumas semanas ou até meses (MEEUSEN et al., 2006). O OR-não funcional também é acompanhado por sinais e sintomas do OT, como distúrbio de estados de humor, alterações hormonais, imunológicas entre outras (MEEUSEN et al., 2006).

E por fim o estágio mais grave do OT é chamado de OTS, nesse estágio o acúmulo de cargas de treinamento sem períodos adequados de recuperação vão provocar uma diminuição acentuada do desempenho por um período longo, que poderá ser restabelecida após alguns meses, nessa fase os sinais e sintomas do OT são bastante pronunciados (MEEUSEN et al., 2006).

Apesar de evidências científicas apontarem que a OTS possa de fato existir, os estudos disponíveis indicam que a incidência de OTS no esporte é muito pequena (HALSON e JEUKENDRUP, 2004).

Realmente, é improvável acreditarmos que muitos atletas, sobretudo, de alto rendimento, sejam acometidos pela OTS e por um motivo bem simples, temos percebido que atletas de alto rendimento de diversas modalidades, permanecem em alto nível competitivo por longos períodos de tempo, às vezes vários anos seguidos, o que baseado nas informações até aqui descritas, não seria possível se em algum momento da temporada ele fosse acometido pela OTS.

O diagnóstico do OT é algo bastante complexo, pois pode envolver muitas variáveis em diversos parâmetros, entre eles, bioquímicos, imunológicos e psicológicos e de desempenho (URHAUSEN e KINDERMANN, 2002). Além disso, algumas variáveis podem ser confundidas com outras doenças que não a OTS. Em adição, algumas variáveis envolvidas com a OTS podem estar relacionadas tanto a alterações positivas quanto negativas ao treinamento, como por exemplo, a

diminuição da FC e lactato sanguíneo em resposta ao exercício submáximo (URHAUSEN e KINDERMANN, 2002; HALSON e JEUKENDRUP, 2004).

Entretanto, parece existir consenso na literatura de que o único parâmetro que pode ser considerado como “padrão ouro” na tentativa de se identificar o OT é a redução da *performance* (LEHMANN et al., 1992; URHAUSEN e KINDERMANN, 2002; HALSON et al., 2003; HALSON e JEUKENDRUP, 2004; MEEUSEN et al., 2006). Apesar disso, pouco se tem discutido na literatura sobre como e em quais situações o desempenho deve ser avaliada, todavia, testes máximos e específicos parecem ser mais sensíveis (URHAUSEN e KINDERMANN, 2002).

Como já abordado anteriormente, devido ao grande número de parâmetros envolvidos no OT, iremos adiante discutir melhor dois deles que estão diretamente relacionados ao presente trabalho, estados de humor e sistema imune.

3.5.1 Overtraining e Estados de Humor

Uma vez que a carga de treinamento tem um caráter psicofisiológico, o monitoramento de distúrbios psicológicos durante o processo de treinamento também se faz importante.

Especificamente no âmbito do Esporte de Rendimento, relações significativas entre aumento de cargas de treinamento e alterações no perfil de estados de humor têm sido observadas em atletas de diferentes modalidades esportivas (HALSON e JEUKENDRUP, 2004).

Portanto, o monitoramento do perfil de estados de humor, associado à quantificação das cargas de treinamento, pode fornecer valiosas informações sobre o processo de treinamento esportivo, sobretudo na prevenção do OT.

A detecção dos estados de humor tem sido apontada como um dos marcadores do OT, conseqüentemente, podendo ser utilizada na sua prevenção (MORGAN et al., 1987; HALSON e JEUKENDRUP, 2004).

No entanto, a utilização desse marcador para a identificação do OT deve ser administrado com cautela, uma vez que sua causa é considerada multifatorial (URHAUSEN e KINDERMANN, 2002).

No sentido do monitoramento dos estados de humor, um dos instrumentos mais utilizados no âmbito esportivo é o questionário *Profile of Mood States* (POMS).

O POMS é um instrumento da área da psicologia que foi proposto por McNair, Loo; Droppleman (1971) para avaliação de estados emocionais de pacientes psiquiátricos. Posteriormente na década de 80 o psicólogo do esporte William Morgan começou a utilizar o POMS na avaliação de atletas americanos (MORGAN, 1980).

O POMS em sua forma original contém 65 itens e mede seis fatores de humor: tensão, depressão, raiva, vigor, fadiga e confusão mental.

Na tentativa de otimizar a aplicação do instrumento na prática esportiva versões reduzidas foram propostas (GROVE e PRAPAVESSIS, 1992).

Originalmente o POMS foi proposto em língua inglesa, mas ao longo do tempo foi sendo adaptado para outros idiomas, entre eles o português (VIANA, ALMEIDA, SANTOS, 2001).

O POMS versão reduzida possui cinco domínios negativos: Tensão (T), Depressão (D), Hostilidade (H), Fadiga (F) e Confusão (C) e um domínio positivo, Vigor (V); cada qual composto por 6 itens. Por meio da aplicação desse questionário é possível calcular o índice de perturbação global de humor (IPGH) do atleta, além da análise individual de cada domínio e, com base nessas informações, auxiliar no

processo de monitoramento de seus parâmetros durante o processo de treinamento.

Morgan et al (1987) utilizaram o POMS para identificar alterações de humor frente à aplicação de cargas de treinamento em nadadores e relataram que atletas e indivíduos ativos apresentam domínios de tensão, depressão, raiva, fadiga e confusão abaixo da média quando comparados à indivíduos controle e não ativos. Por outro lado, o vigor para atletas e indivíduos ativos parecer situar-se acima da média. Esse comportamento diversificado dos estados de humor foi denominado de perfil de *iceberg*. Nos estudos apresentados por Morgan et al. (1987) existiram altas correlações entre o aumento do volume de treinamento e alterações negativas dos estados de humor.

Em atletas com sintomas diagnosticados como possível OT, o perfil de *iceberg* parece se mostrar de forma inversa (HALSON e JEUKENDRUP, 2004).

Uma vez que o OT parece ser multifatorial, muitos trabalhos têm tentado relacionar, além de estados de humor, marcadores fisiológicos e bioquímicos para aumentar a sensibilidade na sua identificação (HALSON et al., 2002; SLIVKA et al., 2010), entretanto, ainda não há um consenso na literatura sobre quais indicadores são mais precisos ou podem atestar com maior eficácia o estado de *overtraining* (URHAUSEN e KINDERMANN, 2002).

Alterações nos estados de humor após aumentos bruscos de carga de treinamento também tem sido reportados por outros estudos.

Halsen et al. (2002) avaliando ciclistas treinados, verificaram que após duas semanas de intensificação nas cargas de treinamento, aproximadamente 100% em relação a duas semanas anteriores de treinamento normal, foi suficiente para aumentar significativamente os domínios de tensão, confusão e fadiga, bem como o índice de perturbação global de humor (IPGH) dos atletas. Em estudo parecido

Rietjens et al. (2005) após aumento de cargas de treinamento em ciclistas (~100%) por duas semanas, não encontrou alterações significativas do IPGH, entretanto, encontrou aumento significativo no domínio fadiga.

Mais recentemente, Slivka et al. (2010) não encontraram alterações no IPGH em ciclistas bem treinados submetidos a 21 dias de treinamento intenso, em contrapartida diminuição significativa foi verificada para o domínio vigor.

Todos os estudos mencionados (HALSON et al., 2002; RIETJENS et al., 2005; SLIVKA et al., 2010) utilizaram como instrumento de monitoramento de estados de humor o POMS, indicando sensibilidade para o objetivo proposto.

Alterações nos estados de humor após a intensificação de cargas de treinamento por períodos curtos também tem sido verificado em atletas de outras modalidades como remo (JÜRIMÄE et al., 2004), canoagem (KENTA et al., 2006), corrida (LANE, 2001), rugby (GROBBELAAR et al., 2010) e natação (MORGAN et al., 1987).

Porém, grande parte dos estudos que relacionam cargas de treinamento e alterações em estados de humor o fazem por períodos curtos de treinamento (HALSON et al., 2002; JÜRIMÄE et al., 2004; RIETJENS et al., 2005; SLIVKA et al., 2010; GROBBELAAR et al., 2010), o que não representa a realidade do esporte competitivo e nem da rotina de treinamento de atletas de alto rendimento.

3.5.2 Overtraining e Sistema imune

A relação entre OT e sistema imune ainda não está bem elucidado, entretanto, as evidências disponíveis não indicam uma relação direta entre eles (MACKINNON, 2000). Recentemente, Coutts, Wallace, Slattery (2007) não verificaram alterações em parâmetros imunológicos e bioquímicos em atletas induzidos ao *overreaching*.

É bem estabelecido na literatura que o exercício físico pode modular de maneira positiva ou negativa a função imune dependendo do tipo, duração e intensidade do exercício (NIEMAN, 1994; GLEESON, 2007). Exercícios prolongados de intensidade moderada para alta por algumas horas como geralmente acontece em competições e treinamentos no ciclismo de estrada, podem causar temporariamente diminuição da função imune e aumento da suscetibilidade para infecções do trato respiratório superior (ITRS) (SCHARHAG et al., 2005). Essa imunossupressão temporária é chamada de “Janela Aberta” que pode durar de 3 a 72 horas, aumentando nesse período a susceptibilidade à infecções oportunistas, sobretudo as ITRS (NIEMAN, 2000).

A relação do exercício com a ITRS foi proposta por Nieman (1994) sob a forma de “J”, onde indivíduos sedentários teriam um risco para ITRS próximo da média populacional, enquanto indivíduos envolvidos em exercícios regulares de moderada intensidade estariam abaixo da média, por outro lado, indivíduos envolvidos em exercícios intensos como atletas, estariam acima da média. Recentemente, Spence et al. (2007) confirmaram o modelo de “J” avaliando a incidência de ITRS e a sintomatologia da doença durante cinco meses em grupos de atletas de elite, atletas recreacionais e sedentários.

Muitos estudos têm demonstrado aumento da ITRS em atletas, após aumento das cargas de treinamento ou cargas de exercícios de longa duração como maratonas e ultramaratonas (EKBLÖM, EKBLÖM, MALM, 2006; NIEMAN et al., 2006).

Apesar do sistema imune funcionar de maneira bastante complexa no combate a infecções, o aumento da incidência das ITRS em atletas tem sido altamente relacionada à diminuição das concentrações da imunoglobulina A (IgA), especialmente a secretora (salivar) (NIEMAN et al., 2006; NEVILLE, GLEESON,

FOLLAND, 2008). Entretanto, recentemente essa relação não foi confirmada em maratonistas (PETERS, SHAIK, KLEINVELDT, 2010)

A IgA é dividida em duas classes denominadas de secretora e sérica. A IgA secretora é a classe de imunoglobulina mais abundante nas secreções corporais como saliva, lágrima, colostro e muco, enquanto que a IgA sérica é a segunda mais abundante no soro humano (MALE et al., 2006). A IgA salivar é considerada a primeira linha de defesa do hospedeiro contra patógenos que invadam a superfície das mucosas, contribuindo para a imunidade local, impedindo a aderência microbiana, neutralização de enzimas, toxinas e vírus (MALE et al., 2006). Por conta disso, a IgA salivar tem sido muito investigada em estudos relacionando exercício e ITRS em atletas. Já a IgA sérica junto com outras classes de imunoglobulinas, atuam na imunidade sistêmica, após a entrada do patógeno no organismo, podendo assim, também estar relacionada com ITRS (LEMAN ,2010). Entretanto, poucos estudos tem avaliado a resposta da IgA sérica frente ao exercício, e a sua relação com a ITRS em atletas submetidos a longo período de treinamento, a princípio ainda não foi investigada.

Apesar da relação entre exercício e sistema imune e sistema imune e ITRS, a relação do OT e ITRS não é bem estabelecida (MACKINNON, 2000; HALSON e JEUKENDRUP, 2004). Mackinnon e Hooper (1996) intensificaram o treinamento durante quatro semanas em 24 nadadores de elite e verificaram que dos 24, oito atletas apresentaram sintomas de OT, no entanto, somente um deles (12,5%) apresentou sintomas de ITRS. No entanto, com grande surpresa no grupo de atletas que não foram considerados supertreinados, nove (56%) relataram sintomas de OT.

A falta de consenso entre os estudos que relacionam exercício, sistema imune e ITRS, pode estar entre outros fatores, especialmente na metodologia utilizada para identificar a ITRS, que na maioria dos estudos é feita por questionários

de sintomas auto relatados. Os sintomas relatados em questionários e a sua relação com a doença propriamente dita, pode não ser confiável e gerar resultados falso positivos, uma vez que alguns sintomas encontrados em vários questionários como dor de garganta, corrimento nasal, congestão, febre e outros, também podem estar relacionados com alergias, inalação de poluentes atmosféricos e inflamação das vias aéreas (GLEESON, 2006). No entanto, a utilização de questionários auto relatados pode ser interessante dentro da prática do treinamento, servindo como uma ferramenta a mais para técnicos e treinadores na sinalização de uma possível ITRS.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Aspectos éticos

O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa das Faculdades Integradas Einstein de Limeira (protocolo nº 10-05/108), atendendo a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Após os esclarecimentos de todos os procedimentos metodológicos, os atletas com idade igual ou superior à 18 anos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), e, em sendo menor de idade, o TCLE foi assinado por seu responsável legal.

4.2 Amostra

A amostra foi composta por oito ciclistas bem treinados do gênero masculino, com idade 18 ± 2 anos; massa corporal $64,9 \pm 8,6$ Kg; estatura $174,7 \pm 10,1$ cm; e $10,7 \pm 1,5\%$ de gordura corporal, com tempo médio de seis anos de treinamento sistematizado. Todos os atletas estavam envolvidos em treinamentos regulares (entre sete e 10 sessões semanais) e participando de competições oficiais de nível regional e nacional. Os ciclistas foram considerados como “bem treinados” conforme critérios sugeridos por Jeukendrup, Craig, Hawley (2000).

4.3. Desenho experimental

4.3.1. Macroциclo de treinamento

O macroциclo de treinamento e competições foi composto por 29 semanas, distribuídas em três períodos denominados de preparatório (9 semanas com cinco dias de competição), competitivo 1 (9 semanas com 13 dias de competição) e competitivo 2 (11 semanas com 23 dias de competição). A aplicação do questionário para a avaliação do perfil de estados de humor foi efetuada na primeira semana do período preparatório (linha de base) e posteriormente a cada 15 dias até o fim do

macrociclo, enquanto as coletas de sangue, testes de *performance* em laboratório (Wingate e Lactato mínimo) e de *performance* em campo (CR-15 Km) foram realizados nas semanas um, 10, 19 e 29. A intensidade do treinamento foi monitorada diariamente através da PSE após 20 a 30 minutos de cada sessão, durante todo o macrociclo. O volume da sessão também foi registrado, o que possibilitou a determinação da carga diária individual.

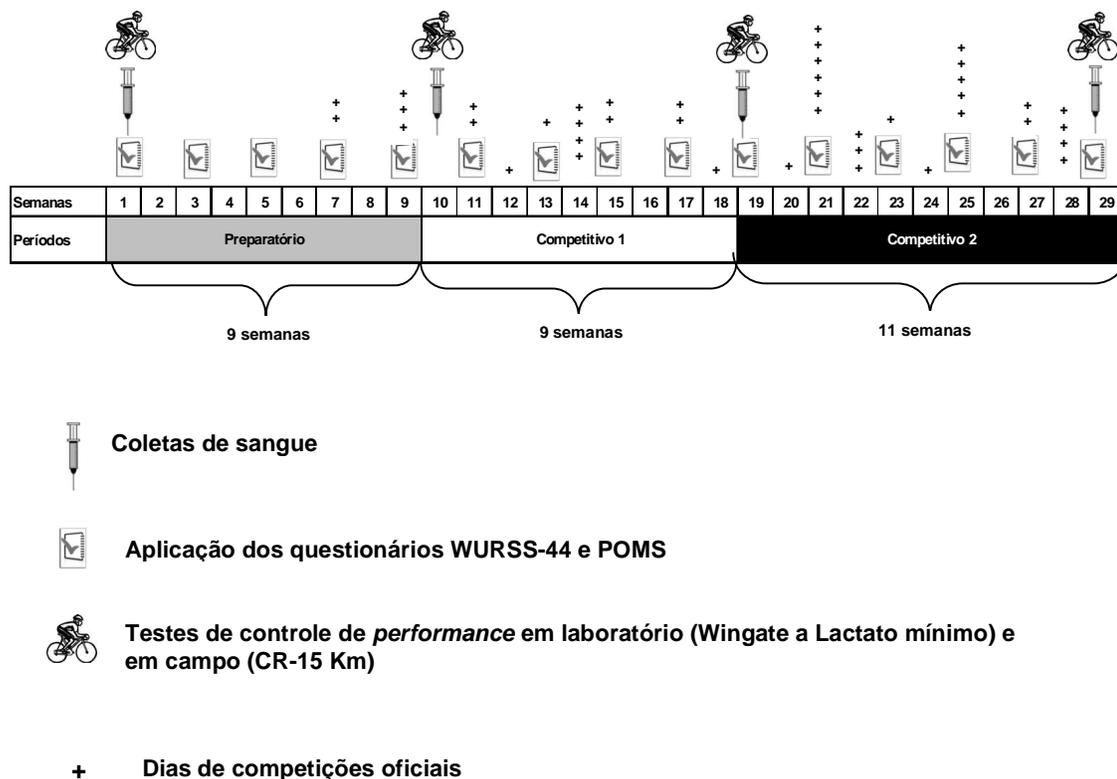


Figura 4. Desenho experimental do macrociclo.

4.3.2. Divisão e características dos períodos de treinamento

O presente estudo foi realizado durante uma temporada real de competições e treinamentos e em nenhum momento o estudo influenciou no treinamento dos atletas. Os períodos de treinamento foram divididos pelo técnico dos atletas, baseado no calendário competitivo da temporada. Em relação às características do

treinamento, as orientações eram fornecidas de modo geral à todos os atletas da equipe sem prescrições individuais. No período preparatório, houve a orientação no sentido de elevação dos volumes do treinamento, sem fixação da intensidade do esforço (velocidade média em Km/h). Já para os períodos competitivos um e dois, houve a sugestão de manutenção de volume, com acréscimos da intensidade.

4.3.3. Monitoramento das cargas de treinamento individuais

Para a mensuração da carga total da sessão de treinamento (carga interna) foi utilizada a PSE seguindo a metodologia proposta por Foster (1998). Para tanto, de 20 a 30 minutos ao final de cada sessão de treino, os atletas em posse da escala de PSE CR-10 de Borg (1998) modificada por Foster et al. (1996), indicavam um domínio de esforço percebido variando em uma escala de 0 = repouso até 10 = esforço máximo. A partir do *score* apontado pelo atleta e do tempo total da sessão em minutos foi possível calcular os seguintes indicadores de carga interna: carga global da sessão (produto do *score* apontado pelo atleta pelo tempo da sessão em minutos); monotonia (médias das cargas divididas pelo desvio padrão) e o *strain* (produto da carga semanal pela monotonia). Em todos os casos os valores são expressos em unidades arbitrárias (UA).

4.4 Avaliações fisiológicas, psicológicas e de desempenho

4.4.1 Avaliação de sintomas de ITRS

Os sintomas de ITRS foram monitorados pelo questionário *Wisconsin Upper Respiratory Symptom Survey-44* (WURSS-44) (BARRETT et al., 2002). O WURSS-44 inclui 32 sintomas relacionados a infecções respiratórias. A severidade de cada sintoma possui uma escala de intensidade de 1 a 7, sendo score 1 relativo a infecção muito leve, 3 considerada leve, 5 moderada e 7 severa. Quando os

sintomas não eram experimentados pelo atleta, atribuiu-se um valor 0. O score total de sintomas foi obtido pela somatória dos valores atribuídos para cada um.

4.4.2. Avaliação do Perfil de Estados de Humor

Para avaliação do Perfil de Estados de Humor foi utilizado o questionário *Profile of Mood States* (POMS), versão curta e adaptada por Vianna, Almeida, Santos (2001). A versão apresentada pelos autores é composta por 36 itens, contendo cinco domínios negativos: Tensão (T), Depressão (D), Hostilidade (H), Fadiga (F) e Confusão (C) e um domínio positivo, Vigor (V); cada qual composto por seis itens.

Esse questionário apresenta ainda seis itens adicionais que compõem a Escala de Desajuste do Treino, instrumento complementar desenvolvido por Raglin e Morgan (1989). Por meio desse método é possível obter o índice de perturbação global de humor (IPGH), a partir da somatória das cinco escalas de sinal negativo (T + D + H + F + C), sucedida pela subtração do resultado da escala de Vigor e a soma de uma constante de 100, para evitar resultado global negativo.

4.4.2.1 Modo de aplicação dos questionários

A aplicação dos questionários WURSS-44 e POMS foi realizada a cada 15 dias durante todo o macrociclo. O preenchimento dos instrumentos foi efetuado individualmente, sempre no mesmo período do dia. Todos os atletas já possuíam conhecimento prévio sobre o preenchimento dos questionários. Para a comparação dos resultados do WURSS-44 e POMS durante o macrociclo, os valores obtidos foram agrupados em quatro momentos: M0 (linha de base) = primeira semana do período preparatório; M1 = média dos valores obtidos entre a segunda e nona semanas do período preparatório; M2 = média dos valores obtidos entre a 10^a e 18^a

semanas do período competitivo 1 e M3 = média dos valores obtidos entre a 19ª e 29ª semanas do período competitivo 2.

4.4.3 Dosagem de IgA sérica e leucograma diferencial

4.4.3.1 Coleta de sangue para dosagem de IgA sérica e leucograma diferencial

Todas as coletas de sangue ocorreram no período da manhã, entre 8:00 e 9:00 horas após desjejum leve (~400 Kcal) e após pelo menos 24 horas de intervalo entre a última sessão de treinamento ou competição. O sangue foi coletado por venopunção, na posição sentada (após 10-15 minutos em repouso), utilizando a técnica de extração a vácuo. Para a análise da IgA sérica, 8 ml de sangue foram coletados em tubos K3EDTA com gel separador com ativador de coágulo (BD Vacutainer, New Jersey, USA). O soro foi separado por centrifugação a 4000 rpm por cinco minutos e posteriormente estocados em freezer a -80C até as dosagens. Para o leucograma diferencial foram coletados 4 ml de sangue em tubo seco K2EDTA (BD Vacutainer®, New Jersey, USA)

4.4.3.2 Determinação da IgA sérica e leucócitos

A IgA sérica foi mensurada pela técnica de Nefelometria usando, para tanto, um equipamento Nephelometer II® (Dade Behring - USA) com reagentes e calibradores fornecidos pelo próprio fabricante. O leucograma diferencial para contagem de leucócitos totais e suas sub-populações (neutrófilos, linfócitos, monócitos, basófilos e eusínófilos) foi realizado após duas horas das coletas de sangue, utilizando um equipamento de contagem automática ADVIA120 Hematology System® (Bayer, Pittsburg, USA).

