



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSO DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE JUIZ DE FORA EM ASSOCIAÇÃO COM A UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE VIÇOSA**

**FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS – FAEFID**

**Daniel Gustavo Schimitz de Freitas**

**EFEITOS DA CARGA DE TREINAMENTO SOBRE VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS,  
PSICOLÓGICA, FISIOLÓGICA E HEMATOLÓGICA DURANTE UMA PRÉ-  
TEMPORADA NO FUTEBOL PROFISSIONAL**

Juiz de Fora

2009

**Daniel Gustavo Schimitz de Freitas**

**EFEITOS DA CARGA DE TREINAMENTO SOBRE VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS,  
PSICOLÓGICA, FISIOLÓGICA E HEMATOLÓGICA DURANTE UMA PRÉ-  
TEMPORADA NO FUTEBOL PROFISSIONAL**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, da Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF em parceria com a Universidade Federal de Viçosa (UFV), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Maurício Gattás Bara Filho

Juiz de Fora

2009



## DEDICATÓRIA

À Deus, pais e irmãos pelo amor e apoio incondicional.

A minha esposa Marina pelo amor e compreensão nos momentos tortuosos.

A minha filha Bruna simplesmente por existir na minha vida e ser minha fonte de energia.

Aos verdadeiros amigos que nunca me deixaram ruir.

## AGRADECIMENTOS

*À Deus por estar sempre comigo e direcionar os meus passos.*

*Ao amigo, professor e orientador Maurício Gattás Bara Filho pela paciência e compreensão nos momentos decisivos e pela sabedoria com que conduziu este processo dosando com propriedade a relação estresse-recuperação.*

*Aos meus pais, Ismênia e Wantercy, que me ensinaram o caminho do bem e lutaram por toda a vida para que eu pudesse me preparar e vencer mais este desafio.*

*Aos meus irmãos, Diogo, Camila e Gabriel e pelo amor, amizade e carinho.*

*À minha esposa Marina e minha filha Bruna que estiveram comigo em todos os momentos decisivos ao longo dessa trajetória. Essa vitória é de vocês!*

*Aos amigos, Gabriel, Tadeu, Moacir, Rafael, Cíntia, Marcela, Rogério, Vinícius e Heglison que me apoiaram e contribuíram com o desenvolvimento e a concretização deste sonho.*

*Aos professores Renato Miranda, Jorge Perroux e Alexandre Freire Pinto que muito contribuíram com este trabalho.*

*Aos atletas e diretores, ao treinador Moacir Júnior e ao preparador físico Geraldo Fabian que aceitaram participar e permitiram que esta pesquisa fosse desenvolvida.*

*A todos que direta ou indiretamente colaboraram neste processo.*

*Muito Obrigado!*

## RESUMO

Introdução: o jogo de futebol exige dos jogadores uma grande capacidade física. Assim, faz-se necessário que os mesmos estejam regularmente envolvidos no processo de treinamento para que possam aprimorar sua condição física. O estresse provocado pelas cargas de cada sessão de treinamento pode acarretar alterações positivas ou negativas nas respostas fisiológicas, psicológicas, bioquímicas e hematológicas. Estas podem proporcionar a melhora do rendimento do atleta ou a queda do mesmo com uma possibilidade de ocorrência do *overreaching* ou do *overtraining*. Assim, o melhor entendimento destas respostas e a utilização das mesmas no controle dos treinamentos podem ser de grande valia no futebol.

Objetivo: verificar os efeitos da carga de treinamento sobre variáveis fisiológica, psicológicas, bioquímicas e hematológica durante uma pré-temporada no futebol profissional.

Métodos: oito jogadores profissionais de futebol ( $22,1 \pm 2,2$  anos,  $9,37 \pm 1,19$  % de gordura e velocidade de limiar anaeróbico -  $13,53 \pm 0,79$  Km/h) foram monitorados durante 21 dias de uma pré-temporada e submetidos a 4 avaliações (T1, T2, T3 e T4). Foram realizados os seguintes procedimentos nas avaliações: coleta de sangue para análise da hemoglobina (Hgb), creatina quinase (CK) e lactato desidrogenase, aplicação do questionário de POMS (vigor e fadiga) e a mensuração dos intervalos RR em repouso para análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio do tempo e da frequência. A carga de cada sessão de treino foi quantificada pelo TRIMP modificado (Stagno et al., 2007).

Resultados: A CK aumentou significativamente ( $p < 0,05$ ) em T2 e T3 em relação a T1. As outras variáveis não apresentaram diferença significativa em nenhuma das avaliações realizadas e não foi observada correlação entre as mesmas.

Conclusão: a CK parece ser a variável mais reativa à carga de treino em relação às outras e, assim, sua utilização no monitoramento do treinamento seria mais confiável. Os valores da VFC no domínio da frequência apresentaram uma tendência de resposta às alterações da carga que merece atenção. Outros estudos são necessários para confirmar estes resultados.

Palavras-chave: marcadores da carga de treino. Futebol. Monitoramento.

## ABSTRACT

Introduction: The soccer game demands from players a great physical capacity. Thus, it is necessary the regular and controlled involvement in training process to improve their physical condition. The stress generated by the training load of each session may cause positive and negative changes on physiological, psychological, biochemical and hematological responses. These responses can provide the improvement of athletes' performance or its decrement, when overreaching or overtraining can occur. Therefore, a better understanding of physiological, psychological, biochemical and hematological responses and the use of them in training control would have a great value in soccer.

Objective: To verify the effects of training load on physiological, psychological, biochemical and hematological variables during a pre season in professional soccer.