4.4.4 Protocolos para avaliação do desempenho em laboratório

Os testes em laboratório foram realizados no Laboratório do Esforço Físico das Faculdades Integradas Einstein de Limeira, sempre no mesmo período do dia e pelo menos 48 horas após a última sessão de treinamento ou competição. Os testes foram realizados em cicloergômetro da marca CEFISE, modelo Biotec[®] 2100 (CEFISE, Nova Odessa, Brasil). Antes e durante os testes os participantes foram instruídos a consumir somente água.

4.4.4.1 Potência anaeróbia

Para a avaliação da potência anaeróbia foi utilizado o teste de Wingate. Antes do teste, os avaliados realizaram um aquecimento padronizado de cinco minutos, com carga equivalente a 25 Watts (W), em cadência de 70 a 80 rpm. Após o aquecimento, os participantes permaneceram em repouso durante cinco minutos e posteriormente iniciou-se o teste de 30 segundos, em máxima intensidade possível. A carga utilizada para o teste equivalente a $0,075 \text{ kp.kg}^{-1}$ de massa corporal (BAR-OR, 1987). Em todo o momento do teste, os atletas foram incentivados verbalmente.

4.4.4.2. Capacidade aeróbia

Para a avaliação da capacidade aeróbia utilizou-se o teste de Lacmin, iniciado pela indução a hiperlactacidemia por intermédio do protocolo de Wingate, explicitado anteriormente. Após o teste de Wingate os participantes permaneceram em repouso durante oito minutos e, posteriormente, foi iniciado um teste incremental em cicloergômetro, composto por seis estágios com duração de três minutos, com pausa de 15 segundos entre os estágios para coleta de sangue capilarizado. O primeiro estágio iniciou-se com uma carga equivalente a 40W, acrescido de incrementos de 40 W nos estágios subseqüentes. O ritmo de pedalada adotado

durante o teste foi de 80 rpm. Para obtenção da curva lactacidêmica após a indução à hiperlactacidemia e ao longo do procedimento progressivo, foram extraídos 25µL do lóbulo da orelha dos avaliados, no 8º da recuperação entre o teste de Wingate e o protocolo progressivo, e ainda logo após cada estágio do teste incremental.

Com os resultados lactacidêmico, foi possível plotar a curva intensidade vs. concentração de lactato sanguíneo para identificação da carga referente ao Lacmin. Além da inspeção visual, também foi aplicada função polinomial de segundo grau para o ajuste matemático da resposta do lactato sanguíneo.

4.4.4.3. Testes de controle de desempenho em campo

Para o monitoramento do desempenho em campo foi adotado o teste contra relógio de 15 Km (CR-15). Essa distância foi adotada porque compreende a distância realizada em contra relógios das provas de estrada nacionais, que variam de 10 Km a 30 Km. O CR-15 foi realizado em uma rodovia com característica plana, dividido em dois percursos de 7,5 Km em sentidos opostos, a fim de minimizar as interferências do vento. Antes do início do protocolo foi permitido um aquecimento de 10 a 15 min, em intensidade leve e, após o aquecimento, os atletas permaneceram cinco minutos em repouso. Para que a especificidade fosse mantida, o teste contra relógio foi realizado com os próprios equipamentos de treinamento e competições dos atletas, tais como bicicleta, vestimenta e equipamentos de proteção. Antes e durante o teste, os avaliados foram instruídos a consumir somente água.

4.4.5. Coleta de sangue e dosagem do lactato sanguíneo

As amostras de sangue para dosagem do lactato sanguíneo foram efetuadas do lóbulo da orelha, utilizando capilares heparinizados e calibradas. Após a coleta, o

sangue foi imediatamente transferido para tubos de microcentrífuga contendo 400µl de ácido tricloroacético 4% (TCA 4%) para a desproteinização do sangue. Na sequência, os tubos foram agitados e centrifugados, para a retirada de 100µl do sobrenadante, que foi transferido para tubos de ensaio, no qual foi adicionado 500µl de reativo preparado a base de Estoque de glicina / EDTA 50mL e Hidrazina Hidrato 1,2mL, 100mg de NAD (Beta-Nicotinamide Dinucleotide SIGMA) e 150µL de LDH (L-Lactic Dehydrogenase bovine heart – 1000 units/mL SIGMA) a pH 8,85. As amostras foram agitadas e incubadas durante 20 em banho-Maria, mantido a 37°C. A concentração de lactato foi mensurada em espectrofotômetro a 340nm, contra a curva de calibração (ENGEL e JONES, 1978).

4.4.6 Avaliação antropométrica

Foram mensuradas as seguintes variáveis antropométricas: massa corporal (Kg), estatura (Cm) e percentual de gordura (%G). Para a massa corporal foi utilizada uma balança eletrônica de plataforma da marca Filizola[®] com precisão de 0,1 Kg. As medidas foram realizadas por um mesmo avaliador conforme os procedimentos sugeridos por Lohmann (1998). O %G foi estimado pelo método duplamente indireto a partir das espessuras das dobras cutâneas dos seguintes pontos anatômicos: subescapular, tríceps, suprailíaca e abdominal. Todas as medidas foram feitas em triplicata adotando-se como resultado o valor médio das três medidas. Para as medidas de dobras cutâneas foi utilizado um adipômetro da marca Lange[®] com precisão de 0,5 mm. As medidas foram realizadas sempre do lado direito do sujeito por um mesmo avaliador, utilizando os procedimentos citados por Guedes (1994). Para a estimativa do %G foi utilizada a equação de Falkner (1968).

4.4.7 Análise estatística

As análises estatísticas de todos os resultados foram executadas com auxílio do pacote estatístico *Statistica*, versão 7.0 (Statistica, Tulsa, USA) e, em todas as análises, o nível de significância adotado foi $P < 0,05$. Os testes foram selecionados conforme os objetivos do estudo. Todos os dados inicialmente foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilks, para verificar a normalidade. Uma ANOVA *one way* para medidas repetidas, seguida pelo *post-hoc* de Tukey, foi utilizada para a comparação de variáveis entre os períodos de treinamento, enquanto o teste de correlação de Pearson foi utilizado para correlacionar as variáveis entre si.

5 RESULTADOS

Os resultados da presente dissertação serão apresentados em forma de artigos científicos.

Artigo 1

CARGA DE TREINAMENTO E ESTADOS DE HUMOR EM CICLISTAS DURANTE UM MACROCICLO DE TREINAMENTO.

Artigo 2

CARGA DE TREINAMENTO, SISTEMA IMUNE E INFECÇÃO DO TRATO RESPIRATÓRIO SUPERIOR DURANTE UM MACROCICLO DE TREINAMENTO EM CICLISTAS BEM TREINADOS

Artigo 3

CARGA DE TREINAMENTO, DESEMPENHO E PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS DURANTE UM MACROCICLO DE TREINAMENTO EM CICLISTAS BEM TREINADOS

5.1 ARTIGO 1

CARGA DE TREINAMENTO E ESTADOS DE HUMOR EM CICLISTAS DURANTE UM MACROCICLO DE TREINAMENTO

TRAINING LOAD AND MOOD STATE IN TRAINED CICLYSTS DURING A FULL TRAINING PERIOD

Homero Gustavo Ferrari

Faculdades Integradas Einstein de Limeira – Limeira (SP) – Brasil

Universidade Metodista de Piracicaba. Mestrado em Educação Física – Piracicaba –
São Paulo

Cláudio Alexandre Gobatto

Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Física – Campinas –
São Paulo

Fúlvia de Barros Manchado-Gobatto

Universidade Metodista de Piracicaba. Mestrado em Educação Física – Piracicaba –
São Paulo

RESUMO

Os objetivos do presente estudo foram monitorar as cargas de treinamento utilizando a percepção subjetiva de esforço (PSE) e verificar as alterações no perfil de estados de humor durante um macrociclo de 29 semanas de treinamento em ciclistas treinados. A amostra foi composta por oito ciclistas treinados, com idade 18 ± 2 anos; massa corporal $64,9 \pm 8,6$ Kg; estatura $174,7 \pm 10,1$ cm; $10,7 \pm 1,5$ % de gordura, com tempo de treinamento entre 4 e 12 anos. O macrociclo avaliado foi dividido em três períodos: preparatório (9 semanas), competitivo 1 (9 semanas) e competitivo 2 (11 semanas). Para avaliação da carga interna de treinamento foi aplicada a PSE ao final de cada sessão e, para analisar os estados de humor, foi utilizado o questionário POMS. Uma ANOVA *one way* seguida por *post hoc* de Tukey foram adotados para detecção de diferenças entre os períodos de treinamento, sendo também utilizado o teste de correlação de Pearson. Para todas as análises foi adotado o nível de significância $p \leq 0,05$. A carga de treinamento absoluta, monotonia, *strain* e estados de humor (POMS) não apresentaram diferença nos períodos de treinamento analisados, entretanto, foram obtidas correlações significantes entre os domínios tensão e confusão e carga de treinamento no momento ao final do período preparatório ($r=0,76$ e $r=0,79$, respectivamente), coincidindo com elevação percentual das cargas de treinamento no período preparatório. O macrociclo de treinamento realizado não alterou significativamente os indicadores de carga interna e estados de humor entre os períodos de treinamento avaliados. Entretanto, os resultados apontam alterações negativas nos estados de humor e sensibilidade do POMS frente a cargas mais elevadas de treinamento, sobretudo nos domínios tensão e confusão.

Palavras-chave: percepção subjetiva de esforço, treinamento, ciclismo.

ABSTRACT

The aims of this study were to monitor the training loads using rating of perceived exertion (RPE) and determine the changes in the profile of mood states during a full training period of 29 weeks in trained cyclists. The sample consisted of eight trained road cyclists aged 18 ± 2 years, body weight 64.9 ± 8.6 kg, height 174.7 ± 10.1 cm, $10.7 \pm 1.5\%$ fat, with training time between 4 and 12 years. The full training was composed by three periods: preparatory (9 weeks), first competitive (9 weeks) and second competitive (11 weeks). For evaluation of internal training load was applied to RPE at the end of each session and to analyze the states mood, we used the POMS questionnaire. A one-way ANOVA followed by post hoc test, were used to detect differences between the training periods and the Pearson correlation was adopted ($p \leq 0.05$). The absolute training load, monotony, strain and mood state (POMS) were also similar training periods analyzed, however, there were significant correlations between the fields stress and confusion with training load at the time end of the preparatory period ($r = 0.76$ and 0.79 , respectively) coinciding with high percentage of training loads during the preparatory period. The full training period did not modify the charge and internal mood states between the training periods evaluated. However, the results showed changes in negative mood states and sensitivity of the POMS compared to higher loads and training, specially in tension and confusion states.

Keywords: rating of perceived exertion, training, cycle.

INTRODUÇÃO

Nos últimos 30 anos, o calendário competitivo de diversas modalidades esportivas, dentre elas o ciclismo, tem exigido dos atletas um aumento expressivo de participações em competições durante o ano, sobretudo dos considerados mais qualificados (ISSURIN, 2008). Isso se deve, dentre outros fatores, ao mercantilismo mais pronunciado no espectro do esporte de alto rendimento (PLATONOV, 2008).

Dessa forma, para atender a nova dinâmica do esporte, os atletas vêm sendo submetidos a grandes exigências físicas e psicológicas impostas pelas cargas de treinamento cada vez maiores, fato este que pode direcioná-los ao excesso de treinamento, comentado na literatura específica como *overreaching*, sucedido pelo *overtraining* (HALSON e JEUKENDRUP, 2004).

Apesar da carga de treinamento ser composta por vários componentes, a sua magnitude geralmente se dá pelo produto do volume pela intensidade imposta, variáveis essas, também citadas na literatura como aspectos externo e interno, respectivamente (PLATONOV, 2008). Em relação ao volume do treinamento, Issurin (2008) sugere a existência de um declínio nos últimos 30 anos em diversas modalidades esportivas, fato esse, que parece ter sido substituído por aumentos da intensidade, resultando em manutenção e/ou elevação das cargas totais. As alterações contemporâneas nas dinâmicas de variáveis relacionadas à carga de treinamento, se devem expressivamente aos modelos mais atuais de organização do treinamento esportivo, que priorizam de maneira acentuada os conteúdos e meios de preparação específica e especial do atleta (ISSURIN, 2010).

Mais recentemente, atenção especial tem sido dada na interação entre cargas de treinamento e relação com a condição do atleta, compreendida por estados físico, fisiológico, psicológico e social, dentre outros (DE LA ROSA e FARTO, 2007). Apontamentos sugerem importante influência da condição atual do atleta nas

respostas obtidas frente à cargas de treinamento impostas. Segundo Borin, Gomes, Leite (2007) o estado ou condição do atleta é um fator importante para indicar a necessidade de modificação ou ajuste do plano de trabalho em relação à organização do treinamento.

Frente às considerações supra-descritas, é possível inferir que a carga de treinamento possui um caráter psicofisiológico, assumindo assim, uma elevada complexidade no que tange a prescrição, monitoramento e controle do treinamento.

O processo de organização do treinamento tem por objetivo elevar o rendimento esportivo e é baseado na dinâmica ótima entre a aplicação de cargas de treinamento e períodos de recuperação, sendo que uma falha nesse processo pode levar a efeitos indesejáveis decorrentes do excesso de treinamento como os já citados, *overreaching* e em casos mais graves *overtraining*, além da queda do rendimento esportivo. Assim, se torna inquestionável a importância do monitoramento e controle das cargas de treinamento durante esse processo, apesar das carências científicas observadas no que tange à quantificação dessas cargas.

Dentre os aspectos envolvidos na carga de treinamento, o componente externo (volume) apresenta maior facilidade de mensuração quando comparado ao componente interno (intensidade).

Vários marcadores têm sido propostos e utilizados para mensurar a carga interna, tais como a resposta de lactato sanguíneo, comportamento da frequência cardíaca (FC), consumo de oxigênio e percepção subjetiva de esforço (PSE) (NAKAMURA, MOREIRA, AOKI, 2010), cada qual sendo analisado durante as sessões de treinamento ou em avaliações fisiológicas aplicadas em diversos momentos da periodização de atletas.

Enfatizando a PSE, Foster et al. (1996) foram os primeiros a sugerir essa ferramenta para a quantificação da carga interna de treinamento em atletas de alto

rendimento, multiplicando o tempo da sessão em minutos pela percepção do atleta frente à intensidades de exercício realizada.

Nos últimos anos esse método tem sido aplicado para o monitoramento de cargas de treinamento em diversas modalidades esportivas como futebol (IMPELLIZZERI et al., 2004), basquetebol (MOREIRA et al., 2010), natação (WALLACE, SLATTERY, COUTTS, 2009), ciclismo (RIETJENS et al., 2005) e tênis (COUTTS et al., 2010), mostrando-se uma opção bastante interessante, principalmente por ser um método não invasivo, de fácil aplicação e de baixo custo operacional, fatores esses de extrema relevância para a realidade do esporte competitivo.

Uma vez que a carga de treinamento tem um caráter psicofisiológico, o monitoramento de distúrbios psicológicos durante o processo de treinamento também se faz essencial. Especificamente no âmbito do esporte de alto rendimento, relações significativas entre aumento de cargas de treinamento e alterações no perfil de estados de humor têm sido observadas em atletas de diferentes modalidades esportivas (HALSON e JEUKENDRUP, 2004). Portanto, o monitoramento do perfil de estados de humor, associado à quantificação das cargas de treinamento, pode fornecer valiosas informações sobre o processo de treinamento esportivo, sobretudo na prevenção do excesso de treinamento.

Apesar da suma relevância dessa associação, são escassos na literatura, estudos verificando cargas de treinamento e perfil de estados de humor de maneira longitudinal durante o processo de treinamento na totalidade das modalidades esportivas, incluindo o ciclismo, um esporte de relevância e expressividade nacional e internacional.

Assim, os objetivos desse estudo foram monitorar as cargas de treinamento utilizando a PSE e verificar as alterações no perfil de estados de humor durante um macrociclo de 29 semanas de treinamento em ciclistas treinados.

MÉTODOS

Aspectos éticos

O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa das Faculdades Integradas Einstein de Limeira (protocolo nº 10-05/108), atendendo a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Após os esclarecimentos de todos os procedimentos metodológicos, os atletas com idade igual ou superior à 18 anos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), e, em sendo menores, o TCLE foi assinado por seu responsável legal.

Amostra

A amostra foi composta por oito ciclistas bem treinados, com idade 18 ± 2 anos; massa corporal $64,9 \pm 8,6$ Kg; estatura $174,7 \pm 10,1$ cm; e $10,7 \pm 1,5\%$ de gordura corporal, com tempo médio de seis anos de treinamento sistematizado. Todos os atletas estavam envolvidos em treinamentos regulares (entre sete e 10 sessões semanais) e participando de competições oficiais de nível nacional. Os ciclistas foram considerados como “bem treinados” conforme critérios sugeridos por Jeukendrup, Craig, Hawley (2000).

Desenho experimental do macrociclo de treinamento

O macrociclo de treinamento foi composto por 29 semanas, distribuídas em três períodos denominados de preparatório (9 semanas), competitivo 1 (9 semanas) e competitivo 2 (11 semanas) (figura 1). A aplicação do questionário para a

avaliação do perfil de estados de humor foi efetuada na primeira semana do período preparatório (linha de base) e posteriormente a cada 15 dias até o fim do macrociclo, enquanto as cargas de treinamento foram monitoradas diariamente ao final de cada sessão de treinamento, durante todo o macrociclo.

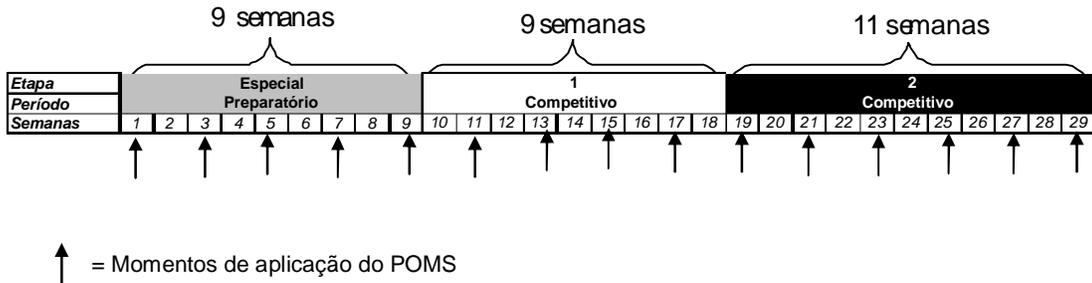


Figura 1. Macrociclo de treinamento monitorado.

Divisão e características dos períodos de treinamento

Os períodos de treinamento foram divididos pelo técnico dos atletas, baseado no calendário competitivo da temporada. Em relação às características do treinamento, as orientações eram fornecidas de modo geral à todos os atletas da equipe. No período preparatório, houve a orientação no sentido de elevação dos volumes do treinamento, sem fixação da intensidade do esforço (velocidade média em Km/h). Já para os períodos competitivos 1 e 2, houve a sugestão de manutenção de volume, com acréscimos da intensidade.

Monitoramento das cargas de treinamento individuais

Para a mensuração da carga global da sessão de treinamento (carga interna) foi utilizada a PSE seguindo a metodologia proposta por Foster (1998). Para tanto, de 20 a 30 minutos ao final de cada sessão de treino, os atletas, em posse da escala de PSE CR-10 modificada por Foster et al. (1996), indicavam um domínio de esforço

percebido variando em uma escala de 0 = repouso até 10 = esforço máximo. A partir do *score* apontado pelo atleta e do tempo total da sessão em minutos foi possível calcular os seguintes indicadores de carga interna: carga global da sessão (produto do *score* apontado pelo atleta pelo tempo da sessão em minutos); monotonia (médias das cargas divididas pelo desvio padrão) e o *strain* (produto da carga semanal pela monotonia). Em todos os casos os valores são expressos em unidades arbitrárias (UA). Os valores de carga global, monotonia e *strain* estão expressos em médias, determinadas dentro dos períodos avaliados.

Avaliação do Perfil de Estados de Humor

Para avaliação do Perfil de Estados de Humor foi utilizado o questionário *Profile of Mood States* (POMS) versão curta e adaptada por Vianna, Almeida, Santos (2001). A versão apresentada pelos autores é composta por 36 itens contendo cinco domínios negativos: Tensão (T), Depressão (D), Hostilidade (H), Fadiga (F) e Confusão (C) e um domínio positivo, Vigor (V); cada qual composto por seis itens. Este questionário apresenta ainda seis itens adicionais que compõem a Escala de Desajuste do Treino, instrumento complementar desenvolvido por Raglin e Morgan (1989). Por meio desse método é possível obter o índice de perturbação global de humor (IPGH), a partir da somatória das cinco escalas de sinal negativo (T + D + H + F + C), a subtração do resultado da escala de Vigor e a soma de uma constante de 100 para evitar um resultado global negativo.

A aplicação do questionário foi realizada a cada 15 dias durante o macrociclo avaliado. O preenchimento do instrumento foi efetuado individualmente, sempre no mesmo período do dia. Todos os atletas já possuíam conhecimento prévio sobre o preenchimento do questionário. Para a comparação do POMS durante o macrociclo os valores foram agrupados em quatro momentos: M0 (linha de base) = primeira

semana do período preparatório; M1 = média dos valores obtidos entre a segunda e nona semanas do período preparatório; M2 = média dos valores obtidos entre a 10ª e 18ª semanas do período competitivo 1 e M3 = média dos valores obtidos entre a 19ª e 29ª semanas do período competitivo 2.

Análise estatística

Os dados estão apresentados como média \pm erro padrão da média. Inicialmente, foi testada a normalidade dos dados por teste Shapiro Wilk's, posteriormente foi utilizada a ANOVA *one way* seguida pelo *post-hoc* Tukey, para a comparação da carga, monotonia, strain, perfil de estados de humor e percentuais de carga acumuladas nos diferentes momentos do macrociclo. Para as correlações entre domínios de estados de humor e carga de treinamento foi utilizado o teste de correlação de Pearson. O nível de significância adotado foi $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

Em relação às cargas de treinamento, monotonia e strain, não foram verificadas diferenças significantes entre os valores absolutos obtidos nos três períodos do macrociclo analisado, como explicitado na Tabela 1.

Tabela 1. Comparação das cargas médias, monotonia e strain obtidos nos diferentes períodos do macrociclo de treinamento.

Períodos	Carga (UA)	Monotonia (UA)	Strain (UA)
Preparatório	4899 \pm 371	1,8 \pm 0,1	9266 \pm 556
Competitivo 1	4111 \pm 227	1,7 \pm 0,1	7211 \pm 433
Competitivo 2	4883 \pm 552	2,0 \pm 0,2	10867 \pm 1792

UA = Unidades Arbitrárias , (\pm) Erro padrão da média

Na figura 2 estão expressas a dinâmica de distribuição semanal das cargas de treinamento, monotonia e strain em cada período durante o macrociclo. Os valores percentuais indicam o aumento médio de carga de treinamento dentro de cada período, sendo observado um aumento significativo no período preparatório.