Methods: Eight professional soccer players ( $22,1 \pm 2,2$  years,  $9,37 \pm 1,19$  % body fat and anaerobic threshold velocity -  $13,53 \pm 0,79$  Km/h) were monitored during 21 days during a pre season and were submitted to four evaluations (T1, T2, T3 and T4). The following procedures were carried out: blood sample collection to analyze of hemoglobin concentration (Hgb), creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LDH), application of POMS questionnaire (fatigue and vigor) and the measurement of resting RR intervals to analyze the heart rate variability (HRV) in time and frequency domain. Training load of each session was quantified by modified TRIMP.

Results: CK significantly increased ( $p < 0,05$ ) in T2 and T3 in relation to T1, following the training load behavior. The other variables did not present significant differences ( $p > 0,05$ ) in any of the evaluations and significant correlations among the variables were not observed.

Conclusion: It seems that CK is a more sensitive variable to training load compared to other variables, so its use in training monitoring would be more reliable. HRV values in frequency domain a trend to respond training load changes what deserves attention for future studies that are necessary to confirm these results.

Key words: Monitoring. training load responses. professional soccer

## SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
INTRODUÇÃO / CONTEXTUALIZAÇÃO.....	11
<b>ARTIGO 1:</b> Marcadores psicológicos, fisiológico, bioquímicos, hematológico e imunológico para determinação dos efeitos da carga de treino e do <i>overtraining</i> .....	13
RESUMO.....	14
ABSTRACT.....	15
INTRODUÇÃO.....	16
ESTADO DE HUMOR E O EXERCÍCIO.....	20
ESCORE DO QUESTIONÁRIO DE OVERTRAINING E O EXERCÍCIO..	22
VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E O EXERCÍCIO.....	23
CONCENTRAÇÃO DE HEMOGLOBINA E O EXERCÍCIO.....	27
MARCADORES BIOQUÍMICOS E O EXERCÍCIO.....	28
LEUCÓCITOS E O EXERCÍCIO.....	32
RELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS.....	33
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
<b>ARTIGO 2:</b> Efeitos da carga de treinamento sobre variáveis bioquímicas e psicológica durante uma pré-temporada no futebol profissional.....	36
RESUMO.....	37
ABSTRACT.....	38
INTRODUÇÃO.....	39

	10
METODOLOGIA.....	41
RESULTADOS.....	46
DISCUSSÃO.....	50
CONCLUSÃO.....	58
<b>ARTIGO 3: Efeitos da carga de treinamento sobre variáveis fisiológica e hematológica durante uma pré-temporada no futebol profissional.....</b>	<b>59</b>
RESUMO.....	60
ABSTRACT.....	61
INTRODUÇÃO.....	62
METODOLOGIA.....	65
RESULTADOS.....	72
DISCUSSÃO.....	75
CONCLUSÃO.....	83
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
ANEXOS.....	94
Anexo A: Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa.....	95
Anexo B: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	97
Anexo C: Questionário de estado de humor (POMS).....	100

## INTRODUÇÃO / CONTEXTUALIZAÇÃO

O treinamento desportivo é um processo que objetiva romper o equilíbrio interno do organismo humano e, assim, proporcionar adaptações para a melhoria do rendimento atlético. No futebol, este processo tem ganhado cada vez mais importância devido ao calendário intenso que as equipes tem que cumprir com várias competições ao longo da temporada. Dentre as fases da periodização, a pré-temporada é um período no qual os atletas retomam suas atividades após as férias e precisam estar em boas condições para iniciar o calendário competitivo e suportar a carga de treinos e jogos durante a temporada.

O estímulo provocado pelas cargas de treino pode, em alguns casos, superar a capacidade de resposta do indivíduo e culminar em uma resposta negativa, na qual o atleta pode ter o seu rendimento diminuído por um período curto de até duas semanas ou se prolongar por vários meses, os quais caracterizam respectivamente, o *overreaching* e o *overtraining*<sup>1</sup> (Lehmann et al., 1993; Smith, 2003; Miranda & Bara Filho, 2008).

Na tentativa de aprimorar os treinamentos e, conseqüentemente, o rendimento do atleta, alguns estudos têm sido desenvolvidos com a utilização de variáveis fisiológicas, bioquímicas, psicológicas, hematológicas e imunológicas na verificação dos efeitos agudos e crônicos da carga de treino. Isto é possível pelo fato do estresse provocado pelos treinamentos acarretar alterações em variáveis de todas estas categorias (Halson et al., 2003; Varlet-Marie et al., 2004; Earnest et al., 2005; Purge et al., 2006; Margonis et al., 2007; Silva et al., 2008a; Lazarim et al., 2009). No entanto, estes estudos, em sua maioria, são realizados com atletas de resistência e os que o fizeram em esportes coletivos nem sempre monitoraram de forma sistemática atletas profissionais durante uma fase da periodização.

Especificamente no futebol, poucos foram os estudos desenvolvidos com esta característica, sobretudo com atletas profissionais. Associado a isto, não há um consenso sobre a consistência destas variáveis quando utilizadas com o objetivo de

---

<sup>1</sup>Overtraining – é o desequilíbrio entre estresse e recuperação que acarreta um declínio no rendimento do atleta, o qual pode se prolongar por meses.

Overreaching – é um desequilíbrio entre estresse e recuperação no qual o rendimento do atleta diminui, mas é restabelecido em até duas semanas.

monitorar os efeitos da carga de treinamento e não foi encontrado nenhum marcador com o potencial de prover, isoladamente, informações precisas sobre o estado de adaptação dos atletas, inclusive no futebol (Kenttä & Hassmén, 1998; Hartmann & Mester, 2000; Petibois et al., 2003; Margonis et al., 2007).