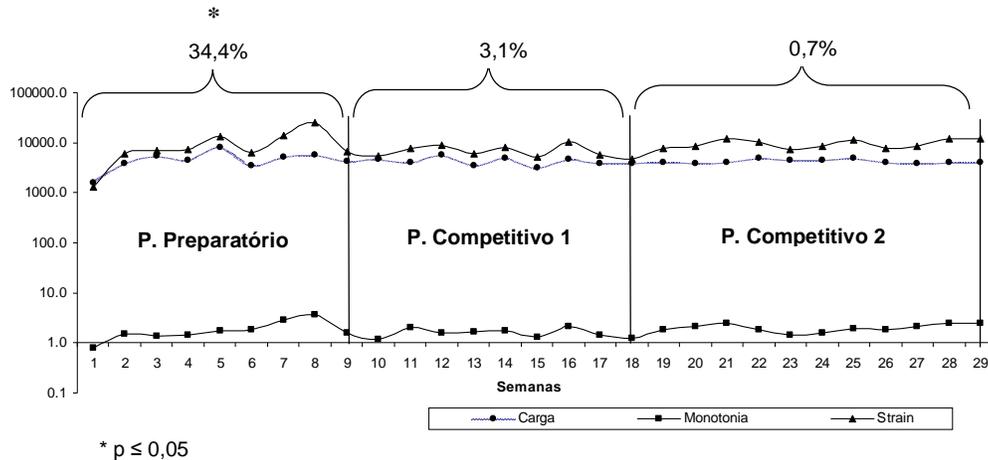


Figura 2. Dinâmica de distribuição das cargas de treinamento, monotonia e strain e alterações médias de carga de treinamento em cada período durante o macrociclo.

Em relação aos indicadores de perfil de estados de humor, também não foram encontradas diferenças significantes entre os domínios avaliados separadamente, bem como o IPGH em relação aos momentos M0, M1, M2 e M3 (figura 3). Entretanto, correlações positivas e significantes foram encontradas entre os domínios tensão e confusão e carga de treinamento no momento M1, respectivamente $r=0,76$ e $r=0,79$.

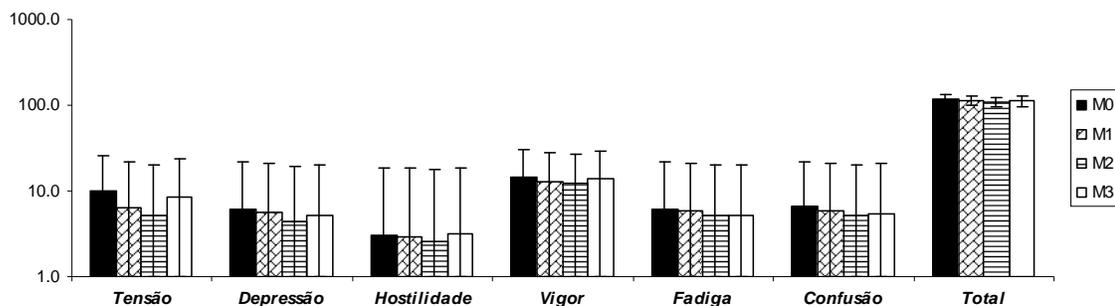


Figura 3. Comparação dos domínios de estados de humor entre os momentos M0, M1, M2 e M3.

DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo indicam não haver diferenças nos indicadores absolutos de carga interna (carga, monotonia e strain) entre os períodos avaliados durante o macrociclo de treinamento analisado. Do mesmo modo, grandes alterações percentuais desses indicadores ao longo das 29 semanas não foram visualizadas, exceto no período preparatório, onde o percentual de aumento de carga foi maior em relação aos outros, sobretudo nas cinco primeiras semanas. A elevação expressiva de carga nesse período pode ser justificada por suas características peculiares, no qual são executados maiores volumes de treinamento, com consequente impacto na carga global da sessão.

Segundo Matveev (1997) o período preparatório é caracterizado pela aquisição da forma esportiva do atleta e tem papel fundamental para a sustentação dessa forma nos períodos subsequentes, sendo nesse período, executados os maiores volumes de treinamento em comparação aos demais componentes do macrociclo. Nesse sentido, o que pode ser observado na figura 1 é uma estabilidade nos indicadores de carga interna durante o macrociclo, de modo mais pronunciado nos períodos competitivos, que pode ter ocorrido pela manutenção dos componentes de volume, intensidade ou ambos.

O comportamento das cargas de treinamento ao longo do macrociclo não está de acordo com as recomendações dos modelos de organização do treinamento, sejam eles tradicionais ou contemporâneos (ISSURIN, 2008). Ambos os modelos recomendam que durante o macrociclo de treinamento, sejam efetuadas alterações significativas de cargas em períodos específicos, a fim de alcançar o melhor rendimento esportivo em momentos desejados e programados.

Em parte, a estabilidade dos indicadores de carga interna de treinamento pode ser explicada pelo extenso período competitivo executado, em torno de 69%

de todo o macrociclo (20 semanas). Segundo Matveev (1997) e Platonov (2008) as recomendações temporais para o período competitivo dependem do modelo de macrociclo adotado (semestral ou anual) e também do nível de qualificação do atleta. Todavia, em linhas gerais, a sugestão é que esse período deve compreender de 10% a 30% do total de semanas do macrociclo.

No entanto, apesar das recomendações dos modelos teóricos do treinamento esportivo é importante ressaltar que diante das atuais exigências do esporte, sobretudo do extenso calendário competitivo, nem sempre é possível aplicá-las integralmente. Dessa forma, técnicos e treinadores devem procurar efetuar ajustes e adequações racionais na organização do treinamento que permitam suprir com eficiência, suas necessidades diante do calendário competitivo.

Assim como alterações fisiológicas, o exercício físico também pode provocar alterações emocionais agudas ou crônicas, negativas ou positivas, as quais dependem de diversos fatores (LAZARUS, 2000). Na esfera do treinamento esportivo, bastante atenção tem sido direcionada às alterações emocionais referentes ao estado de humor do atleta (SLIVKA et al., 2010).

A detecção dos estados de humor tem sido apontada como um dos marcadores de excesso de treinamento, conseqüentemente, podendo ser utilizada na sua prevenção. No entanto, a utilização desse marcador para a identificação do *overtraining* deve ser administrada com cautela, uma vez que sua causa é considerada multifatorial (MORGAN et al., 1987; HALSON e JEUKENDRUP, 2004).

No sentido do monitoramento dos estados de humor, um dos instrumentos mais utilizados no âmbito esportivo é o POMS. Por meio da aplicação desse questionário é possível calcular o índice de perturbação global de humor (IPGH) do atleta, além da análise individual de cada domínio e, com base nessas informações,

auxiliar no processo de monitoramento de seus parâmetros durante o processo de treinamento.

Morgan et al.(1987) utilizaram o POMS para identificar alterações de humor frente à aplicação de cargas de treinamento em nadadores e relataram que atletas e indivíduos ativos apresentam domínios de tensão, depressão, raiva, fadiga e confusão abaixo da média quando comparados à indivíduos controle e não ativos. Por outro lado, o vigor para atletas e indivíduos ativos parecer situar-se acima da média. Esse comportamento diversificado dos estados de humor foi denominado de perfil de *iceberg*. Nos estudos apresentados por Morgan et al. (1987) existiram altas correlações entre o aumento do volume de treinamento e alterações negativas dos estados de humor.

Em atletas com sintomas diagnosticados como possível *overtraining*, o perfil de *iceberg* parece se mostrar de forma inversa (HALSON e JEUKENDRUP, 2004).

Uma vez que o *overtraining* parece ser multifatorial, muitos trabalhos têm tentado relacionar, além de estados de humor, marcadores fisiológicos e bioquímicos para aumentar a sensibilidade na sua identificação (SLIVKA et al., 2010; HALSON et al., 2002), entretanto, ainda não há um consenso na literatura sobre quais indicadores são mais precisos ou podem atestar com maior eficácia o estado de *overtraining* (URHAUSEN e KINDERMANN, 2004).

Em relação aos indicadores de estados de humor apresentados, também não foram encontradas diferenças entre os momentos avaliados (figura 3). Entretanto, houve correlação positiva entre carga de treinamento e domínios de tensão e confusão no período preparatório, indicando a sensibilidade desses domínios ao aumento percentual das cargas de treinamento.

A relação desses domínios com a carga de treinamento em parte pode ter ocorrido pelo aumento dessas cargas dentro do período, sobretudo nas primeiras cinco semanas (~60%).

Alterações nos estados de humor após aumentos bruscos de carga de treinamento também tem sido reportados por outros estudos.

Halsen et al. (2002) avaliando ciclistas treinados, verificaram que após duas semanas de intensificação nas cargas de treinamento, aproximadamente 100% em relação a duas semanas anteriores de treinamento normal, foi suficiente para aumentar significativamente os domínios de tensão, confusão e fadiga, bem como IPGH dos atletas. Em estudo parecido Rietjens et al.(2005) após aumento de cargas de treinamento em ciclistas (~100%) por duas semanas, não encontrou alterações significativas do IPGH, entretanto, encontrou aumento significativo no domínio fadiga.

Mais recentemente, Slivka et al. (2010) não encontraram alterações no IPGH em ciclistas bem treinados submetidos a 21 dias de treinamento intenso, em contrapartida diminuição significativa foi verificada para o domínio vigor.

Todos os estudos mencionados (HALSON et al., 2002; RIETJENS et al., 2005; SLIVKA et al., 2010) utilizaram como instrumento de monitoramento de estados de humor o POMS, indicando sensibilidade para o objetivo proposto.

Alterações nos estados de humor após a intensificação de cargas de treinamento por períodos curtos também tem sido verificado em atletas de outras modalidades como remo (JURIMAE et al., 2004), canoagem (KENTA, HASSME, RAGLIN, 2006), corrida (LANE, 2001), rugby (GROBBELAAR et al., 2010) e natação (MORGAN et al., 1987).

Porém, grande parte dos estudos que relacionam cargas de treinamento e alterações em estados de humor, o fazem por períodos curtos de treinamento

(HALSON et al., 2002; RIETJENS et al., 2005; HASSME, RAGLIN, 2006; SLIVKA et al., 2010), o que não representa a realidade do esporte competitivo e nem da rotina de treinamento de atletas de alto rendimento.

Não foram visualizados na literatura, trabalhos cujo objetivo tenha sido avaliar as alterações nos estados de humor em ciclistas submetidos a períodos longos de treinamento, como foco do presente estudo, o que o torna relevante e de alta validade ecológica para o conhecimento dessa modalidade.

Dentre as limitações do estudo podemos citar o intervalo de aplicação do POMS (15 dias), já que muitos trabalhos que verificam a relação de carga de treinamento e estados de humor tem aplicado o POMS em intervalos de 3 a 7 dias (HALSON et al., 2002; RIETJENS et al., 2005; HASSME, RAGLIN, 2006; SLIVKA et al., 2010), o que poderia proporcionar uma maior sensibilidade às alterações de estados de humor. Porém, a aplicação do questionário com menores intervalos não foi possível, tanto em função da rotina de competições dos atletas, quanto pela magnitude (elevada duração) do macrociclo analisado.

CONCLUSÃO

Concluimos, portanto, que o modelo de organização do treinamento realizado durante o macrociclo não alterou significativamente os indicadores de carga interna e estados de humor entre os períodos de treinamento avaliados. Entretanto, os resultados apontam haver relação entre aumento percentual de carga de treinamento e alterações negativas nos estados de humor, sobretudo nos domínios tensão e confusão.

REFERÊNCIAS

BORIN JP, GOMES AC, LEITE GS. Preparação Desportiva: Aspectos do controle da carga de treinamento nos jogos coletivos. R da Educação Física/UEM 2007; 18:95-107.

COUTTS AJ, GOMES RV, VIVEIROS L, AOKI MS. Monitoring training loads in elite tennis. Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum 2010, 12:217-220.

DE LA ROSA AF, FARTO ER. Treinamento Desportivo: do ortodoxo ao contemporâneo. São Paulo: Phorte; 2007.

FOSTER C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. Med Sci Sports Exer 1998; 30:1164-1168.

FOSTER C, HECTOR L, WELSH R, SCHRAGER M, GREEN M, SNYDER AC. Effects of specific versus cross training on running performance. Eur J Appl Physiol 1995; 70:367-372.

GROBBELAAR HW, MALAN DDJ, STEIN BJM, ELLIS SM. Factors affecting the recovery-stress, burnout and mood state scores of elite student rugby players. South Afr J Res Sport Phys Educ Recreation 2010; 32:41-54.

HALSON SL, JEUKENDRUP AE. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. Sports Med 2004; 34:967-981.

HALSON SL, BRIDGE MW, MEEUSEN R, BUSSCHAERT B, GLEESON M, JONES DA, et al. Time course of performance changes and fatigue markers during intensified training in trained cyclists. J Appl Physiol 2002; 93:947-956.

IMPELLIZZERI FM, RAMPININI E, COUTTS AJ, SASSI A, MARCORA SM. Use of RPE-based training load in soccer. Med Sci Sports Exer 2004; 36:1042-1047.

ISSURIN VB. New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports Med* 2010; 40:189-206.

ISSURIN VB. Block periodization versus traditional training theory: a review. *J Sports Med Phys Fitness* 2008; 48:65-75.

JEUKENDRUP AE, CRAIG NP, HAWLWY JA. The bioenergetics of world class cycling. *J Sci Med Sport* 2000; 3:414-433.

JÜRIMÄE J, PURGE P, MÄESTU J, JÜRIMÄE T. Heavy training stress in male rowers: effects on circulatory responses and mood state profiles. *Kinesiology* 2004; 36:213-219.

KENTA R, HASSME P, RAGLIN J. Mood state monitoring of training and recovery in elite kayakers. *Eur J Sport Sci* 2006; 6:245-253.

LANE A. Relationships between perceptions of performance expectations and mood among distance runners: The moderating effect of depressed mood. *J Sci Med Sport* 2001; 4:116-128.

LAZARUS RS. How emotions influence performance in competitive sports. *Sport Psychol* 2000; 14:229-252.

MATVEEV LP. *Treino desportivo: metodologia e planejamento*. São Paulo: Phorte; 1997.

MORGAN WP, Brown DR, Raglin JS, O'Connor PJ. Psychological monitoring of overtraining and staleness. *Brit J Sports Med* 1987; 21:107-114.

MOREIRA A, NAKAMURA FY, CAVAZZONI PB, GOMES JH. O efeito da intensificação do treinamento na percepção de esforço da sessão e nas fontes e sintomas de estresse em jogadores jovens de basquetebol. *R da Educação Física/UEM* 2010; 21:287-296.

NAKAMURA FY, MOREIRA A, AOKI MS. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? R da Educação Física/UEM 2010; 21:01-11.

PLATONOV VN. Tratado geral de treinamento desportivo. São Paulo: Phorte; 2008.

RAGLIN JS, MORGAN WP. Development of a scale to measure training-induced distress. Med Sci Sports Exer 1989; 21 (suppl): S60.

RIETJENS GJWM, KUIPERS H, ADAM JJ, SARIS WH, VAN BREDA E, VAN HAMONT D et al. Physiological, biochemical and psychological markers of strenuous training-induced fatigue. Int J Sports Med 2005; 26:16-26.

SLIVKA DR, HAILES WS, CUDDY JS, RUBY BC. Effects of 21 days of intensified training on markers of overtraining. J Strength Cond Res 2010; 24:2604-2612.

URHAUSEN A, KINDERMANN W. Diagnosis of overtraining what tools do we have? Sports Med 2004; 32:95-102.

VIANA MF, ALMEIDA PL, SANTOS RC. Adaptação portuguesa da versão reduzida do Perfil de Estados de Humor-POMS. An Psicológica 2001;1:77-92.

WALLACE LK, SLATTERY KM, COUTTS AJ. The ecological validity application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. J Strength Cond Res 2009; 23:33-38.

5.2 ARTIGO 2

CARGA DE TREINAMENTO, SISTEMA IMUNE E INFEÇÃO DO TRATO RESPIRATÓRIO SUPERIOR DURANTE UM MACROCICLO DE TREINAMENTO EM CICLISTAS TREINADOS

TRAINING LOAD, IMMUNE SYSTEM AND UPPER RESPIRATORY TRACT INFECTION DURING A FULL TRAINING PERIOD IN TRAINED CYCLISTS

Homero Gustavo Ferrari

Faculdades Integradas Einstein de Limeira – Limeira (SP) – Brasil

Universidade Metodista de Piracicaba. Mestrado em Educação Física – Piracicaba –
São Paulo

Cláudio Alexandre Gobatto

Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Física – Campinas –
São Paulo

Fúlvia de Barros Manchado-Gobatto

Universidade Metodista de Piracicaba. Mestrado em Educação Física – Piracicaba –
São Paulo

RESUMO

Atualmente para atender a demanda do ciclismo de alto rendimento os atletas tem sido submetidos a altas cargas de treinamento, sobretudo por altos volumes, comportamento esse que pode aumentar a susceptibilidade para infecções oportunas, especialmente as ITRS. Dessa forma, os objetivos do presente estudo foram avaliar a IgA sérica, leucócitos e ITRS durante um macrociclo com carga monitorada, composto por 29 semanas de treinamento aplicado à ciclistas treinados. O macrociclo de treinamento foi dividido em três períodos, preparatório (9 semanas), competitivo 1 (9 semanas) e competitivo 2 (11 semanas). A amostra foi composta por oito ciclistas treinados, com idade 18 ± 2 anos; massa corporal $64,9 \pm 8,6$ Kg; estatura $174,7 \pm 10,1$ cm; e $10,7 \pm 1,5\%$ de gordura corporal, com tempo mínimo de 4 e máximo 12 anos de treinamento sistematizado. O monitoramento das cargas de treinamento foi feito diariamente utilizando a PSE, enquanto que o monitoramento de sintomas de ITRS foi realizado a cada 15 dias utilizando o questionário WURSS-44. A avaliação do sistema imune foi realizada pelo leucograma diferencial e dosagens de IgA sérica. Foram utilizados os testes estatísticos ANOVA one way e teste de correlação de Pearson, com significância fixada em $P < 0,05$. Nenhuma diferença significativa foi encontrada para carga de treinamento, leucograma diferencial e IgA entre os três períodos avaliados. Os sintomas de ITRS foram significativamente maiores no período preparatório, também foram encontradas correlações significantes entre sintomas de ITRS e strain. Os resultados do estudo nos permite concluir que o macrociclo de treinamento realizado não promoveu alterações significativas nos parâmetros imunológicos mensurados, entretanto alterou significativamente indicadores de ITRS que se correlacionou de maneira significativa com o strain.

Palavras chave: ciclismo, carga de treinamento, sistema imune, infecção do trato respiratório superior.

ABSTRACT

Currently, to meet the demands of high performance cycling athletes have been subjected to high training load, especially for high volumes, behavior that may increase susceptibility to opportunistic infections, especially the ITRS. Thus, the objectives of this study were to evaluate serum IgA, leukocytes and URTI during a macrocycle with load monitored with 29 weeks of training applied to the trained cyclists. The macrocycle was divided into three periods: preparatory (9 weeks), a competitive (9 weeks) and competitive 2 (11 weeks). The sample consisted of eight trained cyclists, aged 18 ± 2 years, body weight 64.9 ± 8.6 kg, height 174.7 ± 10.1 cm and $10.7 \pm 1.5\%$ body fat, with at least 4 and maximum 12 years of systematic training. The monitoring of training loads were made daily using the PSE, while the monitoring of symptoms of URTI was performed every 15 days using the questionnaire WURSS-44. The evaluation of the immune system was carried out by WBC differential and serum IgA. The statistical tests were ANOVA one-way and Pearson correlation test, with significance set at $P < 0.05$. No significant difference was found for training load, WBC differential and IgA among the three periods. Symptoms of URTI were significantly higher during the preparatory period, were also found significant correlations between symptoms of URTI and strain. The study results, we concluded that the macrocycle made no significant alterations in immune parameters measured, however changed significantly ITRS indicators that correlated significantly with the strain.

Keywords: cycling, training load, immune system, upper respiratory tract infection.

INTRODUÇÃO

Nos últimos 30 anos, o calendário competitivo de diversas modalidades esportivas, dentre elas o ciclismo, tem exigido dos atletas um aumento expressivo de participações em competições durante o ano, sobretudo dos atletas de elite (ISSURIN, 2008)

Para atender essa nova dinâmica do esporte, frequentemente atletas são submetidos a grandes exigências físicas e psicológicas impostas pelas cargas de treinamento (volume x intensidade), o que, em alguns casos pode proporcionar o *overreaching* e também *overtraining*, prejudicando drasticamente a *performance* desses atletas e elevando a possibilidade de lesões (HALSON e JEUKENDRUP, 2004).

É bem estabelecido na literatura que o exercício físico pode modular de maneira positiva ou negativa a função imune, dependendo do tipo, duração e intensidade do exercício (NIEMAN, 1994; GLEESON, 2007).

Exercícios prolongados de intensidade moderada para alta realizado por algumas horas, como geralmente acontece em competições e treinamentos no ciclismo de estrada, podem causar temporariamente diminuição da função imune e aumento da suscetibilidade de infecções do trato respiratório superior (ITRS) (SCHARHAG et al., 2005).

Muitas pesquisas têm demonstrado aumento da ITRS após aumento das cargas de treinamento (FAHLMAN e ENGELS, 2005) ou cargas de exercícios de longa duração, como maratonas e ultramaratonas (EKBLUM et al., 2006; NIEMAN et al., 2006).

Apesar do sistema imune funcionar de maneira bastante complexa no combate a infecções, o aumento da incidência das ITRS em atletas tem sido significativamente relacionada à diminuição das concentrações da imunoglobulina A

(IgA) (SCHARHAG et al., 2005; EKBLÖM, EKBLÖM, MALM, 2006; NIEMAN et al., 2006; NEVILLE et al., 2008).

A IgA é dividida em duas classes denominadas secretora e sérica. A IgA secretora é a classe de imunoglobulina mais abundante nas secreções corporais como saliva, lágrima, colostro e muco, enquanto a IgA sérica é a segunda mais abundante no soro humano (MALE et al., 2006). A IgA salivar é considerada a primeira linha de defesa do hospedeiro contra patógenos que invadam a superfície das mucosas, contribuindo para a imunidade local e impedindo a aderência microbiana, neutralização de enzimas, toxinas e vírus (MALE et al., 2006). Por conta disso, a IgA salivar tem sido muito investigada em estudos relacionando exercício e ITRS em atletas (EKBLÖM et al., 2006; NIEMAN et al., 2006).

A IgA sérica, juntamente com outras imunoglobulinas, atuam na imunidade sistêmica após a entrada do patógeno no organismo, podendo assim, também estar relacionada com ITRS (LEMAN, 2010). Entretanto, poucos estudos tem avaliado a resposta da IgA sérica frente ao exercício e a sua relação com a ITRS em atletas ainda não foi investigada.