Assim, o desenvolvimento de estudos com a utilização de mais de uma variável no acompanhamento dos treinos no futebol se torna importante para aumentar o universo de informações sobre o controle do treinamento neste esporte. Neste contexto, acreditamos que o melhor entendimento da resposta do treinamento através de variáveis que podem ser mensuradas e quantificadas no dia-a-dia dos treinamentos pode auxiliar os profissionais envolvidos com a preparação de atletas de alto nível no futebol a aprimorar seus treinamentos, equilibrando carga e recuperação, o que culminará na otimização do rendimento dos atletas e, assim, no sucesso da equipe.

Com o intuito de diminuir a complexidade do assunto abordado, esta dissertação foi dividida em três artigos distintos, porém interdependentes no que tange ao tema desta dissertação.

O primeiro artigo buscou, através de uma revisão bibliográfica, esclarecer a relação estresse-recuperação e seus possíveis efeitos assim como explicar as variáveis bioquímicas, fisiológicas, psicológicas, hematológicas e imunológicas e sua relação com as alterações na carga de treino no treinamento desportivo de diversas modalidades esportivas.

O segundo e terceiro artigos trazem informações acerca do futebol e suas características e sobre o comportamento de variáveis bioquímicas e psicológica (segundo artigo) e fisiológica e hematológica (terceiro artigo) em relação às alterações na carga de treino ao longo de um período de uma pré-temporada com atletas profissionais de futebol.

**ARTIGO 1****MARCADORES PSICOLÓGICOS, FISIOLÓGICO, BIOQUÍMICOS,  
HEMATOLÓGICO E IMUNOLÓGICO PARA DETERMINAÇÃO DOS EFEITOS DA  
CARGA DE TREINO E DO *OVERTRAINING*****Psychological, physiological, biochemical, hematological and immunological  
markers of the training load and the overtraining effects**

## RESUMO

O treinamento desportivo é um processo que tem por objetivo romper o equilíbrio interno do organismo humano e assim, aperfeiçoar o desempenho do atleta. No entanto, o estresse provocado pelos treinamentos pode acarretar reações negativas, tal como a síndrome do overtraining. Esta inadaptação pode ser evitada pelo monitoramento dos efeitos do treinamento através de variáveis psicológicas, fisiológicas, bioquímicas, hematológicas e imunológicas. Nesta revisão, estado de humor, questionário de overtraining, variabilidade da frequência cardíaca, concentração de hemoglobina, creatina quinase, lactato desidrogenase e leucócitos foram enfatizados. Os estudos pesquisados suportam que não há um consenso sobre a eficiência de alguns marcadores, mas são unânimes quanto ao fato de um único marcador não ser capaz de monitorar e prevenir esta síndrome. Fica claro a necessidade de outros estudos para minimizar as dúvidas e aumentar o conhecimento a cerca deste assunto que é de grande interesse dos pesquisadores e profissionais que estão envolvidos com o esporte de rendimento.

Palavras-chave: overtraining. marcadores da carga de treino. rendimento

## **ABSTRACT**

Athletic training is a process that aims to break the internal environment balance of human organism and thus, to improve the athlete's performance. However, the training stress may result in negative responses such as the overtraining syndrome. This maladaptation can be avoided by the control of training effects such as psychological, physiological, biochemical, hematological and immunological variables. Studies support that there are not a concern about the efficiency of several markers, but they agree that only one marker is unable to monitor and prevent this syndrome. It is evident the necessity of further studies to reduce the doubts and increase the knowledge about this topic that is of great interest of researchers involved with high performance sports. In this context, the purpose of this review was to discuss, based on specialized literature, how psychological, physiological, biochemical, hematological and immunological markers, as mood state, score of overtraining questionnaire, rest heart rate variability, hemoglobin concentration, creatine kinase, lactate dehydrogenase and leukocytes related with training load and overtraining.

Key words: Overtraining, markers of training load, performance

## INTRODUÇÃO

O treinamento desportivo é um processo ativo, complexo, regular, planejado e orientado para a melhoria do desempenho do atleta (Weineck, 1999), que tem por objetivo romper o equilíbrio interno do organismo humano por meio de um aumento progressivo das cargas de treinamento (Miranda e Bara Filho, 2008). Este processo constitui-se em uma fonte causadora de estresse em consequência de fatores psicofisiológicos e biomecânicos que são fundamentais para o rendimento esportivo (SILVA, 1990; MANSO, 2005).

Uma das condições primordiais para um treinamento de qualidade é o contínuo e adequado desequilíbrio da homeostase, caracterizado como estresse positivo. Em sequência, é fundamental que haja um período suficiente de recuperação para a ocorrência da supercompensação (Kenttä & Hassmén, 1998; Weinberg & Gould, 2001; ACSM, 2002; Garet et al., 2004). No entanto, o estresse provocado pelos treinamentos pode acarretar reações negativas quando as cargas impostas são incompatíveis com a capacidade de resposta do atleta, que resultará em uma inadaptação psicofísica com possíveis repercussões negativas no rendimento atlético. Essa inadaptação está associada a alterações fisiológicas, bioquímicas, psicológicas, hematológicas e imunológicas, que por sua vez provocará prejuízos para a saúde do atleta, tal como a síndrome do overtraining (Urhausen & Kindermann, 2002; Smith, 2003; Jeffreys, 2004; Varlet-Marie et al., 2004; Rogero et al., 2005; Cunha et al., 2006). Em casos extremos, pode evoluir para o fenômeno do *burnout*, processo no qual há um esgotamento psicofisiológico do atleta sentindo-se este completamente desmotivado com o esporte (KENTTÄ & HASSMÉN, 1998; WEINBERG & GOULD, 2001; MIRANDA & BARA FILHO, 2008).

A intensidade e o volume do treinamento, assim como o tempo de recuperação entre as sessões sucessivas, têm sido uma grande preocupação para técnicos, preparadores físicos, fisiologistas e cientistas uma vez que estes fatores são intervenientes no treinamento esportivo e há uma linha tênue entre os resultados positivos (aprimoramento da condição física) e negativos (efeitos deletérios) proporcionados pelo estresse das cargas de treino, principalmente em atletas que estão sempre no limite psicofísico do seu organismo.

### **Overreaching, overtraining e recuperação**

O *overreaching* e o *overtraining* são processos nos quais o atleta apresenta uma queda no rendimento esportivo sendo que, no primeiro, o indivíduo se recupera totalmente em no máximo duas semanas, mas no segundo o período de recuperação pode levar de algumas semanas a meses (Gleeson, 2002). Assim, pode-se admitir que a principal diferença entre o *overreaching* e o *overtraining* encontra-se no tempo necessário para a recuperação do atleta (MIRANDA E BARA FILHO, 2008)

O *overreaching* ocorre devido ao acúmulo do estresse do treinamento e de outros fatores, sociais e psicológicos, que resultam em uma diminuição da capacidade de rendimento, a qual é restaurada de alguns dias a duas semanas (Kenttä & Hassmén, 1998; Smith, 2003; Baumert et al., 2006; Purge et al., 2006). Esta condição está provavelmente associada a uma recuperação metabólica insuficiente, o que acarreta uma queda nos níveis de ATP (Varlet-Marie et al., 2003). O *overreaching* pode ainda ser entendido como parte do processo da supercompensação do organismo (ACSM, 2002; Purge et al., 2006). Miranda e Bara filho (2008) propõem uma adaptação do diagrama da Síndrome da Adaptação Geral (SAG) de Selye (Figura 1), com base nos princípios científicos que norteiam o treinamento esportivo, que ilustra perfeitamente este processo.

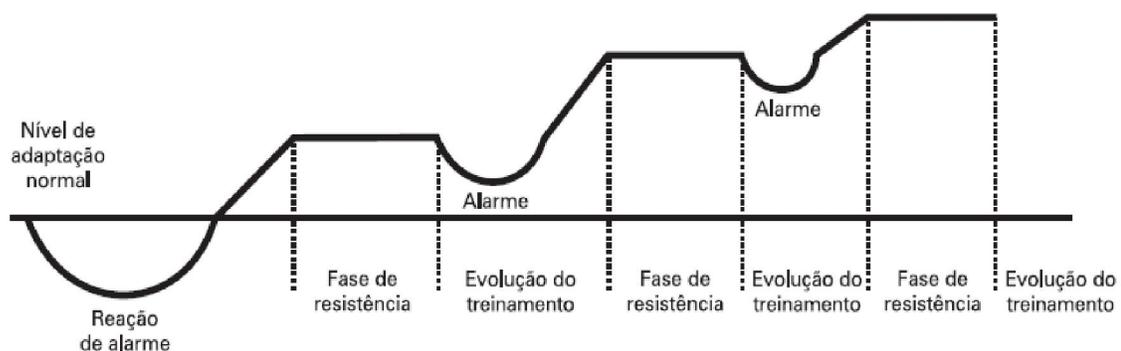


Figura 1- Adaptação do diagrama da SAG para o treinamento esportivo. Fonte: Livro Construindo um atleta vencedor: Uma abordagem psicofísica do esporte, 2008 p. 93. Autorizado pelos autores.

O *overtraining* é uma desordem que afeta um grande número de atletas (Margonis et al., 2007) e pode ser caracterizada como uma síndrome complexa na qual há um desequilíbrio entre o estresse do treinamento bem como de outros fatores e a recuperação (Lehmann et al., 1993, Kenttä & Hassmén, 1998; Halson et al., 2003; Baumert et al., 2006), ou ainda, uma condição na qual o atleta está treinando excessivamente, com uma baixa qualidade de recuperação, sente-se mentalmente fadigado e apresenta uma deterioração do desempenho (Hartmann & Mester, 2000; Hedelin et al., 2000b; Smith, 2000; Varlet-Marie et al., 2003; Margonis et al., 2007). Esta síndrome pode ser atribuída a uma disfunção do eixo hipotálamo-pituitário-adrenocortical que falha no controle dos efeitos do estresse do treinamento (Lehmann et al., 1993; Petibois et al., 2003). De acordo com Varlet-Marie et al. (2004), a síndrome do *overtraining* pode ser entendida como o terceiro estágio da SAG de Selye que é o esgotamento. Petibois et al. (2003) demonstraram em seu estudo que uma grande sobrecarga no treinamento de resistência pode acarretar o *overtraining* através de alterações no metabolismo que pode se tornar crônico, aumentando a fadiga.

O atleta com a síndrome do *overtraining*, além da dificuldade em manter os regimes de treinamento com conseqüente queda no desempenho, pode apresentar infecção do trato respiratório superior, imunossupressão, percepção de pernas pesadas, fadiga generalizada, aumento da percepção subjetiva do esforço, alterações da freqüência cardíaca e concentração de hemoglobina, disfunções no sistema nervoso autônomo, distúrbios do sono e do apetite, alterações de humor, depressão, entre outros (BUDGETT, 1998; KENTTÄ & HASSMÉN, 1998; HARTMANN & MESTER, 2000; WEINBERG & GOULD, 2001; GLEESON, 2002; HALSON ET AL., 2003; SMITH, 2003; VARLET-MARIE ET AL., 2003; VARLET-MARIE ET AL., 2004; COSTA & SAMULSKI, 2005; ROGERO ET AL., 2005; ALVES ET AL., 2006, CUNHA ET AL., 2006).

Poucos estudos indicaram uma descrição precisa do processo do *overtraining* para entender o padrão de adaptações positivas e negativas às cargas de treinamento (Petibois et al., 2003). Fatores como a monotonia dos treinamentos, o excesso de pressão e de competições podem contribuir para o *overtraining*, mas o principal fator causal dessa síndrome é a recuperação inadequada (KENTTÄ & HASSMÉN, 1998; KELLMAN, 2002).