Além disso, é importante ressaltar que tais respostas fisiológicas ocorrem de acordo com as cargas de treinamento impostas ao atleta, o que, em muitos estudos, também não é monitorada. Esse descontrole impossibilita a obtenção de resultados concretos acerca dos treinamentos esportivos realizados

Dessa forma, os objetivos do presente estudo foram avaliar a IgA sérica, leucócitos e ITRS durante um macrociclo com carga monitorada, composto por 29 semanas de treinamento aplicado à ciclistas treinados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

A amostra foi composta por oito ciclistas bem treinados, com idade 18 ± 2 anos; massa corporal $64,9 \pm 8,6$ Kg; estatura $174,7 \pm 10,1$ cm; e $10,7 \pm 1,5\%$ de gordura corporal, com tempo médio de seis anos de treinamento sistematizado. Todos os atletas estavam envolvidos em treinamentos regulares (entre sete e 10 sessões semanais) e participando de competições oficiais de nível regional e nacional. Os ciclistas foram considerados como “bem treinados” conforme critérios sugeridos por Jeukendrup, Craig, Hawley (2000). O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa das Faculdades Integradas Einstein de Limeira (protocolo nº 10-05/108),

Desenho experimental do estudo

O macrociclo de treinamento foi composto de três períodos: preparatório (1^a a 9^a semanas), competitivo 1 (10^a a 18^a semanas) e competitivo 2 (19^a a 29^a semanas). Coletas de sangue para mensuração da IgA sérica e contagem de leucócitos foram realizadas na 1^a semana (linha de base), 10^a, 19^a e 29^a semanas do macrociclo, enquanto os sintomas de ITRS foram avaliados a cada 15 dias durante todo o macrociclo (Fig. 1). As cargas de treinamento foram mensuradas diariamente entre 20 e 30 minutos ao final de cada sessão de treino.

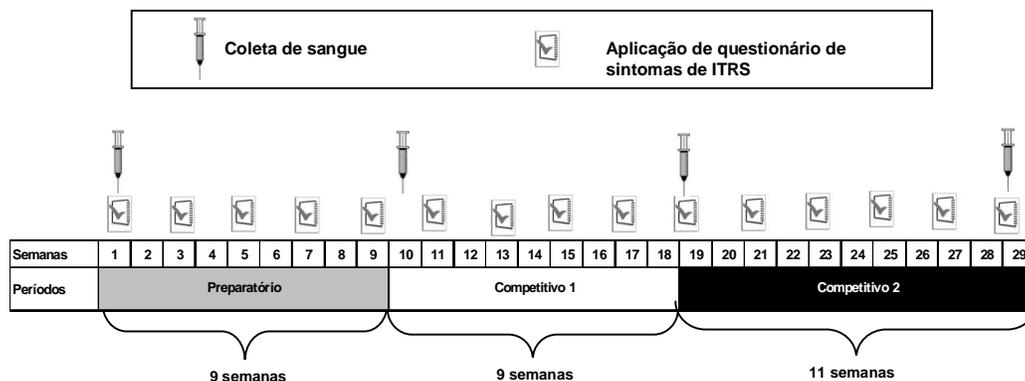


Figura.1. Esquema do desenho experimental do estudo.

Divisão e características dos períodos de treinamento

Os períodos de treinamento foram divididos pelo técnico dos atletas, baseado no calendário competitivo da temporada. Em relação às características do treinamento, as orientações eram fornecidas de modo geral a todos os atletas da equipe. No período preparatório, houve a orientação no sentido de elevação dos volumes do treinamento, sem fixação da intensidade do esforço (velocidade média em Km/h). Já para os períodos competitivos 1 e 2, houve a sugestão de manutenção de volume, com acréscimos da intensidade.

Coleta de sangue para dosagens efetuadas

Todas as coletas de sangue ocorreram no período da manhã, entre 8:00 e 9:00 horas após desjejum leve (~400 Kcal) e pelo menos 24 horas de intervalo entre a última sessão de treinamento ou competição. O sangue foi coletado por punção venosa na posição sentada (após 10-15 minutos em repouso) utilizando a técnica de extração a vácuo. Para a análise da IgA sérica, 8 ml de sangue foram coletados em tubos K3EDTA com gel separador (BD Vacutainer, New Jersey, USA). O soro foi separado por centrifugação a 4000 rpm por cinco minutos e posteriormente estocados em freezer a -80C até as dosagens. Para os leucócitos foram coletados 4 ml de sangue em tubo seco K2EDTA (BD Vacutainer, New Jersey, USA)

Determinação da IgA sérica e leucócitos

A IgA sérica foi mensurada pela técnica de Nefelometria utilizando, para tanto, um equipamento Nephelometer II (Dade Behring - USA) com reagentes e calibradores fornecidos pelo próprio fabricante. O leucograma diferencial para contagem de leucócitos totais e suas subpopulações (neutrófilos, linfócitos, monócitos, basófilos e eusínófilos) foi realizado após duas horas das coletas de

sangue, utilizando um equipamento de contagem automática ADVIA120 Hematology System (Bayer, Pittsburg, USA).

Sintomas de ITRS

Os sintomas de ITRS foram monitorados pelo questionário *Wisconsin Upper Respiratory Symptom Survey-44* (WURSS-44) (BARRETT et al., 2002). O WURSS-44 inclui 32 sintomas relacionados a infecções respiratórias. A severidade de cada sintoma possui uma escala de intensidade de 1 a 7, da seguinte forma: 1 (muito levemente), 3 (levemente), 5 (moderadamente) e 7 (severamente). Quando os sintomas não eram experimentados, foi atribuído o valor 0. O score total de sintomas foi calculado pela somatória de todos os valores atribuídos. O questionário foi aplicado a cada 15 dias, individualmente em local tranquilo. Todos os avaliados já possuíam o conhecimento prévio acerca do questionário.

Monitoramento das cargas de treinamento individuais

Para a mensuração da carga global da sessão de treinamento (carga interna) foi utilizada a PSE seguindo a metodologia proposta por Foster (1998). Para tanto, de 20 a 30 minutos ao final de cada sessão de treino, os atletas, em posse da escala de PSE CR-10 modificada por Foster et al. (1996), indicavam um domínio de esforço percebido, variando em uma escala de 0 = repouso até 10 = esforço máximo. A partir do score apontado pelo atleta e do tempo total da sessão em minutos, foi possível calcular os seguintes indicadores de carga interna: carga global da sessão (produto do score apontado pelo atleta pelo tempo da sessão em minutos); monotonia (médias das cargas divididas pelo desvio padrão) e o *strain* (produto da carga semanal pela monotonia). Em todos os casos, os valores são expressos em unidades arbitrárias (UA). Os valores de carga global, monotonia e *strain* estão

expressos em médias e erro padrão da média determinadas dentro dos períodos avaliados.

Análise estatística

Os dados estão apresentados como média \pm erro padrão da média. Inicialmente, foi testada a normalidade dos dados por teste Shapiro Wilk's, posteriormente foi utilizada a ANOVA *one way*, seguida pelo *post-hoc* Tukey, para a comparação da carga, monotonia, strain, IgA sérica e sintomas de ITRS nos diferentes momentos do macrociclo. Para as correlações entre as variáveis foi utilizado o teste de correlação de Pearson. O nível de significância adotado foi $P \leq 0,05$. Para todas as análises foi utilizado o pacote estatístico Statistica versão 7.0 (Statistica, Tulsa, USA).

RESULTADOS

Carga de treinamento

Nenhuma diferença foi observada para carga, monotonia, strain e volume entre os três períodos do macrociclo de treinamento (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação das medias semanais de carga, monotonia, strain e volume entre os três períodos de treinamento. Carga, monotonia e strain, estão expressos em unidades arbitrárias (UA) e o volume em quilômetros (Km).

Períodos	Preparatorio	Competitivo 1	Competitivo 2
Carga (UA)	4670 \pm 584	4251 \pm 268	4231 \pm 129
Monotonia (UA)	1.9 \pm 0.3	1.6 \pm 0.1	2.0 \pm 0.1
Strain (UA)	9633 \pm 2267	6898 \pm 656	9501 \pm 563
Volume (km)	364 \pm 40	352 \pm 21	342 \pm 6.7

A figura 1 apresenta o comportamento do volume semanal, PSE e carga durante as 29 semanas de treinamento e competições. Os resultados indicam

maiores coeficientes de variação (CV) para as três variáveis no período preparatório em relação aos períodos competitivos 1 e 2.

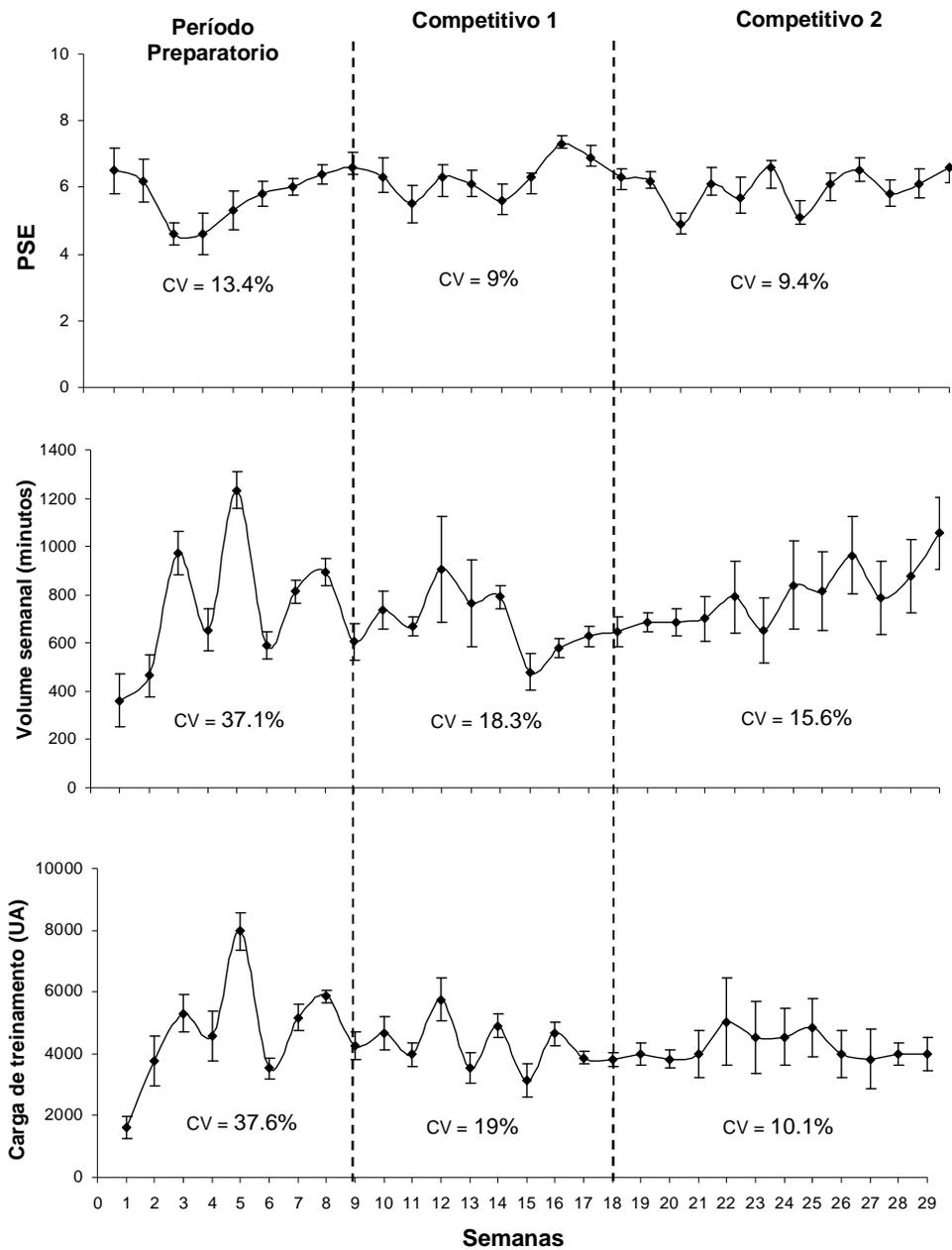


Figura 2. PSE, volume semanal e carga de treinamento durante o macrociclo. CV= coeficiente de variação em cada período.

Sistema imunológico

Nenhuma diferença foi observada na contagem de leucócitos (LEU) e concentração de IgA sérica entre os momentos avaliados durante o macrociclo de treinamento (Tabela 2). Todos os valores de LEU estão dentro dos valores de referência para idade e sexo (MALE et al., 2006), entretanto, a IgA sérica encontra-se abaixo do esperado (BERTH et al., 1999).

Tabela 2. Leucograma diferencial e IgA sérica nos diferentes momentos avaliados durante o macrociclo.

Leucograma diferencial	Linha de base	10ª semana	19ª semana	29ª semana
Leucócitos totais ($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	5.47 \pm 0.36	6.01 \pm 0.46	6.27 \pm 0.65	6.29 \pm 0.72
Linfócitos ($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	1.97 \pm 0.13	2.18 \pm 0.13	2.21 \pm 0.17	2.35 \pm 0.18
Monócitos ($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	0.57 \pm 0.06	0.50 \pm 0.05	0.50 \pm 0.07	0.43 \pm 0.06
Neutrófilos ($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	2.73 \pm 0.26	3.07 \pm 0.35	3.25 \pm 0.55	3.23 \pm 0.53
Eosinófilos ($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	0.21 \pm 0.06	0.26 \pm 0.05	0.30 \pm 0.05	0.27 \pm 0.07
Basófilos ($\times 10^9 \cdot L^{-1}$)	0.01 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00	0.00 \pm 0.00
IgA sérica ($g \cdot L^{-1}$)	1.16 \pm 0.10	1.01 \pm 0.10	1.12 \pm 0.07	1.10 \pm 0.09

A concentração de IgA sérica foi significativamente menor que os valores de referência (Figura 1) e encontra-se 47,9% abaixo dos valores médios para idade e sexo. O CV individual foi de 4,2%, enquanto que entre os sujeitos foi de 15,2%. Nenhuma correlação significativa foi obtida entre os parâmetros imunológicos e parâmetros de carga de treinamento.

Figura 3. Comparação dos valores das concentrações médias de IgA sérica dos atletas, avaliadas nos quatro momentos do macrociclo, com os valores de referência para idade e sexo. * Diferença significativa em relação aos valores de referência ($P \leq 0.01$). Os valores estão representados por média e intervalo de confiança (95%).

Sintomas de ITRS

O score total obtido pelo WURSS-44 foi significativamente maior no período preparatório, em relação a linha de base e períodos competitivo 1 e 2, enquanto a quantidade total de sintomas foi superior apenas no período competitivo 1, quando comparado à linha de base. O número de sintomas de ITRS relativo por semana não foi diferente entre os períodos preparatório, competitivo 1 e 2 (tabela 3).

Tabela 3. Variáveis obtidas através do questionário WURSS-44.

WURSS-44 scores	Linha de base	Período preparatório	Período Competitivo 1	Período Competitivo 2
Score total	7.8 ± 3.2	32 ± 8.5*	12.8 ± 4	14.1 ± 4
Total de sintomas	3.5 ± 1.2	13.1 ± 2.7 [#]	6 ± 1.4	7.6 ± 2.7
Sintomas por semana	=====	1.5 ± 0.3	0.7 ± 0.2	0.9 ± 0.3

* Significativamente diferente em relação a linha de base, período competitivo 1 e competitivo 2.

[#] Significativamente diferente em relação a linha de base e período competitivo 1.

Correlações significativas foram obtidas entre score total ($r=0.72$, $P<0.05$) e total de sintomas de ITRS ($r=0.73$, $P<0.05$) com *strain* no período preparatório. Correlação significativa também foi encontrada entre score total e *strain* no período competitivo 2 ($r=0.72$, $P<0.05$).

DISCUSSÃO

Carga de treinamento

Nenhuma diferença significativa foi encontrada nos indicadores de carga de treinamento (carga, monotonia, *strain* e volume) entre as fases do treinamento avaliado (tabela 1). A figura 1 mostra o comportamento da PSE, volume em minutos e carga durante 29 semanas de treinamento. Os maiores CV para os três indicadores ocorreram na fase preparatória com menores variações nas fases competitivas.

Esses resultados indicam certa estabilidade das cargas de treinamento durante o macrociclo de treinamento, sobretudo nas fases competitivas.

Em parte, a estabilidade dos indicadores de carga interna de treinamento pode ser explicada pelo curto período preparatório e extenso período competitivo executados, respectivamente 31% e 69% de todo o período. Curtos períodos de preparação e longos de competição, não permitem que as cargas de treinamento sofram grandes variações, sobretudo em função do reduzido tempo dedicado à recuperação dos atletas. Contudo, o menor tempo dedicado ao período preparatório e maior ao período competitivo tem sido observado em muitas modalidades esportivas, em função da exigência do esporte atual objetivando o elevado rendimento, o qual, nos últimos anos, apresentou modificações drásticas no calendário competitivo, como é o caso do ciclismo de estrada, foco do presente estudo.

Segundo Platonov (2008) atletas profissionais de ciclismo têm cumprido atualmente volumes em torno de 20.000 Km em competições durante o ano, o que representa mais da metade do volume anual total. Os dias de competição aumentaram de 35 a 45 na década de 80 (ISSURIN, 2008) para 88-112 dias por ano atualmente em ciclistas profissionais (JEUKENDRUP, CRAIG, HAWLEY, 2000).

Dessa forma, técnicos, treinadores e atletas devem procurar efetuar ajustes e adequações racionais na organização do treinamento que permitam suprir com eficiência, suas necessidades diante do calendário competitivo.

Sistema imunológico

Os valores de leucograma diferencial estão dentro das referências para indivíduos normais (MALE et al., 2006) e nenhuma diferença significativa foi encontrada na contagem total de células brancas do sangue durante o macrociclo.

É bem estabelecido que o exercício possa modular o sistema imune dependendo do tipo, duração e intensidade (NIEMAN, 1994). Uma única sessão de exercícios de alta intensidade ou longa duração pode causar supressão temporária no sistema imune, causada por alterações na contagem de células brancas do sangue, bem como suas funções, que tendem a voltar aos valores normais pré-exercício entre 3 e 24 horas (GLEESON, 2007). Muitos desses efeitos agudos na função imune são atribuídos a alterações neuroendócrinas, em especial a liberação de hormônios do stress, como catecolaminas e corticosteróides, que conhecidamente são moduladores do sistema imune (GLEESON, 2007). Por outro lado, alterações crônicas na contagem de células brancas do sangue não têm sido observadas em atletas submetidos a diferentes períodos de treinamento, como em 20 dias (MASHIKO et al., 2004), seis semanas (COUTTS, WALLACE, SLATTERY, 2007) e sete meses (GLEESON et al., 1995). Em adição, também não se tem

verificado diferenças na contagem de células brancas do sangue entre atletas e não atletas (NIEMAN et al., 2000).

Em relação às concentrações de IgA sérica também não foram observadas diferenças significantes durante o macrociclo de treinamento, entretanto, os valores encontram-se 47,9% abaixo dos valores de referência para idade e sexo (BERTH et al., 1999). Poucos estudos têm avaliado as respostas agudas e crônicas de IgA sérica em atletas, contudo, ela parece não alterar significativamente em resposta ao exercício (GLEESON, 2006). Alterações agudas de IgA sérica em atletas não tem sido observadas após exercícios máximos de curta duração (KARACABEY et al., 2005) e nem em exercícios intensos de longa duração como ultramaratona (MCKUNE et al., 2005). Da mesma forma, vários estudos não tem encontrado alterações crônicas significativas na IgA sérica após diferentes períodos de treinamento em atletas, como por exemplo 20 dias (MASHIKO et al., 2004), quatro meses (CÓRDOVA et al., 2010) e 12 meses (PETIBOIS, CAZORLA, DÉLÉRIS, 2003). Em contrapartida, Gleeson et al. (1995) detectaram aumento significativo de 4,4% na IgA sérica em nadadores de elite após sete meses de treinamento. Outros estudos também têm apontado para o aumento na IgA sérica em indivíduos sedentários, submetidos ao treinamento aeróbio moderado (NEHLSSEN-CANNARELLA et al., 1991; MARTINS et al., 2009).

A baixa concentração de IgA sérica verificada no presente estudo durante todo o período de treinamento (29 semanas), pode indicar uma imunossupressão crônica nesses atletas. Corroborando com esses achados, outros estudos também têm verificado valores de IgA sérica muito abaixo dos valores de referência em atletas envolvidos em rotinas de treinamento intenso por longos períodos (GLEESON et al., 1995; PETIBOIS, CAZORLA, DÉLÉRIS, 2003; MCKUNE et al., 2005).

As imunoglobulinas também parecem ser sensíveis a períodos curtos de cargas de exercício intensos. McKune et al. (2005) verificaram redução significativa nas concentrações séricas de IgA, IgG e IgM e de IgA salivar, em ciclistas profissionais após 10 dias consecutivos de competição durante a Volta da Espanha. Isso indica que as Igs séricas e IgA salivar parecem ser sensíveis ao acúmulo de cargas de exercício de alta intensidade. Em adição, parece também que o tempo de recuperação entre um dia e outro de competição não foi suficiente para restabelecer o sistema imune de maneira satisfatória.

Possíveis explicações para a supressão crônica das imunoglobulinas, sobretudo a IgA sérica, podem estar relacionadas ao acúmulo de cargas de treinamento ocasionadas por vários anos de treinamento intensos e ininterruptos realizados por atletas de elite, levando a diminuição gradativa das Igs (GLEESON et al., 1995). Pois atletas de rendimento geralmente treinam dois períodos por dia com intervalos entre uma sessão e outra que pode variar normalmente entre 4 e 16 horas, essa condição pode não ser suficiente para restabelecer as funções do sistema imune após sessões de treinamento intensas, podendo levar a imunossupressão crônica.

Assim como acontece com as alterações agudas no sistema imune, o sistema neuroendócrino também pode estar associado às alterações crônicas, atuando, por exemplo, na quantidade de liberação de hormônios do stress durante o exercício, bem como o número e sensibilidade de seus receptores, alterando várias funções imunes entre elas a síntese de Ig (MACKINNON, 2000).

Entretanto, os mecanismos envolvidos na modulação das imunoglobulinas séricas e salivar frente ao exercício e a relação dessas com a ITRs ainda não estão bem elucidados na literatura.

Sintomas de ITRS

Uma das grandes limitações do presente estudo e também de outros é a utilização de questionários auto relatados de sintomas relacionados à ITRS e a sua relação com a doença clinicamente confirmada. Sintomas auto relatados podem gerar resultados falsos positivos, uma vez que alguns deles como dor de garganta, corrimento nasal, congestão, febre e outros, também podem estar relacionados com alergias, inalação de poluentes atmosféricos e inflamação das vias aéreas (SPENCE et al., 2007). No entanto, a utilização de questionários auto relatados pode ser interessante dentro da prática do treinamento, servindo como uma ferramenta a mais para técnicos e treinadores na sinalização de uma possível ITRS.