A recuperação pode ser definida como a compensação do estado de déficit de um organismo ou o restabelecimento do estado homeostático (Kellmann, 2002). Devido às tensões, preocupações e altas expectativas por sucesso que o cenário do alto nível competitivo reverbera, são observadas falhas na aplicação da metodologia de treinamentos de atletas, principalmente com relação aos intervalos de recuperação. O repouso adequado após o exercício intenso pode ser importante para melhorar a recuperação psicológica e fisiológica do atleta (Suzuki et al., 2004). Quanto maior a demanda do treinamento, maior a necessidade de recuperação do atleta (KENTTÄ & HASSMÉN, 1998).

Quando os períodos de recuperação dos atletas não são adequados e as cargas são aumentadas desproporcionalmente, a rotina do atleta pode se tornar cada vez mais extenuante (Rogerio et al., 2005) e muitas das alterações fisiológicas associadas com o treinamento físico podem ser revertidas ao *overtraining* (Cunha et al., 2006). Uma recuperação inadequada (período curto) com a manutenção do regime de treinamento poderá acarretar uma inflamação crônica no organismo do atleta (HALSON ET AL., 2003).

Diferenças inter-individuais no potencial de recuperação, capacidade de realizar o exercício, estressores não relacionados especificamente ao treinamento (família, estudos, trabalho e outros) e a tolerância ao estresse podem explicar porque os atletas apresentam respostas diferentes para as mesmas cargas de treinamento (Lehmann et al., 1993; Raglin, 1991). O processo de recuperação pode ser desenvolvido de três formas: passiva, na qual o atleta não realiza nenhum tipo de atividade física, somente de relaxamento; ativa, na qual é realizado um treinamento com menor volume e intensidade; pró-ativa, em que o atleta escolhe a atividade que deseja realizar para facilitar sua recuperação (KELLMAN, 2002).

Os fatores associados ao *overtraining* podem prejudicar a saúde do atleta e afastá-lo momentaneamente de treinamentos e competições, podendo comprometer completamente a carreira do mesmo. Admite-se que a principal causa desta síndrome é o tempo inadequado de recuperação. A relação direta entre recuperação e estresse da carga de treino reforça a necessidade da periodização dos programas de treinamento para que os resultados sejam alcançados sem

comprometer a saúde e a integridade psicofísica e social do atleta, que é o foco principal do processo.

### **Estudos com Marcadores da carga de treinamento**

Apesar dos avanços nas pesquisas com as cargas de treinamento, ainda não foi identificado um marcador confiável, simples e específico para monitorar regularmente a resposta do atleta à carga de treinamento (Lehmann, 1993; Kenttä & Hassmén, 1998) e para diagnosticar o *overreaching* e o *overtraining* nos estágios iniciais (Gleeson, 2002; Varlet-Marie et al., 2003; Margonis et al., 2007) pois, nenhum parâmetro isolado é suficiente para avaliá-los e predizê-los (Hartmann & Mester, 2000). Assim, o monitoramento do treinamento de atletas de elite deveria envolver uma avaliação multivariada para mensurar a adaptação a certas cargas de treino (PURGE ET AL., 2006).

Os sintomas associados ao *overtraining* podem ser divididos em categorias de avaliação: psicológicos, fisiológicos, bioquímicos, hematológicos e imunológicos (Kenttä & Hassmén, 1998; Urhausen & Kindermann, 2002; Silva et al., 2008ab) e, de acordo com Smith (2003), a utilização de marcadores destas categorias juntos, é a melhor forma de monitorar o treinamento.

Mediante isso, o objetivo dessa revisão é abordar, a partir dos dados da literatura especializada, como os marcadores psicológico, fisiológico, bioquímico, hematológico e imunológico, especificamente, estado de humor, escore do questionário de *overtraining*, variabilidade da frequência cardíaca (VFC) em repouso, concentração de hemoglobina (Hgb), creatina quinase plasmática (CK), lactato desidrogenase (LDH) e os níveis plasmáticos de leucócitos, relacionam-se com a demanda de treinamento e o *overtraining*.

### **ESTADO DE HUMOR E O EXERCÍCIO**

Os marcadores psicológicos têm sido largamente utilizados na tentativa de avaliar os efeitos das cargas de treino (Kellmann & Günther, 2000; Costa & Samulski, 2005; O'Connor & Puetz, 2005; Alves et al., 2006). Métodos como o Perfil de Estado

de Humor (POMS), Questionário de Estresse-Recuperação (REST-Q), Escala de Percepção do esforço de Borg (RPE) têm sido utilizados para o acompanhamento e monitoramento dos treinamentos (KELLMAN, 2002; ALVES ET AL., 2006).

As relações entre as dimensões do humor, o rendimento esportivo e a monitorização do treinamento têm sido motivo de preocupações e, conseqüentemente, de investigações na área da psicologia do esporte e das atividades físicas (Silva et al., 2007). Muitos estudos têm avaliado o estado de humor através do POMS – Profile of Mood States (McNair et al., 1992) que mede o estresse psicológico através de suas seis escalas – tensão/ ansiedade, depressão, raiva, vigor, fadiga e confusão mental. Desta maneira, este método constitui-se em uma das medidas mais completas para avaliar os efeitos do estresse da carga de treinamentos sobre o estado psicológico. De acordo com Raglin et al. (1991), o POMS é um método rápido e fácil de avaliar a condição psicológica dos atletas.

Grandes aumentos e diminuições no volume e na intensidade do treinamento de resistência têm sido encontrados estando associados com mudanças nos pontos da fadiga e vigor do POMS em um padrão dose-resposta (Suzuki et al., 2004). Estudos que têm observado a relação entre o exercício e a condição psicológica concluíram que o exercício intenso associado a uma recuperação insuficiente afeta negativamente o estado de humor (RAGLIN ET AL., 1991; SAKURAGI & SUGIYAMA, 2006).