Vários estudos têm indicado evidências científicas de que atletas envolvidos em rotinas intensas de treinamento e competições são mais suscetíveis a infecções oportunistas, sobretudo as ITRS (NIEMAN, 1994; EKBLUM et al., 2006; GLEESON, 2007; NEVILLE, GLEESON, FOLLAND, 2008). A relação entre intensidade do exercício e ITRS foi proposta por Nieman (1994) sob a forma de “J”. De acordo com essa hipótese, a prática regular de exercícios moderados resulta em um efeito protetor contra ITRS, enquanto que a prática regular de exercícios intensos, como acontece em atletas estariam relacionados a um aumento no número de ITRS. Recentemente, Spence et al. (2007) confirmaram o modelo de “J” avaliando a incidência de ITRS e a sintomatologia da doença em grupos de atletas de elite, atletas recreacionais e sedentários durante cinco meses.

Apesar de o sistema imune funcionar de maneira bastante complexa no combate a infecções, o aumento da incidência das ITRS em atletas tem sido altamente relacionada à diminuição das concentrações da imunoglobulina A (IgA), especialmente a secretora (salivar) (NIEMAN et al., 2006; NEVILLE, GLEESON,

FOLLAND, 2008). Entretanto, recentemente essa relação não foi confirmada em maratonistas (PETERS, SHAIK, KLEINVELDT, 2010)

Entretanto, poucos estudos tem avaliado a resposta da IgA sérica frente ao exercício, e a sua relação com a ITRS em atletas submetidos a longo período de treinamento, a princípio ainda não foi investigada.

Os resultados obtidos pelo questionário WURSS-44 indicaram maior score total e também maior quantidade de sintomas relatados no período preparatório. Apesar da média dos indicadores de carga de treinamento (carga global, monotonia e strain) não terem sido diferentes entre os períodos avaliados, as três maiores cargas e volumes de treinamento semanais de todo o macrociclo ocorreram no período preparatório, fato que pode ter contribuído para o maior score total e também maior quantidade de sintomas relatados nesse período. Novas, Rowbottom, Jenkins (2003) verificaram durante 12 semanas de treinamentos e competições em tenistas femininas que maiores incidências de sintomas de ITRS ocorreram em semanas de maior carga e volume de treinamento.

Correlações

Nenhuma correlação significativa foi encontrada entre parâmetros imunológicos e indicadores de carga de treinamento (carga global, monotonia e *strain*). Por outro lado, correlações significativas foram encontradas entre sintomas de ITRS e strain nos períodos preparatório e competitivo 2. Esses resultados corroboram com os achados de Foster (1998) que verificou em atletas de elite que 89% das doenças relatadas durante o estudo, pôde ser explicadas pelo aumento precedente de 59% do *strain* acima do limiar individual. Recentemente, Neville, Gleeson, Folland (2008) avaliando 38 velejadores de elite monitorados durante 50 semanas de treinamento e competições, não encontraram correlação significativa

entre carga de treinamento e ITRS. Entretanto, vale destacar que a metodologia para a quantificação da carga de treinamento foram diferentes entre os estudos.

De acordo com os resultados obtidos, sugere-se que o macrociclo de treinamento realizado não promoveu alterações significativas nos parâmetros imunológicos mensurados, entretanto alterou significativamente indicadores de ITRS que se correlacionou de maneira significativa com o *strain*.

REFERÊNCIAS

BARRETT B, LOCKEN K, MABERRY R, SCHWAMMAN J, BROWN R, BOBULA J, STAUFFACHER EA. The Wisconsin Upper Respiratory Symptom Survey (WURSS): a new research instrument for assessing the common cold. *J Fam Pract.* 2002; 51:265.

BERTH M, DELANGHE J, LANGLOIS M, DE BUYZERE M. Reference values of serum IgA subclasses in caucasian adults by immunonephelometry. *Clin Chem* 1999; 45:309-10.

BORG, G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982; 14:377-381.

CÓRDOVA A, SUREDA A, TUR JA, PONS A. Immune response to exercise in elite sportsmen during the competitive season. *J Physiol Biochem* 2010; 66:1-6.

COUTTS AJ, WALLACE LK, SLATTERY KM. Monitoring changes in performance, physiology, biochemistry, and psychology during overreaching and recovery in triathletes. *Int J Sports Med* 2007; 28:125-34.

EKBLOM B, EKBLOM O, MALM C. Infectious episodes before and after a marathon race. *Scand J Med Sci Sports* 2006; 16: 287–293.

FAHLMAN MM, ENGELS HJ. Mucosal IgA and URTI in American college football players: a year longitudinal study. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37:374–380.

FOSTER C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Med Sci Sports Exer* 1998; 30:1164-1168.

FOSTER C, HECTOR L, WELSH R, SCHRAGER M, GREEN M, SNYDER AC. Effects of specific versus cross training on running performance. *Eur J Appl Physiol* 1996; 70:367-372.

GLEESON M. Immune function in sport and exercise. *J Appl Physiol*. 2007; 103:693-9.

GLEESON M, MCDONALD WA, CRIPPS AW, PYNE DB, CLANCY RL, FRICKER PA. The effect on immunity of long-term intensive training in elite swimmers. *Clin Exp Immunol* 1995; 102:210-6.

GLEESON M. Immune system adaptation in elite athletes. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2006; 9:659-65.

HALSON SL, JEUKENDRUP AE. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. *Sports Med* 2004; 34:967-981.

ISSURIN VB. Block periodization versus traditional training theory: a review. *J Sports Med Phys Fitness* 2008; 48:65-75.

JAFARZADEH A, SADEGHI M, KARAMGA,VAZIRINEJAD R. Salivary IgA and IgE levels in healthy subjects: relation to age and gender. *Braz Oral Res* 2010; 24:21-27.

JEUKENDRUP AE, CRAIG NP, HAWLEY JA. The bioenergetics of world class cycling. *J Sci Med Sport* 2000; 3:414-433.

KARACABEY K, SAYGIN O, OZMERDIVENLI R, ZORBA E, GODEKMERDAN A, BULUT V. The effects of exercise on the immune system and stress hormones in sportswomen. *Neuro Endocrinol Lett* 2005; 26:361-6.

LEMAN Y. Selective IgA Deficiency. *J Clin Immunol* 2010; 30:10–16.

MALE D, BROSTOFF J, ROTH D, ROITTI. *Immunology*. 7Th Edition: Elsevier, 2006.

MARTINS RA, CUNHA MR, NEVES AP, MARTINS M, TEIXEIRA-VERÍSSIMO M, TEIXEIRA AM. Effects of aerobic conditioning on salivary IgA and plasma IgA, IgG and IgM in older men and women. *Int J Sports Med* 2009; 30:906-12.

MASHIKO T, UMEDA T, NAKAJI S, SUGAWARA K. Effects of exercise on the physical condition of college rugby players during summer training camp. *Br J Sports Med* 2004; 38:186-90.

MCKUNE AJ, SMITH LL, SEMPLE SJ, WADEE AA. Influence of ultra-endurance exercise on immunoglobulin isotypes and subclasses. *Br J Sports Med* 2005; 39:665-70.

MCKUNE AJ, SMITH LL, SEMPLE SJ, WADEE AA, FICKL H, VILLA JG, GÓMEZ-GALLEGO F, SAN JUAN AF, LUCIA A. Changes in mucosal and humoral atopic-related markers and immunoglobulins in elite cyclists participating in the Vuelta a España. *Int J Sports Med* 2006; 27:560-6.

NEHLSSEN-CANNARELLA SL, NIEMAN DC, BALK-LAMBERTON AJ, MARKOFF PA, CHRITTON DB, GUSEWITCH G, LEE JW. The effects of moderate exercise training on immune response. *Med Sci Sports Exerc* 1991; 23:64-70.

NEVILLE V, GLEESON M, FOLLAND JP. Salivary IgA as a Risk Factor for Upper Respiratory Infections in Elite Professional Athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2008, 40:1228-1236.

NIEMAN DC. Exercise, infection and immunity. *Int J Sports Med* 1994;15:S131–S141.

NIEMAN DC, HENSON DA, DUMKE CL, LIND RH, SHOOTER LR, GROSS SJ. Relationship between salivary IgA secretion and upper respiratory tract infection following a 160-km race. *J Sports Med Phys Fitness* 2006; 46:158-62.

NIEMAN DC, NEHLSSEN-CANNARELLA SL, FAGOAGA OR, HENSON DA, SHANNON M, HJERTMAN JM, SCHMITT RL, BOLTON MR, AUSTIN MD, SCHILLING BK, THORPE R. Immune function in female elite rowers and non-athletes. *Br J Sports Med* 2000; 34:181-7.

NIEMAN DC. Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: exercise effects on systemic immunity. *Immunol Cell Biol* 2000;78:496-501.

PETIBOIS C, CAZORLA G, DÉLÉRIS G. The biological and metabolic adaptations to 12 months training in elite rowers. *Int J Sports Med* 2003; 24:36-42.

PLATONOV VN. Tratado geral de treinamento desportivo. São Paulo: Phorte; 2008.

SCHARHAG J, MEYER T, H H W GABRIEL, B SCHLICK, O FAUDE, W KINDERMANN. Does prolonged cycling of moderate intensity affect immune cell function? *Br J Sports Med* 2005; 39:171–177.

SPENCE L, BROWN WJ, PYNE DB, NISSEN MD, SLOOTS TP, MCCORMACK JG, LOCKE AS, FRICKER PA. Incidence, etiology, and symptomatology of upper respiratory illness in elite athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39:577-86.

5.3 ARTIGO 3

CARGA DE TREINAMENTO, DESEMPENHO E PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS DURANTE UM MACROCICLO DE TREINAMENTO EM CICLISTAS BEM TREINADOS

Homero Gustavo Ferrari

Faculdades Integradas Einstein de Limeira – Limeira (SP) – Brasil

Universidade Metodista de Piracicaba. Mestrado em Educação Física – Piracicaba –
São Paulo

Cláudio Alexandre Gobatto

Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas – Limeira –
São Paulo

Fúlvia de Barros Manchado-Gobatto

Universidade Metodista de Piracicaba. Mestrado em Educação Física – Piracicaba –
São Paulo

RESUMO

Os objetivos do presente estudo foram verificar as alterações de carga de treinamento, limiar anaeróbio, potência anaeróbia, desempenho e parâmetros hematológicos em diferentes momentos dentro de uma temporada competitiva em ciclistas bem treinados, bem como as relações existentes entre todas as variáveis avaliadas. A amostra foi composta por oito ciclistas bem treinados, com idade 18 ± 2 anos e tempo médio de sete anos de treinamento sistematizado. O macrociclo de treinamento e competições foi composto por 29 semanas, distribuídas em três períodos denominados de preparatório (9 semanas), primeiro período competitivo (9 semanas) e segundo período competitivo (11 semanas). Os testes laboratoriais (Wingate e Lactato mínimo) e de campo (Contra relógio de 15Km (CR-15)) foram realizados nos momentos LB (semana 0), M1 (10ª semana), M2 (19ª semana) e M3 (29ª semana). A intensidade do treinamento foi monitorada diariamente por meio da percepção subjetiva de esforço (PSE) e velocidade média de treinamento (VT). A carga diária foi quantificada pelo produto da PSE pelo volume da sessão (min). Os parâmetros hematológicos avaliados foram no presente estudo foram: eritrócitos totais (ERI), hemoglobina (Hb), hematócrito (Hct) e volume corpuscular médio (VCM). As análises estatísticas de todos os resultados foram executadas com auxílio do pacote *Statística*, versão 7.0 (Statística, Tulsa, USA) e, em todas as análises, o nível de significância adotado foi $p < 0,05$. Por serem detectados dados normais (Shapiro-Wilks) foi utilizada uma ANOVA *one way* para medidas repetidas, seguida pelo *post-hoc* de Tukey, para a comparação de variáveis de aeróbias, anaeróbia e de desempenho (potência anaeróbia, Lan e CR-15) e de treinamento (carga, monotonia, strain, PSE, volume e velocidade média de treinamento) entre os momentos do macrociclo de treinamento. Os parâmetros hematológicos foram analisados por teste de Friedman. Adotou-se a o produto-momento de Pearson para correlacionar os parâmetros de desempenho, treinamento e hematológicos. Os parâmetros de carga de treinamento não se alteraram durante o macrociclo, com exceção da intensidade. Foram verificados aumentos significantes na potência anaeróbia do M1 e M2 em relação a LB; de Lan do M1, M2 e M3 em relação a LB e de desempenho do M2 e M3 em relação a LB. Não foram observadas alterações significantes em ERI e Hb, entre os momentos avaliados. Em contrapartida, alterações foram obtidas em Hct em todos os momentos quando comparados à LB. De modo similar, o VCM de todos os momentos foi diferente da LB. Os resultados obtidos nos permitem concluir que: a) os indicadores de intensidade (PSE e VT) aumentaram significativamente no período competitivo, entretanto, sem modificações nos indicadores de carga de treinamento; b) o Lan, potência anaeróbia, desempenho e parâmetros hematológicos (Hct e VCM) aumentam significativamente no período competitivo em relação ao período preparatório; c) as correlações obtidas entre as variáveis apontam significantes relações entre intensidade de treinamento com desempenho e parâmetros hematológicos.

Palavras-chave: carga de treinamento, percepção subjetiva de esforço, desempenho, parâmetros hematológicos, ciclistas.

ABSTRACT

The aims of this study were to verify the changes in training load, anaerobic threshold, anaerobic power, performance and hematological parameters at different times within a competitive season in well-trained cyclists, as well as the relationships between all variables. The sample was composed of eight well-trained cyclists aged 18 ± 2 years and mean duration of seven years of systematic training. The macrocycle of training and competition consisted of 29 weeks, divided into three periods called preparatory (9 weeks), the first competitive period (9 weeks) and second competitive period (11 weeks). Laboratory tests (Wingate and Lactate Minimum) and field (Time trail 15 km (CR-15)) were performed in moments LB (week 0), M1 (10 weeks), M2 (19 weeks) and M3 (29 weeks). Training intensity was monitored daily through the rating perception of exertion (RPE) and average speed training (VT). The daily load was quantified by the product of the RPE by the volume of the session (min). Haematological parameters were evaluated in this study were: total erythrocytes (ERI), hemoglobin (Hb), hematocrit (Hct) and mean corpuscular volume (MCV). Statistical analysis of all results were performed with the aid package Statistica, version 7.0 (Statistica, Tulsa, USA) and in all tests, the level of significance was $p < 0.05$. Because they are detected normal data (Shapiro-Wilks) was used a one-way ANOVA for repeated measures followed by post hoc Tukey for comparison variables of aerobic and anaerobic performance (anaerobic power, LAN and CR-15) and training (load, monotony, strain, PSE, volume and average speed training) between the moments of macro-cycle. Haematological parameters were analyzed by Friedman test. We adopted the Pearson product-moment correlation to the parameters of performance, training and hematological. The parameters of the training load did not change during the macrocycle, with the exception of intensity. Significant increases were observed in anaerobic power of M1 and M2 in relation to LB; Lan M1, M2 and M3 in relation to LB and performance of M2 and M3 over LB. There were no significant changes in Hb and ERI, between the times evaluated. In contrast, changes in Hct were obtained at all times when compared to LB. Similarly, the MCV of all times was different from LB. The results obtained allow us to conclude that: a) the intensity indicators (RPE, and ST) increased significantly in the competitive period, however, no changes in indicators of training load, b) Lan, anaerobic power, performance and haematological parameters (Hct and MCV) significantly increase the competitive period in relation to the preparatory period, c) the correlations obtained between the variables show significant relationships between training intensity on performance and blood parameters.

Keywords: training load, rating perceived exertion, performance, hematologic parameters, cyclists.

INTRODUÇÃO

O principal objetivo do treinamento no esporte de alto rendimento é o aumento do desempenho durante as competições, que é determinado por fatores fisiológicos, psicológicos, biomecânicos, nutricionais, dentre outros (PLATONOV, 2008). No entanto, o treinamento físico parece ser o principal fator relacionado ao desempenho, pois está diretamente relacionado com as alterações morfo-funcionais decorrentes de processos crônicos por ele induzidos (GOMES, 2002).

Para que as alterações morfo-funcionais decorrentes do processo de treinamento sejam potencializadas, é necessário o estabelecimento de boa relação entre carga de treinamento aplicada (interação entre volume e intensidade) e períodos de recuperação adequados, obtendo assim o fenômeno da supercompensação (ISSURIN, 2010). Em contrapartida, uma falha nesse processo, em alguns casos pode levar o atleta ao estado de excesso de treinamento conhecido como *overreaching* e/ou *overtraining*, estando esses associados a alterações negativas em variáveis fisiológicas, psicológicas, imunológicas e bioquímicas, prejudicando o desempenho e aumentando a possibilidade de lesões (HALSON E JEUKENDRUP, 2004).

Dessa forma, para que os efeitos indesejados do treinamento não ocorram e o desempenho possa ser favorecido, a organização e distribuição racional das cargas de treinamento ao longo da temporada de competições são fundamentais, sobretudo quando o objetivo é atingir o melhor desempenho em momentos específicos (PLATONOV, 2008).

Um dos grandes problemas do treinamento esportivo atual é o aumento do calendário competitivo, o que acaba dificultando a organização do processo de treinamento.

No ciclismo, entre as décadas de 80 e 90, houve um aumento expressivo nos dias de competição, com média variando de 35 para 112s (JEUKENDRUP, CRAIG,

HAWLEY, 2000) com um volume de treinamento anual em torno de 30.000 à 35.000 km (FARIA, PARKER, FARIA, 2005). Segundo Platonov (2008) atletas profissionais de ciclismo têm cumprido atualmente volumes em torno de 20.000 km em competições durante o ano, o que representa mais da metade do volume anual total.

Diante do extenso calendário competitivo e altos volumes realizados por ciclistas de alto rendimento, o monitoramento das cargas de treinamento e o acompanhamento das alterações de desempenho, juntamente com indicadores de saúde ao longo da temporada competitiva se faz importante, no sentido da prevenção do excesso de treinamento e também do entendimento de respostas adaptativas frente ao treinamento. Estudos em ciclistas de alto rendimento têm encontrado alterações em variáveis fisiológicas (SASSI et al., 2008), de desempenho (HOPKER et al., 2009), hematológicas (MØRKEBERG et al., 2009) e composição corporal (WHITE et al., 1982) durante a temporada de competições. Entretanto, esses estudos não tem observado a interrelação entre esses parâmetros, o que seria bastante interessante. Estudos envolvendo quantificação de cargas de treinamento, desempenho, alterações hematológicas e suas correlações em ciclistas durante temporada competitiva não foram encontrados na literatura.

Dessa forma, os objetivos da presente investigação foram verificar as alterações de carga de treinamento, limiar anaeróbio, potência anaeróbia, desempenho e parâmetros hematológicos em diferentes momentos, dentro de uma temporada competitiva de ciclistas bem treinados, observando ainda as possíveis relações existentes entre todas as variáveis avaliadas.

MATERIAS E MÉTODOS

Aspectos éticos

O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa das Faculdades Integradas Einstein de Limeira (protocolo nº 10-05/108), atendendo a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Após os esclarecimentos de todos os procedimentos metodológicos, os atletas com idade igual ou superior à 18 anos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), e, em sendo menor de idade, o TCLE foi assinado por seu responsável legal.

Amostra

A amostra foi composta por oito ciclistas bem treinados, com idade 18 ± 2 anos; massa corporal $64,9 \pm 8,6$ Kg; estatura $174,7 \pm 10,1$ cm; e $10,7 \pm 1,5\%$ de gordura corporal, com tempo médio de seis anos de treinamento sistematizado. Todos os atletas estavam envolvidos em treinamentos regulares (entre sete e 10 sessões semanais) e participando de competições oficiais de nível regional e nacional. Os ciclistas foram considerados como “bem treinados” conforme critérios sugeridos por Jeukendrup, Craig, Hawley (2000).

Desenho experimental

Macro ciclo de treinamento

O macro ciclo de treinamento e competições foi composto por 29 semanas, distribuídas em três períodos denominados de preparatório (P) (9 semanas com cinco dias de competição), competitivo um (C1) (9 semanas com 13 dias de competição) e competitivo dois (C2) (11 semanas com 23 dias de competição). O macro ciclo foi iniciado após o período de transição que foi composto por aproximadamente quatro semanas, onde os atletas relataram terem diminuído

drasticamente o treinamento. A primeira semana do macrociclo foi denominada de linha de base (LB), a 10ª semana de momento um (M1), a 19ª semana de momento dois (M2) e a 29ª semana de momento três (M3). Os testes de laboratório (Wingate e Lactato mínimo) e em campo (contra relógio de 15Km (CR-15)) foram realizados nos momentos: LB, M1, M2 e M3. A intensidade do treinamento foi monitorada diariamente por meio da PSE após 30 minutos de cada sessão, durante todo o macrociclo. O volume da sessão também foi registrado, o que possibilitou a determinação da carga diária individual.

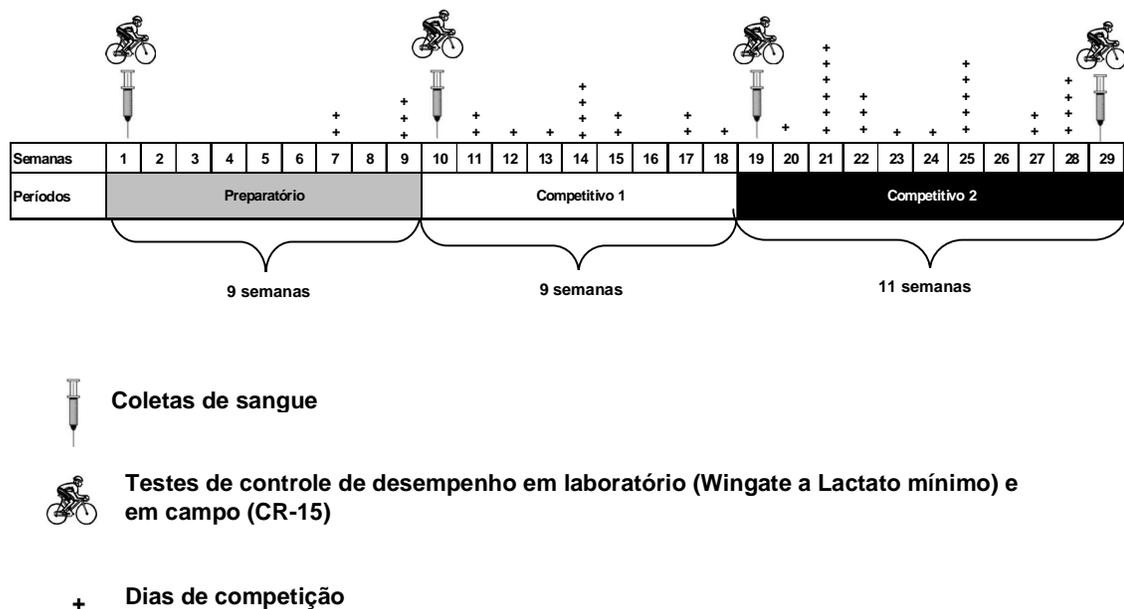


Figura 1. Desenho experimental do macrociclo.

Divisão e características dos períodos de treinamento

O presente estudo foi realizado durante uma temporada real de competições e treinamentos e em nenhum momento o estudo influenciou no treinamento dos atletas. Os períodos de treinamento foram divididos pelo técnico dos atletas, baseado no calendário competitivo da temporada. Em relação às características do

treinamento, as orientações eram fornecidas de modo geral à todos os atletas da equipe, sem prescrições individuais. No período P, houve a orientação no sentido de elevação dos volumes do treinamento, sem fixação da intensidade do esforço (velocidade média em Km/h). Já para os períodos C1 e C2, houve a sugestão de manutenção de volume, com acréscimos da intensidade.

Monitoramento das cargas de treinamento individuais

Para a mensuração da carga da sessão de treinamento (carga interna) foi utilizada a metodologia proposta por Foster (1998). Para tanto, de 20 a 30 minutos ao final de cada sessão de treino, os atletas em posse da escala de PSE CR-10 de Borg (1998) modificada por Foster et al. (1996), indicavam um domínio de esforço percebido variando em uma escala de 0 = repouso até 10 = esforço máximo. A partir do *score* apontado pelo atleta e do tempo total da sessão em minutos foi possível calcular os seguintes indicadores de carga interna: carga da sessão (produto do *score* apontado pelo atleta pelo tempo da sessão em minutos); monotonia (médias das cargas divididas pelo desvio padrão) e o *strain* (produto da carga semanal pela monotonia). Em todos os casos os valores são expressos em unidades arbitrárias (UA). Em adição, além da PSE a velocidade média do treinamento (VT) também foi utilizada como indicador de intensidade da sessão. A PSE e a VT foram divididas em três níveis de intensidade, sendo para a PSE de 1 a 4, 5 a 6 e 7 a 10, esses níveis de intensidade segundo Seiler e Kjerland (2006) correspondem, respectivamente, ao primeiro limiar ventilatório (LV1), entre LV1 e segundo limiar ventilatório (LV2) e acima do LV2. A VT foi dividida em intensidades relativas à velocidade média de competição (VC), respectivamente entre 50 a 74,9%, 75 a 84,9% e acima de 85%. A VC foi determinada pela média de 11 competições com distâncias variando entre 50 e 80 Km realizadas nos períodos C1 e C2.

Parâmetros hematológicos (hemograma completo)

Todas as coletas de sangue para o hemograma ocorreram no período da manhã, entre 8:00 e 9:00 horas após jejum leve (~400 kcal) e após pelo menos 24 horas de intervalo entre a última sessão de treinamento ou competição. O sangue foi coletado por venopunção, na posição sentada (após 10-15 minutos em repouso), utilizando a técnica de extração a vácuo. Para tanto foram coletados 4 ml de sangue em tubo seco K2EDTA (BD Vacutainer[®], New Jersey, USA). O hemograma foi realizado após duas horas das coletas de sangue, utilizando um equipamento de contagem automática ADVIA120 Hematology System[®] (Bayer, Pittsburg, USA). A partir do hemograma os seguintes indicadores hematológicos foram utilizados: eritrócitos totais (ERI), hemoglobina (Hb), hematócrito (Hct) e volume corpuscular médio (VCM).

Testes em laboratório

Os testes em laboratório foram realizados sempre no mesmo período do dia e pelo menos 48 horas após a última sessão de treinamento ou competição. Os testes foram realizados em cicloergômetro da marca CEFISE, modelo Biotec[®] 2100 (CEFISE, Nova Odessa, Brasil). Antes e durante os testes os participantes foram instruídos a consumir somente água.

Potência anaeróbia

Para a avaliação da potência anaeróbia foi utilizado o teste de Wingate. Antes do teste, os avaliados realizaram um aquecimento padronizado de cinco minutos, com carga equivalente a 25 Watts (W), em cadência de 70 a 80 rpm. Após o aquecimento, os participantes permaneceram em repouso durante cinco minutos e

posteriormente iniciou-se o teste de 30 segundos, em máxima intensidade possível. A carga utilizada para o teste foi equivalente a $0,075 \text{ kp.kg}^{-1}$ de massa corporal (BAR-OR, 1987). Em todo o momento do teste, os atletas foram incentivados verbalmente.

Limiar anaeróbio (Lan)

Para a avaliação do Lan utilizou-se o teste de Lactato Mínimo (Lacmin), iniciado pela indução a hiperlactacidemia por intermédio do teste de Wingate. Após o teste de Wingate os participantes permaneceram em repouso durante oito minutos e, posteriormente, foi iniciado um teste incremental no cicloergômetro, composto por seis estágios com duração de três minutos, com pausa de 15 segundos entre os estágios para coleta de sangue capilarizado. O primeiro estágio iniciou-se com uma carga equivalente a 40W, acrescido de implementos de 40W nos estágios subsequentes. O ritmo de pedalada adotado durante o teste foi de 80 rpm. Para obtenção da curva lactacidêmica após a indução à hiperlactacidemia e ao longo do procedimento progressivo, foram extraídos 25 μ L de sangue do lóbulo da orelha dos avaliados, no 8º da recuperação entre o teste de Wingate e o protocolo progressivo, e ainda logo após cada estágio do teste incremental.

Com os resultados lactacidêmico, foi possível plotar a curva intensidade vs. concentração de lactato sanguíneo para identificação da carga referente ao Lacmin que foi adotada como Lan. Além da inspeção visual, também foi aplicada função polinomial de segundo grau para o ajuste matemático da resposta do lactato sanguíneo.

Coleta de sangue e dosagem do lactato sanguíneo

As amostras de sangue para dosagem do lactato sanguíneo foram efetuadas do lóbulo da orelha, utilizando capilares heparinizados e calibradas. Após a coleta, o sangue foi imediatamente transferido para tubos de microcentrífuga contendo 400µl de ácido tricloroacético 4% (TCA 4%) para a desproteinização do sangue. Na sequência, os tubos foram agitados e centrifugados, para a retirada de 100µl do sobrenadante, que foi transferido para tubos de ensaio, no qual foi adicionado 500µl de reativo preparado a base de Estoque de glicina / EDTA 50mL e Hidrazina Hidrato 1,2mL, 100mg de NAD (Beta-Nicotinamide Dinucleotide SIGMA) e 150µL de LDH (L-Lactic Dehydrogenase bovine heart – 1000 units/mL SIGMA) a pH 8,85. As amostras foram agitadas e incubadas durante 20 em banho-Maria, mantido a 37°C. A concentração de lactato foi mensurada em espectrofotômetro a 340nm, contra a curva de calibração (ENGEL e JONES, 1978).

Testes de controle de desempenho em campo

Para o monitoramento do desempenho em campo foi adotado o teste contra relógio de 15 Km (CR-15), que foi realizado em uma rodovia com característica plana. Essa distância foi adotada porque compreende a distância realizada em contra relógios das provas de estrada nacionais, que variam de 10 Km a 30 Km. O percurso foi dividido em dois trechos de 7,5 Km em sentidos opostos, a fim de minimizar as interferências do vento. Antes do início do protocolo foi permitido um aquecimento de 10 a 15 min, em intensidade leve e, após o aquecimento, os atletas permaneceram cinco minutos em repouso. Para que a especificidade fosse mantida, o teste contra relógio foi realizado com os próprios equipamentos de treinamento e competições dos atletas, tais como bicicleta, vestimenta e equipamentos de proteção. Antes e durante o teste, os avaliados foram instruídos a consumir somente água.

Análise estatística

As análises estatísticas de todos os resultados foram executadas com auxílio do pacote estatístico *Statistica*, versão 7.0 (Statistica, Tulsa, USA) e, em todas as análises, o nível de significância adotado foi $p < 0,05$. Todos os dados inicialmente foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilks, para verificar a normalidade. Uma ANOVA *one way* para medidas repetidas, seguida pelo *post-hoc* de Tukey, foi utilizada para a comparação de variáveis de desempenho (potência anaeróbia, Lan e CR-15) e de treinamento (carga, monotonia, strain, PSE, volume e velocidade média de treinamento) entre os momentos do macrociclo de treinamento, enquanto para os parâmetros hematológicos foi utilizado o teste de Friedman. Para as correlações entre as variáveis de desempenho, treinamento e hematológicas o teste de correlação de Pearson foi utilizado.

RESULTADOS

A figura 2 mostra o comportamento das variáveis de treinamento obtidas durante o macrociclo. Os valores expressos são os valores acumulados entre os períodos de treinamento. Não foram encontradas diferenças significativas para carga, monotonia, strain e volume. Entretanto, valores significativamente maiores foram encontrados para PSE e VT do M1 »M2 em relação LB »M1 e M2 »M3.

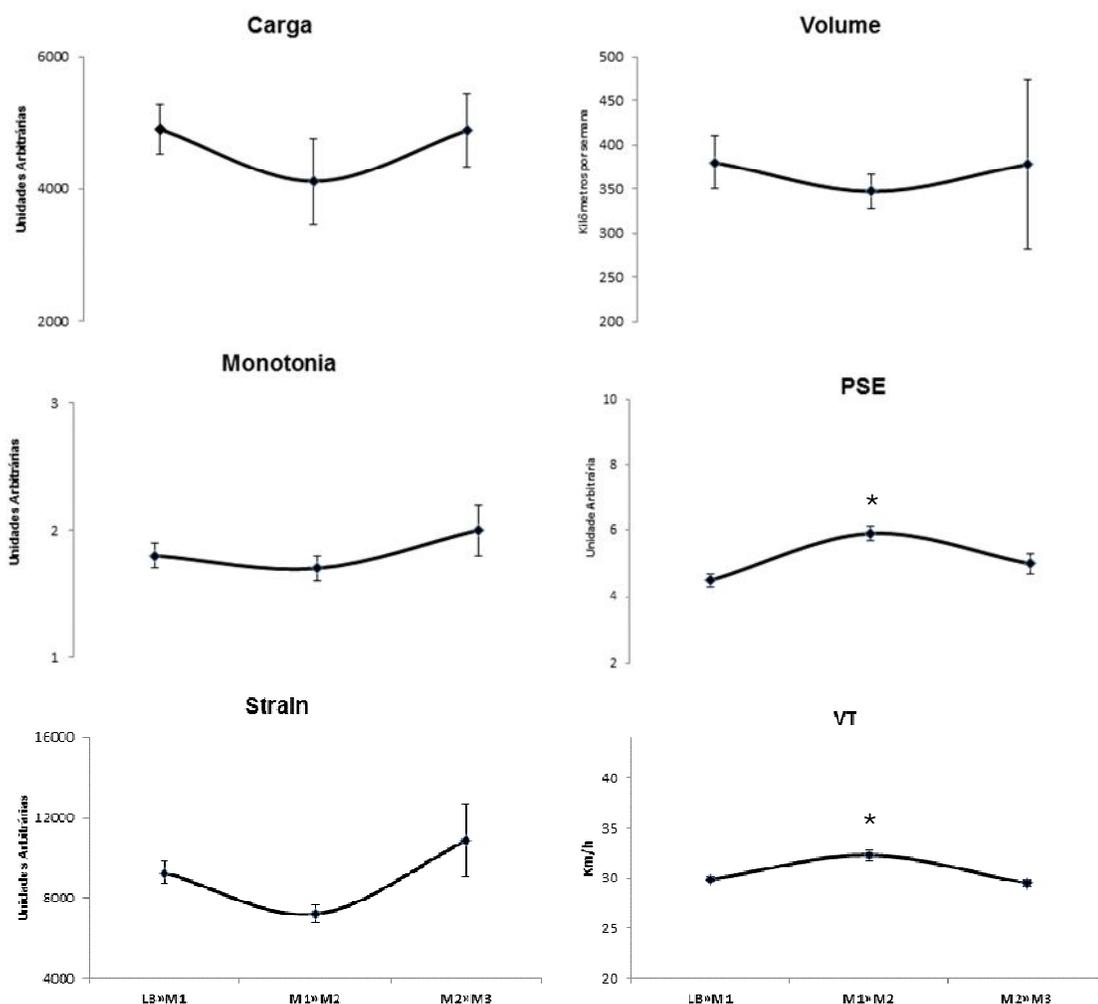


Figura 2. Comparação dos indicadores de carga, monotonia, strain, volume, percepção subjetiva de esforço (PSE) e velocidade média de treinamento (VT) acumulados entre os momentos LB»M1, M1»M2 e M2»M3. * Diferença significativa ($p < 0,05$) em relação LB»M1 e M2»M3.

A figura 3 representa graficamente a distribuição relativa das intensidades quantificadas pela PSE e VT executadas durante os três momentos do macrociclo. Nota-se que no M1»M2 analisando o comportamento da PSE ocorre uma diminuição significativa da intensidade 1 a 4 e aumento da 7 a 10 em relação a LB»M1, enquanto que no M2»M3 ocorre um aumento da intensidade 1 a 4 e 5 a 6 e diminuição da intensidade 7 a 10. Em relação a VT no M1»M2 ocorre redução significativa da velocidade referente a 50 a 74,9% e aumento significativo nas

intensidades referentes a 75 a 84,9% e >85% em relação a LB»M1, enquanto que no M2»M3 ocorre aumento da velocidade 50 a 74,9%, redução da 75 a 84,9% e manutenção da >85%.

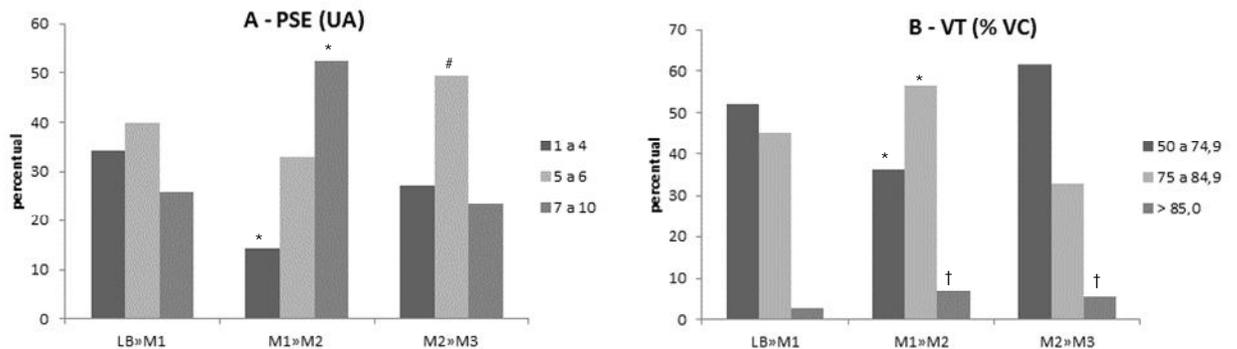


Figura 3. Gráfico A – distribuição relativa da intensidade quantificada através da PSE entre os momentos do macrociclo. Gráfico B - distribuição relativa da intensidade quantificada através da VT entre os momentos do macrociclo. *Diferença significativa ($p < 0,05$) em relação LB»M1 e M2»M3. #Diferença significativa ($p < 0,05$) em relação LB»M1 e M1»M2. † Diferença significativa ($p < 0,05$) em relação LB»M1.

Os resultados demonstrados pela tabela 1 indicam aumentos significativos na potência relativa do M1 e M2 em relação a LB, e do lactato pico do M1, M2 e M3 em relação a LB. Em adição também foram encontrados maiores valores de Lan do M1, M2 e M3 em relação a LB e de desempenho do M2 e M3 em relação a LB.

Tabela 1. Comparação dos valores de parâmetros anaeróbios (Potência), aeróbio (Lan) e desempenho (CR-15) entre os momentos avaliados.

	LB	M1	M2	M3
Parâmetros anaeróbios				
Potência máx. (W)	607 ± 40	731 ± 56	783 ± 62	744 ± 56
Potência méd. (W)	480 ± 33	520 ± 33	557 ± 35	547 ± 32
Potência rel. (W/Kg)	9,8 ± 0,2	11,8 ± 0,6*	11,9 ± 0,6*	11,3 ± 0,4
Lactato pico (mM)	5,9 ± 0,2	8,5 ± 0,5*	9,5 ± 0,4*	8,0 ± 0,6*
Parâmetro aeróbio				
Limiar anaeróbio (W)	162 ± 10	181 ± 11*	191 ± 12*	191 ± 9,0*
Desempenho				
CR-15 (Km/h)	39,1 ± 0,4	39,6 ± 0,4	41,1 ± 0,5*	40,1 ± 0,4*

*Diferença significativa ($p < 0,05$) em relação a LB.

Em relação aos parâmetros hematológicos não foram verificadas alterações significativas em ERI e Hb entre os momentos avaliados, em contrapartida, alterações significativas foram encontradas em Hct do M1, M2 e M3 em relação a LB e M2 em relação a M1, e de VCM do M1, M2 e M3 em relação a LB e de M2 e M3 em relação a M1.

Tabela 2. Comparação dos valores de parâmetros hematológicos, eritrócitos (ERI), hemoglobina (Hb), hematócrito (Hct) e volume corpuscular médio (VCM) entre os momentos avaliados.

	LB	M1	M2	M3
ERI ($\times 10^{12} \cdot L^{-1}$)	5,0 ± 0,2	5,0 ± 0,1	5,1 ± 0,2	5,0 ± 0,3
Hb (g/dL)	15,6 ± 0,3	15,8 ± 0,3	16,0 ± 0,6	15,7 ± 0,7
Hct (%)	43,1 ± 0,6	45,1 ± 0,7*	47,7 ± 1,8*#	47,0 ± 2,2*
VCM (fL)	87,1 ± 2,9	89,3 ± 2,3*	93,5 ± 2,7*#	94,4 ± 2,8*#

* Diferença significativa ($p < 0,05$) em relação a LB. # Diferença significativa ($p < 0,05$) em relação a M1.

Também foram encontradas correlações significativas entre as variáveis em todos os momentos avaliados, quais sejam: LB (CR-15 e Lan com potência anaeróbia, e Lan com VCM); M1 (CR-15 com Lan e HCT, e Lan com carga e HCT e VCM com carga e

volume); M2 (CR-15 com potência anaeróbia, Lan e VMT, Lan com potência anaeróbia e VMT, ERI e carga, VCM e strain) e M3 (CR-15 com potência anaeróbia, Lan e VMT; Lan com potência anaeróbia e VCM e CR-15).

Tabela 3. Correlações obtidas entre parâmetros aeróbio, anaeróbio, desempenho, parâmetros hematológicos e indicadores de treinamento nos momentos avaliados.

			Correlações*			
Variáveis			LB	M1	M2	M3
CR-15	X	Lan	===	0,92	0,94	0,84
CR-15	X	Pmáx	===	===	0,72	0,73
CR-15	X	Pméd	0,75	===	0,80	===
Lan	X	Pmáx	0,98	===	===	0,82
Lan	X	Pméd	0,92	===	0,76	0,79
Lan	X	Prel	0,77	===	===	===
Lan	X	Carga	===	0,73	===	===
VT	X	CR-15	===	===	0,76	0,70
VT	X	Lan	===	===	0,70	===
ERI	X	Carga	===	===	0,80	===
HCT	X	CR-15	===	0,90	===	===
HCT	X	Lan	===	0,95	===	===
VCM	X	CR-15	===	===	===	0,75
VCM	X	Lan	0,81	===	===	===
VCM	X	Carga	===	0,70	===	===
VCM	X	Volume	===	0,69	===	===
VCM	X	Strain	===	===	0,72	===

Lan, limiar anaeróbio; CR-15, desempenho; Pmáx, potência máxima; Pmed, potência média; Prel, potência relativa; VT, velocidade média de treinamento; ERI, eritrócitos; HCT, hematócrito e VCM, volume corpuscular médio. *Somente estão apresentadas as correlações significativas encontradas ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

No esporte de alto rendimento uma das dificuldades encontradas em relação ao treinamento é a quantificação das cargas de treinamento. Algumas metodologias têm sido propostas para a mensuração da carga de treinamento no esporte como o método *Training Impulse* (TRIMP), pela resposta da FC (BANISTER E CALVERT, 1980) e a PSE da sessão proposta por Foster et al. (1996) e Foster (1998). Tanto o

TRIMP como a PSE da sessão tem sido estudadas em alguns esportes como natação (WALLACE et al., 2009), ciclismo (RODRÍGUEZ-MARROYO et al., 2011) e futebol (IMPELLIZZERI et al., 2004). Entretanto, a PSE tem sido apontada como uma metodologia mais aplicável no esporte pela fácil aplicação e boa validade ecológica (WALLACE et al., 2009). Não foram encontrados na literatura estudos que monitorassem cargas de treinamento em ciclistas durante longos períodos de treinamento dentro de uma temporada, alguns estudos tem monitorado a carga de exercício em ciclistas profissionais durante competições, sobretudo, utilizando a resposta da FC (RODRÍGUEZ-MARROYO et al., 2011; RODRÍGUEZ-MARROYO et al., 2011a; RODRÍGUEZ-MARROYO et al., 2009; EARNEST et al., 2004).

Foram encontrados na literatura somente dois estudo que se utilizaram da PSE da sessão para monitorar cargas de treinamento em ciclistas (FOSTER et al., 1996; DELATTRE et al., 2006), entretanto, o período avaliado não passou de 14 semanas e os atletas não foram considerados bem treinados.

Portanto, ao nosso conhecimento este é o primeiro estudo que avalia cargas de treinamento em um macrociclo de longo período em uma temporada real de treinamento utilizando a metodologia da PSE da sessão em ciclistas bem treinados.

Os nossos resultados não indicam alterações significativas na média dos indicadores de carga, monotonia, strain e volume durante o macrociclo, em contrapartida, alterações significativas foram encontradas em PSE e VT, com maiores valores acumulados entre M1 »M2, em relação LB »M1 e M2 »M3.

Os valores encontrados na carga semanal média de treinamento durante o macrociclo de 4373 ± 265 UA, estão bem acima dos encontrados por Delattre et al. (2006) em ciclistas jovens durante 14 semanas de treinamento (1967 ± 210 UA) e Foster et al. (1996) em corredores e ciclistas durante 12 semanas de treinamento (1386 ± 978 UA). Essa diferença possivelmente se deve pelo nível de desempenho

dos atletas avaliados entre os estudos. Entretanto, os valores de carga encontrados no presente estudo são semelhantes aos valores encontrados por Foster (1998) em skatistas de alto rendimento (~4300 UA). Além disso, o autor sugere que esses valores são coerentes com as cargas realizadas por atletas contemporâneos. Entretanto, Foster (1998) alerta que cargas acima de 4000 UA, podem estar relacionadas a episódios de doenças, sobretudo infecções banais provocadas por vírus e bactérias. Os valores médios de monotonia e *strain* encontrados durante o macrociclo, também se encontram bem acima dos encontrados por Delattre et al. (2006), mas coerentes com os valores encontrados por Foster (1998). O volume médio em minutos encontrado durante o macrociclo está de acordo com os volumes sugeridos para ciclista bem treinados (JEUKENDRUP, CRAIG, HAWLEY, 2000).