O estado de humor está associado com a percepção do esforço e tem sido usado em estudos que investigam o treinamento desportivo (Budgett, 1998; Suzuki et al., 2004; Sakuragi & Sugiyama, 2006). Experimentos com atletas de resistência têm revelado que a atividade física pode tanto melhorar quanto piorar a fadiga e a energia do humor, e o efeito depende do volume e da intensidade de estímulo do treinamento (O'Connor & Puetz, 2005; Silva et al., 2007). As alterações no estado de humor são relacionadas tanto à prática regular de atividades físicas quanto aos diferentes momentos de treinamento e competições esportivas. No estudo de Halson et al. (2003), foi constatada uma alteração no estado de humor em ciclistas em resposta ao treinamento intenso. Uma relação inversa, mas não estatisticamente significativa, entre o vigor e a fadiga, avaliados pelo POMS, foi observada nos estudos de Baumert et al. (2006) e Silva et al. (2007) com corredores e triatletas. Buchheit et al. (2004),

em seu estudo com indivíduos jovens em diferentes níveis de condicionamento, não encontraram diferença significativa no estado de humor ou no nível de fadiga entre os indivíduos sedentários, moderadamente treinados e altamente treinados. De maneira geral, deseja-se que os esportistas apresentem níveis mais elevados de vigor e mais baixos de tensão, ansiedade depressão, raiva, fadiga e confusão mental para assim, alcançar um rendimento adequado (Berger et al., 1993; Berger et al., 1998; Cober & Mickle, 2000). De acordo com Gleeson (2002), alterações no estado de humor refletem mudanças bioquímicas ou imunológicas que são comunicadas ao cérebro via hormônios e citocinas.

O estresse provocado pelo treinamento influencia positiva ou negativamente o estado mental do atleta. Algumas variáveis psicológicas são mais responsivas a esse estresse e podem ser avaliadas através de questionários. Esse procedimento, apesar de algumas limitações como a subjetividade das respostas, pode ajudar no controle dos efeitos da carga de treino facilitando o aprimoramento da condição física e auxiliando na prevenção de efeitos negativos como a síndrome do overtraining.

## **ESCORE DO QUESTIONÁRIO DE *OVERTRAINING* E O EXERCÍCIO**

O questionário de *overtraining* SFMS (Société Française de Médecine du Sport) (Brun, 2003) foi desenvolvido para quantificar os sintomas clínicos iniciais da síndrome do *overtraining* (Gaudard et al., 2003) visto que apresenta uma relação direta com cargas elevadas de treinamento (Maso et al., 2004; Varlet-Marie et al., 2004). Este instrumento é capaz de medir o estresse psicofisiológico e ajuda a avaliar o grau de sobrecarga em atletas submetidos a programas de treinamento intenso através de 54 perguntas respondidas como sim ou não, sendo avaliado através do escore de respostas positivas (Brun, 2003; Gaudard et al., 2003). De acordo com Varlet-Marie et al. (2004), este questionário é uma ferramenta importante no diagnóstico da síndrome do *overtraining*.

Devido a sua utilização em alguns estudos, este questionário já foi traduzido para a língua portuguesa (Brasil) (Fernandes et al; 2008) e está em processo avançado de validação com algumas modificações como a divisão das

afirmativas em 6 escalas (rendimento, psicológico, fisiológico, nutricional, social e imunológico) e as respostas pela escala de Likert de 0 a 3 (0-nunca, 1- às vezes, 2-frequentemente e 3- sempre).

O escore do questionário SFMS parece estar correlacionado com marcadores do dano muscular como a CK e a miosina (Varlet-Marie et al., 2004) e com a viscosidade plasmática (Gaudard et al., 2003; Varlet-Marie et al., 2003) e pode escanear e detectar precocemente a síndrome do *overtraining* favorecendo a recuperação do atleta (BRUN, 2003; MASO ET AL., 2004, ELLOUMI ET AL., 2005).

Este questionário é uma ferramenta que vem sendo usada há pouco tempo e parece ser capaz de detectar os efeitos negativos do treinamento podendo ser utilizado para o controle das cargas de treino. Assim, a utilização do questionário de *overtraining* merece mais estudos, associando-o a outras variáveis e com atletas brasileiros para verificar a sua aplicação nesta população.

## **VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM REPOUSO E O EXERCÍCIO**

O estresse fisiológico do treinamento é o principal aspecto associado ao *overtraining* (Kenttä & Hassmén, 1998). Nos últimos anos, tem-se observado um aumento no interesse pela forma como o sistema cardiovascular reage ao estresse do exercício (Aubert et al., 2003) e pelo uso de mensurações não-invasivas para examinar a função autonômica cardíaca (simpática e parassimpática) (POBER et al., 2004).

A VFC tem o potencial de avaliar, de forma não-invasiva, a oscilação temporal dos intervalos R-R (picos R dos complexos QRS originados do nodo sinoatrial) através de métodos específicos no domínio do tempo e da frequência (Task Force, 1996; Earnest et al., 2004; Du et al., 2005). Métodos no domínio do tempo como o SDNN (Desvio padrão de todos os intervalos R-R), RMSSD (Raiz quadrada da média das diferenças sucessivas ao quadrado entre R-R adjacentes) e o pNN50 (Porcentagem das diferenças sucessivas entre os intervalos R-R que são > 50 ms) e no domínio da frequência como o componente HF (Componente espectral de alta frequência (0,15 – 0,4 Hz)) apresentam grande correlação com o sistema nervoso parassimpático sendo assim, utilizados como marcadores dessa porção do

sistema nervoso autônomo. Com relação ao sistema nervoso simpático, ainda não há um consenso sobre alguma variável que possa ser usada para marcar especificamente a sua influência (Task Force, 1996). A avaliação da VFC pode ser feita através da plotagem de Poincaré, na qual cada intervalo R-R é plotado em função do intervalo prévio e permite uma análise visual da atividade do sistema nervoso autônomo (SNA), sendo que quando a alça parassimpática é dominante, o escaterograma tem uma forma elíptica e quando o simpático é dominante observa-se uma forma estreita de plotagem (Mourot et al., 2004a). Um exemplo deste modelo pode ser observado na figura 1, através da qual é possível observar uma diferença entre dois atletas na resposta adaptativa ao treinamento.