Notamos que os indicadores de volume e intensidade possuem curvas opostas, ou seja, volume em forma de U e intensidade (PSE e VT) U invertido, revelando o princípio da interdependência volume/intensidade (MATVEEV, 1997). Dessa forma, podemos inferir que uma vez que a carga de treinamento não se alterou significativamente entre os momentos, a carga produzida entre a LB»M1 teve maior influência do volume, enquanto que entre M1»M2 foi mais influenciada pela intensidade, aja visto, o aumento significativo na PSE e VT nesse período, e volta a ser mais influenciada novamente pelo volume entre o M2»M3. Esse comportamento entre volume e intensidade está de acordo com o praticado por ciclistas de estrada profissionais durante a temporada competitiva (LUCÍA et al., 2000).

Em relação aos indicadores de desempenho em testes de laboratório e campo, foi verificado melhora significativa na potência anaeróbia e Lan da LB em relação M1 e M2, entretanto, aumento no desempenho em teste de campo somente foi verificado no M2 em relação a LB. No M3 todos os indicadores se mantiveram estáveis.

O aumento do Lan e potência anaeróbia após o período preparatório, em parte já era esperado, uma vez que os atletas estavam voltando do período transitório (descanso ativo) que teve duração de aproximadamente quatro semanas, onde relataram terem diminuído drasticamente a carga de treinamento. O período de descanso ativo é importante dentro do esporte de alto rendimento, pois tem como principal objetivo recuperar os atletas fisicamente e mentalmente da temporada de treinamentos e competições realizadas anteriormente (PLATONOV, 2008). Em contrapartida, a diminuição das cargas de treinamento nesse período, pode promover o destreinamento, que é acompanhado pela diminuição de variáveis fisiológicas e diminuição do desempenho (MUJIKÁ e PADILLA, 2000).

Hopker et al. (2009) avaliando um grupo de ciclistas treinados durante uma temporada completa de treinamento, verificaram diminuição de 13% no Lan no período de transição em relação ao período competitivo e aumento em torno de 6% do período preparatório para o competitivo. O aumento no Lan encontrado por Hopker et al. (2009) foi um pouco menor que nossos achados que foi de 10,5%, entretanto, em parte essa diferença pode ter ocorrido em função no nível dos atletas avaliados entre os dois estudos.

Outros estudos também tem verificado aumento no Lan em ciclistas profissionais após o período preparatório (~10 semanas) (LUCÍA et al., 2000a; SASSI et al., 2008). O aumento do Lan em atletas de *endurance* é atribuído a adaptações neuromusculares e metabólicas ocasionadas pelo treinamento (LUCÍA et al., 2000a). O Lan no M1 foi correlacionado significativamente com a carga de treinamento indicando a importância da distribuição entre o volume e intensidade do treinamento nesse período. Quanto a melhora na potência anaeróbia, esta foi acompanhada pelo aumento significativo do lactato pico, indicando uma melhora no mecanismo de fornecimento de energia. O Lan também foi altamente correlacionado

com CR-15 no M1, entretanto, apesar disso o aumento no Lan não refletiu em aumento significativo no CR-15. No entanto, apesar de não significativo estatisticamente, houve um aumento de 1,3% na velocidade de CR-15 no M1 em relação a LB, que reflete em uma diminuição de 13 segundos no tempo total, o que pode ser significativo em uma competição real.

No M2 não foram encontradas alterações na potência anaeróbia e Lan em relação a M1, entretanto, aumento significativo foi verificado no desempenho do teste CR-15. Também foram encontradas correlações significativas entre CR-15 com potência anaeróbia e Lan, no entanto, a alteração no CR-15 a princípio não pode ser atribuída a essas variáveis uma vez que elas não se alteraram significativamente em relação ao M1. Em contrapartida, a correlação obtida entre CR-15 e VT pode indicar a influência da intensidade de treinamento realizada nesse período no desempenho do teste. Aumento da intensidade de treinamento durante a temporada competitiva em ciclistas tem sido relacionado com aumento da eficiência de pedalada (HOPKER et al., 2009).

Recentemente, em um interessante estudo Jacobs et al. (2011) identificaram entre mais de 150 variáveis fisiológicas separadas, quais as que mais explicam o desempenho em um teste de CR de 26Km. Os resultados do estudo mostraram que as duas variáveis que mais explicaram o desempenho foram, em primeiro a capacidade oxidativa do músculo esquelético (capacidade máxima de fosforilação oxidativa e capacidade de tamponamento do lactato) e a segunda a massa total de hemoglobina (Hbmass). Em adição, as concentrações submáximas de lactato sanguíneo explicaram 78% do desempenho no CR.

Essas duas variáveis apontadas por Jacobs et al. (2011) como as mais importantes no desempenho do CR, podem estar relacionadas entre outros fatores ao treinamento executado, sobretudo, a intensidade.

Lucía et al. (2000) avaliaram alterações neuromusculares e metabólicas em ciclistas profissionais de estrada durante uma temporada de treinamento, e verificaram que após aumento da intensidade de treinamento, sobretudo, de alta intensidade (acima LV2), houve melhora significativa na capacidade oxidativa do músculo, reduzindo significativamente a resposta do lactato sanguíneo em intensidades submáximas em teste progressivo, além disso, também foi verificado melhora no recrutamento de unidade motoras do tipo 1, que indica uma melhor eficiência de pedalada.

A eficiência de pedalada também chamada de eficiência bruta de pedalada (EBP) significa em termos gerais pedalar em maior intensidade com menor gasto de energia e tem sido apontada por alguns autores como a chave para o desempenho do ciclismo de estrada (COYLE, 1995).

Apesar de altamente correlacionada com o desempenho, a relação da EBP e o treinamento realizado por ciclistas durante longos períodos tem sido pouco investigada (HOPKER et al., 2009). Hopker et al. (2009) investigaram o comportamento de parâmetros fisiológicos, de treinamento, EBP e suas possíveis relações em ciclistas treinados durante uma temporada de 12 meses de treinamento, que foi dividida em quatro períodos, preparatório (P), competitivo (C), pós-competitivo (PC) e transitório (TR). Os principais resultados mostraram que a EBP aumenta no final do período P e C e tem um decréscimo no período TR sem alterações significativas na carga de treinamento, consumo máximo de oxigênio de $\dot{V}O_{2max}$ entre os períodos. No entanto, correlações significativas foram encontradas entre percentual de aumento na EBP e as intensidades de treinamento realizadas entre os limiares de lactato aeróbio (2mM) e anaeróbio (4mM) e acima do limiar anaeróbio, nos períodos P, C e PC.

Portanto, é possível inferir que o aumento significativo nas intensidades de treinamento verificadas no M1»M2 (Fig. 2), proporcionou aumento no desempenho do CR-15 no M2. Entretanto, não podemos afirmar por quais mecanismos isso possa ter acontecido, mas especulativamente é provável que isso possa ter ocorrido por alterações neuromusculares e metabólicas, que aliadas levaram a uma melhor EBP. Além disso, também não podemos descartar uma melhor eficiência técnica, diferentes condições ambientais, motivacionais e estratégia envolvidas no teste. No M3 todos os parâmetros de desempenho foram mantidos em relação ao M2.

Com relação aos parâmetros hematológicos foram verificados maiores valores de Hct no M1, M2 e M3 em relação a LB e do M2 em relação a M1. Os valores de VCM também foram maiores do M1, M2 e M3 em relação a LB e do M2 e M3 em relação a M1. No entanto, todos os parâmetros estão dentro dos valores de referência normais para idade sexo (NAOUM e NAOUM, 2005).

Parâmetros hematológicos são importantes indicadores de condição de saúde em qualquer indivíduo, podendo ser utilizados no diagnóstico de diversas doenças (ZAGO e PASQUINI, 2004). Em ciclistas de alto rendimento, além de servir como critério de saúde, os parâmetros hematológicos também servem como uma ferramenta no combate ao doping no esporte. Devido ao grande número de casos de doping no ciclismo profissional nos últimos 20 anos, pelo uso do hormônio heritropoietina (EPO) que é responsável pelo controle da produção de glóbulos vermelhos (NAOUM e NAOUM, 2005), a *Union Cycliste Internationale* (UCI) estabeleceu em 1997 o passaporte hematológico (BANFI et al., 2011), que são testes sanguíneos realizados antes das competições para verificar alguns índices hematológicos, como Hb, Hct, reticulócitos entre outros. A UCI estabelece pontos de corte de Hct de até 50% para homens e 47% para mulheres, valores acima são

considerados suspeitos de doping e o atleta fica suspenso das competições por 15 dias (SCHUMACHER et al., 2000).

É bem estabelecido na literatura que ao longo de uma temporada de treinamento em ciclistas profissionais, ocorram alterações nos parâmetros hematológicos (SCHUMACHER et al., 2000; MØRKEBERG et al., 2009; BANFI et al., 2011), no entanto, o que não está bem estabelecido são as causas dessas alterações. Segundo Banfi et al. (2011) para o acompanhamento longitudinal e entendimento das alterações hematológicas em atletas é crucial monitorar o treinamento e as competições realizadas durante uma temporada, em contrapartida, poucos trabalhos tem acompanhado as variações de parâmetros hematológicos por longos períodos e sobretudo durante uma temporada inteira de treinamentos e competições. Além disso, não encontramos na literatura estudos que acompanhassem as variações hematológicas durante um macrociclo de treinamento e fizessem relações com a carga de treinamento realizada em ciclistas bem treinados.

Em relação a Hb e Hct os nossos achados são opostos dos encontrados na literatura. Alguns estudos identificaram durante uma temporada de treinamentos e competições em ciclistas profissionais que a Hb e o Hct diminuem significativamente durante o período competitivo (GUGLIELMINI et al., 1989; SCHUMACHER et al., 2002; SCHUMACHER et al., 2000; MØRKEBERG et al., 2009), atribuindo essa redução ao treinamento mais intenso realizado nesse período. No entanto, a relação da redução da Hb e Hct com o treinamento mais intenso apontado pelos estudos citados é apenas especulativa, uma vez que nenhum deles monitorou e quantificou a carga de treinamento (volume e intensidade) entre os períodos avaliados. Além disso, estudos têm revelado informações conflitantes em relação ao aumento de carga de treinamento em períodos competitivos em ciclistas profissionais (LUCÍA et

al., 2000; HOPKER et al., 2009). Quanto ao VCM os estudos não tem verificado alterações significativas (BANFI et al., 2011) ou tem encontrado aumentos durante a temporada (GUGLIELMINI et al., 1989). Nossos resultados indicaram aumento no VCM ao longo do macrociclo que foi acompanhado pelo aumento do Hct. O VCM é calculado a partir da divisão do Hct pelo ERI e indica indiretamente o tamanho das hemácias (ZAGO 2006), dessa forma, uma vez que ERI e Hb não se alteraram durante o macrociclo é possível afirmar que o aumento do Hct foi causado em função do aumento no VCM. Interessantemente, o VCM foi correlacionado significativamente com Lan na LB; carga e volume do treinamento no M1; strain no M2 e CR-15 no M3. Isso indica que o VCM é um índice hematológico sensível as cargas de treinamento realizadas e que também pode estar envolvido no desempenho em eventos de predomínio aeróbio. O aumento do VCM pode indicar uma resposta do organismo frente ao treinamento, aumentando o tamanho das hemácias para atender a demanda metabólica, no entanto, sem precisar aumentar a quantidade das hemácias.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos nos permitem concluir que: a) os indicadores de intensidade (PSE e VT) aumentaram significativamente no período competitivo, entretanto, sem modificações nos indicadores de carga de treinamento; b) o Lan, potência anaeróbia, desempenho e parâmetros hematológicos (Hct e VCM) aumentam significativamente no período competitivo em relação ao período preparatório; c) as correlações obtidas entre as variáveis apontam significantes relações entre intensidade de treinamento com desempenho e parâmetros hematológicos.

REFERÊNCIAS

- BANFI, G., LUNDBY, C., ROBACH, P., LIPPI, G. Seasonal variations of haematological parameters in athletes. **Eur J Appl Physiol**, v.1, nº9, p.9-16, 2011.
- BANISTER, E.W., CALVERT, T.W. Planning for future performance: implications for long term training. **Can J Appl Sport Sci**, v.5, n.3, p.170-176, 1980.
- BAR-OR, O. The Wingate anaerobic test: an update on methodology, reliability and validity. **Int J Sports Med**, v.4,n.6, p.381–394, 1987.
- BORG, G.V. **Perceived exertion and pain scales**. Champaign :Human Kinetics, 1998.
- COYLE, E.F. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. **Exerc Sport Sci Rev**, v.23, p.23:25, 1995.
- DELATTRE, E., GARCIN, M., MILLE-HAMARD, L., BILLAT, V.Objective and subjective analysis of the training content in young cyclists. **Appl Physiol Nutr Metab**, v.31, nº2, p.118-125, 2006.
- ENGEL, P.C., JONES, J.B.Causes and elimination of erratic blanks in enzymatic metabolite assays involving the use of NAD⁺ in alkalinehydrazine buffers: improved conditions for the assay of L-glutamate, L-lactate, and other metabolites. **Anal Biochem**, v.88, nº2, p.475-84, 1978.
- EARNEST, C.P., JURCA, R., CHURCH, T.S., CHICHARRO, J.L., HOYOS, J., LUCIA, A. Relation between physical exertion and heart rate variability characteristics in professional cyclists during the Tour of Spain. **Br J Sports Med**, v.38, nº5, p.568-575, 2004.
- FARIA, E.W., PARKER, D.L., FARIA, I.E. The Science of Cycling Physiology and Training – Part 1. **Sports Med**, v.35, n.4, p. 285-312, 2005.
- FOSTER C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Med Sci Sports Exer**, v.30, nº7, p.1164-1168, 1998.

FOSTER, C., DANIES,E.,HECTOR,L., SNYDER,A.C., WELSH, R. Athletic performance in relation to training load. **Wis Med J**, v.95, n.6, p.370-374, 1996.

GOMES, A.C. **Treinamento Desportivo: estruturação e periodização**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

GUGLIELMINI, C., CASONI, I., PATRACCHINI, M., MANFREDINI, F., GRAZZI, G., FERRARI, M., CONCONI, F. Reduction of Hb levels during the racing season in non sideropenic professional cyclists. **Int J Sports Med**, v.10, nº5, p.352-356,1989.

HALSON, S.L., JEUKENDRUP, A.E. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. **Sports Med**, v.34, n.14, p.967-981, 2004.

HOPKER, J., COLEMAN, D., PASSFIELD, L. Changes in cycling efficiency during a competitive season. **Med Sci Sports Exerc**, v.41, nº4, p.912-919, 2009.

IMPELLIZZERI, F.M., RAMPININI, E., COUTTS, A.J., SASSI, A., MARCORA, S.M. Use of RPE-based training load in soccer. **Med Sci Sports Exerc**, v.36, nº6, 2004.

ISSURIN, V.B. New horizons for the methodology and physiology of training periodization. **Sports Med**, v.40, n.9, p.189-206, 2010.

JACOBS, R.A., RASMUSSEN, P., SIEBENMANN, C., DÍAZ, V., GASSMANN, M., PESTA, D., GNAIGER, E., NORDSBORG, N.B., ROBACH, P., LUNDBY, C. Determinants of time trial performance and maximal incremental exercise in highly trained endurance athletes. **J Appl Physiol**. 2011 [em impressão].

JEUKENDRUP, A.E., CRAIG, N.P., HAWLEY, J.A. The bioenergetics of world class cycling. **J Sci Med Sport**, v.3, n.4, p.414-433, 2000.

LUCÍA, A., HOYOS, J., PARDO, J., CHICHARRO, J.L. Metabolic and neuromuscular adaptations to endurance training in professional cyclists: a longitudinal study. **Jpn J Physiol**, v.50, nº3, p.381-388, 2000.

LUCÍA, A., HOYOS, J., PÉREZ, M., CHICHARRO, J.L. Heart rate and performance parameters in elite cyclists: a longitudinal study. **Med Sci Sports Exerc**, v.32, nº10, p.1777-1782, 2000a.

MATVEEV, L.P. **Treino Desportivo: metodologia e planejamento**. São Paulo: Phorte, 1997.

MØRKEBERG, J.S., BELHAGE, B., DAM SGAARD, R. Changes in blood values in elite cyclist. **Int J Sports Med**, v.30, nº2, p.130-18, 2009.

MUJIKÁ, I., PADILLA, S. Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I: short term insufficient training stimulus. **Sports Med**, v.30, nº2, p.79-87, 2000.

NAOUM, P.C., NAOUM, F.A. **Hematologia laboratorial: eritrócitos**. São José do Rio Preto: Academia de Ciência e Tecnologia, 2005.

PLATONOV, V.N. **Tratado geral de treinamento desportivo**. São Paulo: Phorte, 2008.

RODRÍGUEZ-MARROYO, J.A., VILLA, G., GARCÍA-LÓPEZ, J., FOSTER, C. Comparison of heart rate and session RPE methods of defining exercise load in cyclists. **J Strength Cond Res**, 2011 [em impressão].

RODRÍGUEZ-MARROYO, J.A., PERNÍA, R., CEJUELA, R., GARCÍA-LÓPEZ, J., LLOPIS, J., VILLA, J.G. Exercise intensity and load during different races in youth and junio rcyclists. **J Strength Cond Res**, v.25, nº2, p.511-519, 2011a.

RODRÍGUEZ-MARROYO, J.A., GARCÍA-LÓPEZ, J., JUNEAU, C.E., VILLA, J.G. Workload demands in professional multi-stage cycling races of varying duration. **Br J Sports Med**, v.43, nº3, p.180-185, 2009.

SASSI, A., IMPELLIZZERI, F.M., MORELLI, A., MENASPÀ, P., RAMPININI, E. Season al changes in aerobic fitness indices in elite cyclists. **Appl Physiol Nutr Metab**, v.33, nº4, p.735-742, 2008.

SEILER, K.S., KJERLAND, G.Ø. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is the evidence for an "optimal" distribution? **Scand J Med Sci Sports**, v.16, n^o1, p.49-56, 2006.

SCHUMACHER, Y.O., JANKOVITS, R., BÜLTERMANN, D., SCHMID, A., BERG, A. Hematological indices in elite cyclists. **Scand J MedSci Sports**, v.12, n^o5, p.301-308, 2002.

SCHUMACHER, Y.O., GRATHWOHL, D., BARTUREN, J.M., WOLLENWEBER, M., HEINRICH, L., SCHMID, A., HUBER, G., KEUL, J. Haemoglobin, haematocrit and red blood cell indices in elite cyclists. Are the control values for blood testing valid? **Int J Sports Med**, v.21, n^o5, p.380-385, 2000.

ZAGO, M.A., PASQUINI, R. **Hematologia: fundamentos e prática**. São Paulo: Atheneu, 2004.

WALLACE, L.K., SLATTERY, K.M., COUTTS, A.J. The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. **J Strength Cond Res**, v.23, n^o1, p.33-38, 2009.

WHITE, J.A., QUINN, G., AL-DAWALIBI, M., MULHALL, J. Season changes in cyclists' performance. Part I. The British Olympic road race squad. **Br J Sports Med**, v.16, n^o1, p.4-12, 1982.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos aqui apresentados apontam que os indicadores de carga interna (carga total da sessão, monotonia, strain e volume) acumulados entre os períodos avaliados não se modificaram de maneira significativa durante o macrociclo de treinamento e competições aplicados aos atletas. Entretanto, a intensidade aumenta no período competitivo. Apesar dos valores médios absolutos da carga total da sessão não ser diferente nos três períodos avaliados, se faz importante, tentar entender qual variável que compõe a carga (volume e intensidade) contribui mais para a carga total em diferentes momentos. Os resultados do artigo 3, revelaram que no período preparatório a carga total da sessão foi mais influenciada pelo volume, enquanto no período competitivo 1 foi mais influenciada pela intensidade, voltando a

ser mais influenciada pelo volume no período competitivo 2. Em adição o artigo 1 mostrou que o coeficiente de variação da carga de treinamento no período preparatório foi muito maior em relação aos períodos competitivos. Portanto, o entendimento de como a carga de treinamento da sessão foi produzida nos diferentes momentos pode ajudar a explicar alguns resultados encontrados. O artigo 1, por exemplo, revelou que o índice de perturbação global de humor não se alterou entre os três momentos do macrociclo, entretanto, correlações foram encontradas entre alterações negativas nos domínios de tensão e confusão com a carga total da sessão no período preparatório. Do mesmo modo, o artigo 2, mostrou que os sintomas de doenças respiratórias aumentam nesse período. Dessa forma, é possível que as alterações nos domínios de tensão e confusão e sintomas de doenças respiratórias nesse período, possam ter sido influenciadas pelo maior volume de treinamento e também pela forma de distribuição desse volume ao longo do período.

Em relação aos indicadores de carga interna de treinamento avaliados, a monotonia não se correlacionou com nenhuma variável avaliada nos três estudos, em contrapartida, atenção merece ser dada ao *strain*, pois esse indicador foi correlacionado significativamente com sintomas de doenças respiratórias no artigo 2 e parâmetros hematológicos no artigo 3.

Apesar dos resultados revelarem que o modelo de treinamento executado não provocou alterações nos indicadores imunológicos, no entanto, baixas concentrações de imunoglobulina A sérica foram verificadas nos atletas, revelando uma imunossupressão crônica. Em contrapartida, os resultados do artigo 3, mostram que o modelo de treinamento executado provocou alterações positivas em parâmetros hematológicos que foram correlacionados com carga de treinamento e

desempenho. Em adição, os resultados também revelam forte correlação entre a intensidade do treinamento (velocidade média) com o desempenho.

Assim, julgamos importante monitorar a carga de treinamento durante longos períodos em ciclistas bem treinados, como uma temporada competitiva, afim de se tentar compreender as diferentes relações entre o treinamento aplicado, desempenho e alterações fisiológicas.

7 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

- ✓ A utilização da PSE para a mensuração da carga de treinamento em ciclistas se mostrou válida e de fácil aplicabilidade, além de fornecer outros dois indicadores a monotonia e *strain*;
- ✓ Independentemente se a carga foi mais influenciada pelo volume ou intensidade ela parece não interferir no índice de perturbação global de humor durante longos períodos de treinamento, entretanto, o volume do treinamento pode se relacionar de maneira negativa com os domínios tensão e confusão;

- ✓ O strain é um indicador de carga interna sensível a alterações nos sintomas de ITRS, podendo ser utilizado como um indicador na prevenção de doenças respiratórias em ciclistas bem treinados;
- ✓ A concentração da IgA sérica pode ser utilizada como indicador de imunossupressão crônica durante longos períodos de treinamento em ciclistas;
- ✓ A velocidade média de treinamento é uma variável de intensidade importante do treinamento, além de se relacionar com o desempenho.

8 REFERÊNCIAS DA DISSERTAÇÃO

ABRACICLO. Dados do setor. Disponível em:

http://www.abraciclo.com.br/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=21&Itemid=37> Acesso em: 10/02/2011.

ACHTEN, J., JEUKENDRUP, A.E. Heart rate monitoring: applications and limitations.

Sports Med, v.33, n.7,p.517-38, 2003.

ALEXIOU, H., COUTTS, A.J. A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. **Int J Sports Physiol Perform**, v.3, n.3, p.320-30, 2008.