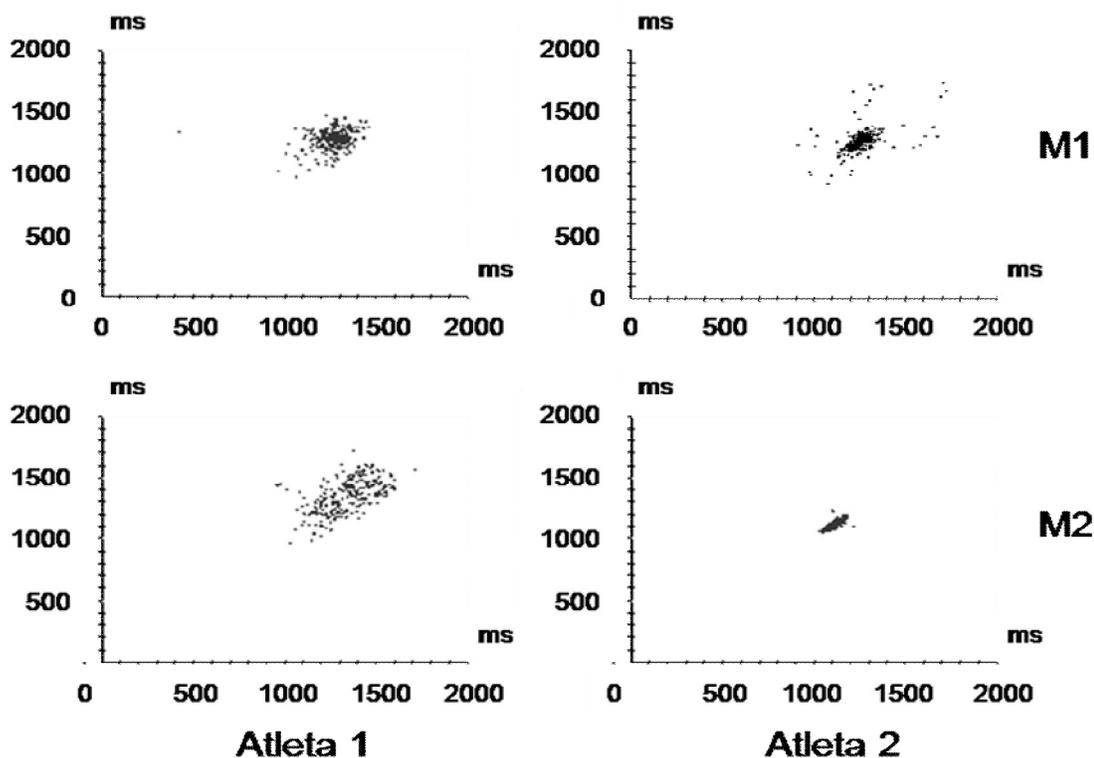


Figura 1- Plotagem de Poincaré da Variabilidade da Frequência Cardíaca em repouso de dois atletas profissionais de futebol submetidos ao mesmo programa de treinamento. M1 é a avaliação pré e M2 é referente ao momento final após 14 dias de treino. (Bara Filho et al.; dados não publicados).

A função neurocardíaca pode ser mensurada através da VFC, pois esta variável fisiológica é capaz de quantificar, através de uma estimativa indireta (Earnest et al., 2005), a interação entre as alças simpática e parassimpática do nodo

sinoatrial (Mourot et al., 2004a; Pober et al., 2004; Baumert et al., 2006; Madden et al., 2006). Assim, a VFC tem sido um dos parâmetros utilizados para quantificar o estresse gerado pelo exercício, visto que reflete a resposta do SNA relativo às alterações de cargas, execuções sucessivas e fadiga (Hedelin et al., 2000a; Earnest et al., 2004; Mourot et al., 2004a; Pober et al., 2004; Manso, 2005; Baumert et al., 2006). Visto isto, a mensuração desta variável é capaz de prover uma explicação para os efeitos de diferentes modalidades de treinamento sobre a mortalidade cardiovascular e sobre as alterações fisiológicas que ocorrem com o exercício (Madden et al., 2006). O exercício físico promove uma alteração na VFC devido à maior contribuição do sistema nervoso simpático no controle autonômico em repouso logo após o exercício (Iellamo et al., 2004), seguido por um retorno gradual aos valores pré-exercício (Pober et al., 2004), quando a recuperação é adequada (BAUMERT ET AL., 2006).

Sabe-se que o treinamento de resistência melhora a função cardiorrespiratória (Du et al., 2005) e aumenta significativamente a VFC tanto no domínio do tempo quanto no domínio da frequência (Madden et al., 2006) por aumentar a atividade vagal (Iwasaki et al., 2003). Este aumento do tônus parassimpático está associado aos efeitos cardioprotetores proporcionados pelo exercício comumente observado em atletas e indivíduos treinados (Aubert et al., 2003). Mas, no estudo de caso realizado por Hedelin et al. (2000)b, foi sugerido que o aumento da atividade parassimpática está relacionado ao overtraining. Isto pode ser explicado pela divisão do overtraining em manifestação simpática e parassimpática, sendo a primeira forma dominante nos estágios iniciais desta síndrome e a segunda forma predominante nos estágios mais avançados devido a uma inibição do sistema simpático (BAUMERT ET AL., 2006).