AMERICAN COLLEGE OF SPORT MEDICINE. Position statement on the recommended quantity and quality of exercise for developing cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, v.22, n.6, p. 265-274, 1990.

ALMEIDA, H.F.R., ALMEIDA, D.C.M., GOMES, A.C. Uma ótica evolutiva do treinamento desportivo através da história. **Rev Trein Desportivo**, v.5, n.1, p.40-52, 2000.

BANFI, G., LUNDBY, C., ROBACH, P., LIPPI, G. Seasonal variations of haematological parameters in athletes. **Eur J Appl Physiol**, v.1, n.º9, p.9-16, 2011.

BANISTER, E.W., CALVERT, T.W. Planning for future performance: implications for long term training. **Can J Appl Sport Sci**, v.5, n.3, p.170-176, 1980.

BANISTER, E.W. Modeling elite athletic performance. In: GREEN, H., MCDUGAL, J., WENGER, H. **Physiological Testing of Elite Athletes**. Ed. Human Kinetics, Champaign, 1991.

BAR-OR, O. The Wingate anaerobic test: an update on methodology, reliability and validity. **Int J Sports Med**, v.4, n.6, p.381–394, 1987.

BENEKE, R. Methodological aspects of maximal lactate steady state-implications for performance testing. **Eur J Appl Physiol**, v.89, n.1, p. 95–99, 2003.

BILLAT, V.L., SIVERENT, P., PY, G., KORALLSZTEIN, J-P., MERCIER, J. The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science. **Sports Med**, v.33, n.6, p.407-26, 2003.

BORG, G.V. **Perceived exertion and pain scales**. Champaign :Human Kinetics, 1998.

BORIN, J.P., GOMES, A.C., LEITE, G.S. Preparação Desportiva: Aspectos do controle da carga de treinamento nos jogos coletivos. **R da Educação Física/UEM**, v.18, n.1, p.95-107, 2007.

BOSQUET, L., LÉGER, L., LEGROS, P. Blood lactate response to overtraining in male endurance athletes. **Eur J Appl Physiol**, v.84, n.1-2, p.107-14, 2001.

BREIL, F.A., WEBER, S.N., KOLLER, S., HOPPELER, H., VOGT, M. Block training periodization in alpine skiing: effects of 11-day HIT on VO₂max and performance. **Eur J Appl Physiol**, v.109, n.6, p.1077-86, 2010.

COSTA, L.O.P., SAMULSKI, D.M. Overtraining em atletas de alto nível: uma revisão literária. **Rev Bras Ci Movimento**, v.13, n.2, p.123-134, 2005.

COUTTS, A.J., WALLACE, L.K., SLATTERY, K.M. Monitoring changes in performance, physiology, biochemistry, and psychology during overreaching and recovery in triathletes. **Int J Sports Med**, v.28, n.2, p.125-34, 2007.

COUTTS, A.J., REABURN, P.R.J., MURPHY, A.J., PINE, M.J., IMPELLIZZERI, F.M. Validity of the session-RPE method for determining training load in team sport athletes. **J Sci Med Sport**, v.6, n.3, p.525, 2003.

COYLE, E.F. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. **Exerc Sport Sci Rev**, v.23, p.23:25, 1995.

DELATTRE, E., GARCIN, M., MILLE-HAMARD, L., BILLAT, V. Objective and subjective analysis of the training content in young cyclists. **Appl Physiol Nutr Metab**, v.31, n.º2, p.118-125, 2006.

DENADAI, BS. **Avaliação Aeróbia: determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo**. Rio Claro: Motrix, 2000.

DENADAI, B.S., ORTIZ, M.J., GRECO, C.C., DE MELLO, M.T. Interval training at 95% and 100% of the velocity at VO₂ max: effects on aerobic physiological indexes and running performance. **Appl Physiol Nutr Metab**. v.31, n.6, p.737-43, 2006.

DE LA ROSA, A.F., FARTO, E.R. **Treinamento Desportivo: do ortodoxo ao contemporâneo**. São Paulo: Phorte; 2007.

EARNEST, C.P., JURCA, R., CHURCH, T.S., CHICHARRO, J.L., HOYOS, J., LUCIA, A. Relation between physical exertion and heart rate variability characteristics in professional cyclists during the Tour of Spain. **Br J Sports Med**, v.38, n.5, p.568-75, 2004.

EBERT, T.R., MARTIN, D.T., STEPHENS, B., WITHERS, R.T. Power output during a professional men's road-cycling tour. **Int J Sports Physiol Perform**, v.1,n.4,p.324-35, 2006.

EKBLOM, B., EKBLOM, O., MALM, C. Infectious episodes before and after a marathon race. **Scand J Med Sci Sports**, v.16, n.4, p. 287–293, 2006.

ENGEL, P.C., JONES, J.B. Causes and elimination of erratic blanks in enzymatic metabolite assays involving the use of NAD⁺ in alkaline hydrazine buffers: improved conditions for the assay of L-glutamate, L-lactate, and other metabolites. **Anal Biochem**, v.88, n^o2, p.475-84, 1978.

ESTEVE-LANAO, J., SAN JUAN, A.F., EARNEST, C.P., FOSTER, C., LUCIA, A. How do endurance runners actually train? Relationship with performance. **Med. Sci. Sports Exerc**, v.37,n.3, p.496 –504, 2005.

FAULKNER, J. A. Physiology of swimming and diving. Baltimore: Academic Press, 1968. p.415-446.

FARIA, E.W., PARKER, D.L., FARIA, I.E. The Science of Cycling Physiology and Training – Part 1. **Sports Med**, v.35, n.4, p. 285-312, 2005.

FERNÁNDEZ-GARCÍA, B., PÉREZ-LANDALUCE, J., RODRÍGUEZ-ALONSO, M., TERRADOS, N. Intensity of exercise during road race pro-cycling competition. **Med Sci Sports Exerc.** v.32,n.5, p.1002-6, 2000.

FOSTER, C., HOYOS, J., EARNEST, C., LUCIA, A. Regulation of energy expenditure during prolonged athletic competition. **Med Sci Sports Exerc.**v.37, v.4, p.670-5, 2005.

FOSTER, C., FLORHAUG, J.A., FRANKLIN, J., GOTTSCHALL, L., HROVATIN, L.A., PARKER, S., DOLESHAL, P., DODGE, C. A new approach to monitoring exercise training. **J Strength Cond Res**, v.15, n.1, p.109-15, 2001.

FOSTER, C., DANIES,E.,HECTOR,L., SNYDER,A.C., WELSH, R. Athletic performance in relation to training load. **Wis Med J**, v.95, n.6, p.370-374, 1996.

GARCÍA-PALLARÉS, J., GARCÍA-FERNÁNDEZ, M., SÁNCHEZ-MEDINA, L., IZQUIERDO, M. Performance changes in world-class kayakers following two different training periodization models. **Eur J Appl Physiol**, v.110, n.1, p.99-107, 2010.

GOMES, A.C. **Treinamento Desportivo: estruturação e periodização.** Porto Alegre: Artmed, 2002.

GLEESON, M. Immune system adaptation in elite athletes. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care**, v.9, n.6, p.659-65, 2006.

GLEESON, M. Immune function in sport and exercise. **J Appl Physiol**, v.103, n.2, p.693-9, 2007.

GROVE, J.R., PRAPAVESSIS, H. Preliminary evidence for the reliability and validity of an abbreviated Profile of Mood States. **Int J Sport Psychology**, v.23, n.3, p.93-109, 1992.

GROBBELAAR, H.W., MALAN, D.D.J., STEIN, B.J.M., ELLIS, S.M. Factors affecting the recovery-stress, burnout and mood state scores of elite student rugby players. **South Afr J Res Sport Phys Educ Recreation**, v.32, p.41-54, 2010.

GUEDES, D.P. **Composição corporal: princípios, técnicas e aplicações**. Londrina: Associação dos Professores de Educação Física, 1994.

GUGLIELMINI, C., CASONI, I., PATRACCHINI, M., MANFREDINI, F., GRAZZI, G., FERRARI, M., CONCONI, F. Reduction of Hb levels during the racing season in non sideropenic professional cyclists. **Int J Sports Med**, v.10, nº5, p.352-356, 1989.

HALSON, S.L., BRIDGE, M.W., MEEUSEN, R., BUSSCHAERT, B., GLEESON, M., JONES, D.A, JEUKENDRUP, A.E. Time course of performance changes and fatigue markers during intensified training in trained cyclists. **J Appl Physiol**, v.93, n.3, p.947-956, 2002.

HALSON, S.L., LANCASTER, G.I., JEUKENDRUP, A.E., GLEESON, M. Immunological responses to overreaching in cyclists. **Med Sci Sports Exerc**, v.35, n.5, p.854-61, 2003.

HALSON, S.L., JEUKENDRUP, A.E. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. **Sports Med**, v.34, n.14, p.967-981, 2004.

HECK, H., MADER, A., HESS, G., MÜCKE, S., MULLER, R., HOLLMANN, W. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. **Int J Sports Med**, v.6, n.3. p.117-130, 1985.

HERLIHY, D.V. *Bicycle - The History*. San Francisco, 2004

HAWLEY, J.A., NOAKES, T.D. Peak power output predicts maximal oxygen uptake and performance in trained cyclists. **Eur J Appl**, v.65, n.1, p.79-83, 1992.

HOPKER, J., COLEMAN, D., PASSFIELD, L. Changes in cycling efficiency during a competitive season. **Med Sci Sports Exerc**, v.41, nº4, p.912-919, 2009.

IAIA, F.M., BANGSBO, J. Speed endurance training is a powerful stimulus for physiological adaptations and performance improvements of athletes. **Scand J Med Sci Sports**, v.20, Suppl. 2, p.11-23, 2010.

ISSURIN, V. Block periodization versus traditional training theory: a review. **J Sports Med Phys Fitness**, v.48, n.1, p.65-75, 2008.

ISSURIN, V.B. New horizons for the methodology and physiology of training periodization. **Sports Med**, v.40, n.9, p.189-206, 2010.

JACOBS, R.A., RASMUSSEN, P., SIEBENMANN, C., DÍAZ, V., GASSMANN, M., PESTA, D., GNAIGER, E., NORDSBORG, N.B., ROBACH, P., LUNDBY, C. Determinants of time trial performance and maximal incremental exercise in highly trained endurance athletes. **J Appl Physiol**. 2011 [em impressão].

JEUKENDRUP, A.E., CRAIG, N.P., HAWLEY, J.A. The bioenergetics of world class cycling. **J Sci Med Sport**, v.3, n.4, p.414-433, 2000.

JÜRIMÄE, J., PURGE, P., MÄESTU, J., JÜRIMÄE, T. Heavy training stress in male rowers: effects on circulatory responses and mood state profiles. **Kinesiology**, v.36, n.2, p.213-219, 2004.

KENTA, R., HASSME, P., RAGLIN, J. Mood state monitoring of training and recovery in elite kayakers. **Eur J Sport Sci**, v.6, n.4, p.245-253, 2006.

KOVRT, W.M., O'CONNOR, J.S., SKINNER, J.S. Longitudinal assessment of responses by triathletes to swimming, cycling, and running. **Med Sci Sports Exerc**, v.21, n.5, p.569-575, 1989.

LANE, A. Relationships between perceptions of performance expectations mid mood among distance runners: the moderating effect of depressed mood. **J Sci Med Sport**, v.4, n.1, p.116-128, 2001.

LEMAN, Y. Selective IgA Deficiency. **J Clin Immunol**, v.30, p.10–16, 2010.

LEHMANN, M., BAUMGARTL, P., WIESENACK, C., SEIDEL, A., BAUMANN, H., FISCHER, S., SPÖRI, U., GENDRISCH, G., KAMINSKI, R., KEUL, J. Training-overtraining: influence of a defined increase in training volume vs training intensity on performance, catecholamines and some metabolic parameters in experienced middle- and long-distance runners. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v.64, n.2, p.169-77, 1992.

LOHMANN, T.G. (org). **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics, 1988.

LUCIA, A., HOYOS, J., SANTALLA, A., EARNEST, C., CHICHARRO, J.L. Tour de France versus Vuelta a España: which is harder? **Med Sci Sports Exerc**, v.35, n.5, p.872-8, 2003a.

LUCIA, A., HOYOS, J., SANTALLA, A., EARNEST, C.P., CHICHARRO, J.L. Giro, Tour, and Vuelta in the same season. **Br J Sports Med**, v.37, n.5, p.457-9, 2003b.

LUCÍA, A., HOYOS, J., PARDO, J., CHICHARRO, J.L. Metabolic and neuromuscular adaptations to endurance training in professional cyclists: a longitudinal study. **Jpn J Physiol**, v.50, n°3, p.381-388, 2000.

LUCÍA, A., HOYOS, J., PÉREZ, M., CHICHARRO, J.L. Heart rate and performance parameters in elite cyclists: a longitudinal study. **Med Sci Sports Exerc**, v.32, n°10, p.1777-1782, 2000a.

LUCIA, A., HOYOS, J., CARVAJAL, A., CHICHARRO, J.L. Heart rate response to professional road cycling: the Tour de France. **Int J Sports Med**, v.20, n.3, p.167-72, 1999.

MC GOWAN, R. W., JORDAN, C. D. Mood states and physical activity. Louisiana Alliance for Health, Physical Education. **Recreation and Dance Journal**, v.15, n.2, p.17-32, 1988.

MCNAIR, D. M., LOOR, M., DROPPLEMAN, L. F. **Manual for the Profile of Mood States**. San Diego, California: EdITS/Educational and Industrial Testing Service. 1971.

MACINTOSH, B.R., ESAU, S., SVEDAHL, K. The lactate minimum test for cycling: estimation of the maximal lactate steady state. **Can J Appl Physiol**, v.27. n.3, p.232-49, 2002.

MACKINNON, L.T., HOOPER, S.L. Plasma glutamine and upper respiratory tract infection during intensified training in swimmers. Plasma glutamine and upper respiratory tract infection during intensified training in swimmers. **Med Sci Sports Exerc**, v.28, n.3, p.285-90, 1996.

MACKINNON, L.T. Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: overtraining effects on immunity and performance in athletes. **Immunol Cell Biol**, v.78, n.5, p.502-509, 2000.

MALE, D., BROSTOFF, J., ROTH, D., ROITT, I. **Immunology**. 7th Edition: Elsevier, 2006.

MATVEEV, L.P. **Treino Desportivo: metodologia e planejamento**. São Paulo: Phorte, 1997.

MANZI, V., CASTAGNA, C., PADUA, E., LOMBARDO, M., D'OTTAVIO, S., MASSARO, M., VOLTERRANI, M., IELLAMO, F. Dose-response relationship of

autonomic nervous system responses to individualized training impulse in marathon runners. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v.296, n.6, p.H1733-40, 2009.

MORGAN, W. P. Test of Champions: the iceberg profile. **Psychology Today**, v.14, 92-108, 1980.

MORGAN, W.P., BROWN, D.R., RAGLIN, J.S., O'CONNOR, P.J. Psychological monitoring of overtraining and staleness. **Brit J Sports Med**, v.21, n.3, p.107-114, 1987.

MØRKEBERG, J.S., BELHAGE, B., DAM SGAARD, R. Changes in blood values in elite cyclist. **Int J Sports Med**, v.30, n^o2, p.130-18, 2009.

MUJIKA, I., PADILLA, S. Physiological and performance characteristics of male professional road cyclists. **Sports Med**, v.31, n.7, p.479-87, 2001.

NAKAMURA, F.Y., MOREIRA, A., AOKI, M.S. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? **R da Educação Física/UEM**, v.21, n.1, p.1-11, 2010.

NAOUM, P.C., NAOUM, F.A. **Hematologia laboratorial: eritrócitos**. São José do Rio Preto: Academia de Ciência e Tecnologia, 2005.

NEVILLE, V., GLEESON, M., FOLLAND, J.P. Salivary IgA as a Risk Factor for Upper Respiratory Infections in Elite Professional Athletes. **Med Sci Sports Exerc**, v.40, n.7, p.1228-1236, 2008.

NIEMAN, D.C. Special feature for the Olympics: effects of exercise on the immune system: exercise effects on systemic immunity. **Immunol Cell Biol**, v.78, n.5, p.496-501, 2000.

NIEMAN, D.C., HENSON, D.A., DUMKE, C.L., LIND, R.H., SHOOTER, L.R., GROSS, S.J. Relationship between salivary IgA secretion and upper respiratory tract

infection following a 160-km race. **J Sports Med Phys Fitness**, v.46, n.1, p.158-62, 2006.

NIEMAN, D.C.Exercise, infection and immunity.**Int J Sports Med**, v.15: S131–S141, 1994.

NOAKES, T.D. Testing for maximum oxygen consumption has produced a brainless model of human exercise performance. **Brit J Sports Med**, v.42, n.7, p.551–555, 2008.

PADILLA, S., MUJICA, I., CUESTA, G, Goiriena JJ.Level ground and uphill cycling ability in professional road cycling.**Med Sci Sports Exerc**, v.31, n.6, p. 878-85,1999.

PADILLA, S., MUJICA, I., SANTISTEBAN, J., IMPELLIZZERI, F.M., GOIRIENA, J.J. Exercise intensity and load during uphill cycling in professional 3-week races. **Eur J Appl Physiol**, v.102, n.4, p.431-8, 2008.

PETERS, E.M., SHAIK, J., KLEINVELDT, N. Upper respiratory tract infection symptoms in ultramarathon runners not related to immunoglobulin status. **Clin J Sport Med**, v.20, n.1, p.39-46, 2010.

POWERS, S.K, HOWLEY, E.T. **Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho**. 1ª ed. São Paulo: Editora Manole, 2001.

PLATONOV, V.N. **Tratado geral de treinamento desportivo**. São Paulo: Phorte, 2008.

RIETJENS, G.J.W.M., KUIPERS, H., ADAM, J.J., SARIS, W.H., VAN BREDA, E., VAN HAMONT, D., et al. Physiological, biochemical and psychological markers of strenuous training-induced fatigue. **Int J Sports Med**, v.26, n.1, p.16-26, 2005.

RODRÍGUEZ-MARROYO, J.A., VILLA, G., GARCÍA-LÓPEZ, J., FOSTER, C. Comparison of heart rate and session RPE methods of defining exercise load in cyclists. **J Strength Cond Res**, 2011 [em impressão].

RODRÍGUEZ-MARROYO, J.A., PERNÍA, R., CEJUELA, R., GARCÍA-LÓPEZ, J., LLOPIS, J., VILLA, J.G. Exercise intensity and load during different races in youth and junior cyclists. **J Strength Cond Res**, v.25, n°2, p.511-519, 2011a.

RODRÍGUEZ-MARROYO, J.A., GARCÍA-LÓPEZ, J., JUNEAU, C.E., VILLA, J.G. Workload demands in professional multi-stage cycling races of varying duration. **Br J Sports Med**, v.43, n°3, p.180-185, 2009.

SASSI, A., IMPELLIZZERI, F.M., MORELLI, A., MENASPÀ, P., RAMPININI, E. Seasonal changes in aerobic fitness indices in elite cyclists. **Appl Physiol Nutr Metab**, v.33, n°4, p.735-742, 2008.

SCHUMACHER, Y.O., JANKOVITS, R., BÜLTERMANN, D., SCHMID, A., BERG, A. Hematological indices in elite cyclists. **Scand J MedSci Sports**, v.12, n°5, p.301-308, 2002.

SCHUMACHER, Y.O., GRATHWOHL, D., BARTUREN, J.M., WOLLENWEBER, M., HEINRICH, L., SCHMID, A., HUBER, G., KEUL, J. Haemoglobin, haematocrit and red blood cell indices in elite cyclists. Are the control values for blood testing valid? **Int J Sports Med**, v.21, n°5, p.380-385, 2000.

SCHARHAG J., MEYER, T., H H W GABRIEL, B SCHLICK, O FAUDE, W
Br J Sports Med. 2005 Mar;39(3):171-7; discussion 171-7.

Does prolonged cycling of moderate intensity affect immune cell function?

SCHARHAG, J., MEYER, T., GABRIEL, H.H., SCHLICK, B., FAUDE, O., KINDERMANN, W. Does prolonged cycling of moderate intensity affect immune cell function? **Br J Sports Med**, v.39, n.3, p.171-177, 2005.

SLIVKA, D.R., HAILES, W.S., CUDDY, J.S., RUBY, B.C. Effects of 21 days of intensified training on markers of overtraining. **J Strength Cond Res**, v.24,n.10, p.2604-2612, 2010.

SPENCE, L., BROWN, W.J., PYNE, D.B., NISSEN, M.D., SLOOTS, T.P., MC CORMACK, J.G., LOCKE, A.S., FRICKER, P.A. Incidence, etiology, and symptomatology of upper respiratory illness in elite athletes. **Med Sci Sports Exerc**, v.39, n.4, p.577-86, 2007.

SPORTS ILLUSTRATED. Top Athletes. Disponível em: <http://sportsillustrated.cnn.com/>. Acesso em:10/02/2011.

STAGNO, K.M., THATCHER, R., VAN SOMEREN, K.A. A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. **J Sports Sci**, v.25, n.6, p.629-634, 2007.

STEGMANN, H., KINDERMANN, W., SCHANABEL, A. Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. **Int J Sports Med**, v.2, n.3, p.160-165, 1981.

TEGTBUR, U., BUSSE, M.W., BRAUMANN, K.M. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v.25, n.5, p.620-627, 1993.

TUBINO, M.J.G. A Educação Física e o Esporte do ocidente no século XX. **Arq Movimento**, v.1, n.2, p.99-100, 2005.

UNION CYCLISTE INTERNATIONALE. Disponível em: <http://www.uci.ch/templates/UCI/UCI5/layout.asp?MenuId=MTU0OTg&LangId=1>. Acesso em:10/02/2011.

URHAUSEN, A., KINDERMANN, W. Diagnosis of overtraining: what tools do we have? **Sports Med**, v.32, n.2, p.95-102, 2002.

VERJOSHANSKY, Y. V. **Entrenamiento Deportivo Planificacion y Programacion**. Barcelona:Martínez Roca, 1990.

VERKHOSHANSKI, Y.V. **Treinamento Desportivo: teoria e metodologia**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

VIANA, M.F., ALMEIDA, P.L., SANTOS, R.C. Adaptação portuguesa da versão reduzida do Perfil de Estados de Humor-POMS. **Análise Psicológica**, v.19, n.1, p.77-92, 2001.

VOGT, S., SCHUMACHER, Y.O., ROECKER, K., DICKHUTH, H.H., SCHOBERER, U., SCHMID, A., HEINRICH, L. Power Output during the Tour de France. **Int J Sports Med**, v.28, n.9, p.756-61, 2007.

ZAGO, M.A., PASQUINI, R. **Hematologia: fundamentos e prática**. São Paulo: Atheneu, 2004.

WALLACE, L.K., SLATTERY, K.M., COUTTS, A.J. The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. **J Strength Cond Res**, v.23, nº1, p.33-38, 2009.

WASSERMAN, K.; McLLORY, M. B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **Am J Cardiol**, v. 14, p. 844-852, 1964.