Uma quantidade moderada de exercício é suficiente para aumentar o índice vagal relacionado à VFC (Buchheit et al., 2004). Mas, de acordo com Mourot et al. (2004b), um programa de treinamento intenso ou suficientemente longo parece ser necessário para induzir mudanças significativas na VFC, no entanto, a característica do treinamento (constante, intermitente e intervalado e a intensidade, duração e frequência das sessões de treino) que provavelmente causam estas mudanças, permanece obscura. Se o exercício intenso for acompanhado de uma recuperação insuficiente, o balanço autonômico pode ser alterado apresentando uma

diminuição do tônus parassimpático e principalmente uma elevação do tônus simpático, o que, associado a outros parâmetros, pode caracterizar o *overtraining* (Earnest et al., 2004). Baumert et al. (2006), avaliaram o impacto do aumento da carga de treinamento sobre o sistema cardiovascular em atletas, e constatou que quando o treinamento físico é intensificado abruptamente, a atividade cardiovascular é alterada com a diminuição da atividade parassimpática e elevação da atividade simpática e que essa resposta pode ser monitorada pela VFC em repouso. Esse aumento da atividade simpática em repouso pode ser acompanhado pela queda no rendimento esportivo (MOUROT ET AL., 2004)a.

Earnest et al. (2004) examinaram a relação entre a VFC e o exercício físico em ciclistas profissionais e concluíram que as alterações na VFC em repouso são inversamente relacionadas ao volume e à intensidade do exercício e se devem ao esforço cumulativo dos estágios consecutivos da competição. No mesmo estudo, foi observado que, para um esforço semelhante, há uma variação na resposta autonômica cardíaca entre os indivíduos. No estudo de Du et al. (2005) com maratonistas do sexo feminino, foi constatado que maiores níveis de VFC em repouso estavam associados com uma rápida recuperação da frequência cardíaca após o exercício e que isto estaria relacionado a um melhor condicionamento físico. Estas respostas ocorrem, provavelmente, devido a um aumento da função barorreflexa. Mourot et al. (2004)a, em seu estudo com atletas, observaram que o padrão de resposta da VFC em repouso de um atleta em *overtraining* é semelhante ao de um indivíduo sedentário e que um atleta, em condições normais, apresenta maior VFC em relação a outros indivíduos menos treinados devido a um maior predomínio vagal. Os autores concluíram ainda que a diferenciação entre um indivíduo bem treinado e um em *overtraining* pode ser feita através da plotagem de Poincaré. Uma forte relação entre a variação relativa no rendimento e uma variação relativa na atividade noturna do SNA, avaliada através da VFC foi observada no estudo de Garet et al. (2004). Mas, no estudo de Buchheit et al. (2004), foi observado um padrão semelhante do índice vagal da VFC entre sedentários e indivíduos altamente treinados. Pode-se levantar a hipótese de que os indivíduos altamente treinados deste estudo estavam sofrendo da síndrome do *overtraining*.

Fatores como idade, sexo, temperatura, frequência respiratória e nutrição podem influenciar a resposta da função neurocardíaca mensurada através da VFC

em repouso, o que pode provocar erros na conclusão dos dados analisados (TASK FORCE, 1996; DU ET AL., 2005, BAUMERT ET AL., 2006).

O distúrbio do sistema nervoso autônomo tem sido sugerido como um dos sintomas associados ao *overtraining* (Hedelin et al., 2000b). A VFC pode ser usada no controle da carga de treino, principalmente quando analisa os atletas individualmente (Garet et al., 2004), e parece ser um marcador adequado para o *overreaching* (Baumert et al., 2006). Esse fato fortalece a importância da avaliação deste parâmetro fisiológico no acompanhamento dos treinamentos de atletas facilitando o entendimento de como o organismo do indivíduo responde às cargas impostas. A partir das conclusões a respeito da VFC, pode-se ter uma idéia do nível de adaptação do atleta e, se necessário, alterar a periodização. Deve-se ressaltar que esta é uma técnica não-invasiva o que facilita a sua utilização no dia-a-dia dos treinamentos. Mas, apesar dos muitos indícios positivos da utilização desta ferramenta, ainda há controvérsias sobre as condições de aquisição e análise dos dados, tipo de esporte e treinamento e sobre os resultados obtidos, o que exalta a necessidade de novos estudos. Associado a isso, este método de controle ainda não está ao alcance de grande parte dos preparadores físicos devido ao desconhecimento do modelo e, talvez, ao custo do material.

## **CONCENTRAÇÃO DE HEMOGLOBINA E O EXERCÍCIO**

Os efeitos da carga de treino no organismo do atleta têm sido quantificados através de parâmetros hematológicos como a concentração de hemoglobina (Hgb). Tem sido sugerido também que é possível identificar o *overreaching* e detectar o *overtraining* através do uso de vários marcadores dentre eles os hematológicos (Gleeson, 2002; Urhausen & Kindermann, 2002). A hemoglobina é uma substância com peso molecular de 65,5 kDa que tem como principal função absorver, transportar e liberar oxigênio para os tecidos (Aires, 1999). Os valores normais para indivíduos saudáveis e não atletas é de  $15 \pm 2 \text{ g.dL}^{-1}$  (Metin et al., 2003).

Menores níveis de hemoglobina são esperados durante algumas fases do treinamento aeróbico sistemático, sendo que valores entre  $12 \text{ e } 13 \text{ g.dL}^{-1}$  são

possivelmente relacionados ao processo de adaptação normal, na maioria dos casos (Malcovati et al., 2003). No estudo de Coutts et al. (2007), com triatletas, a Hgb diminuiu significativamente após um período de treinamento e aumentou, também significativamente, após um período de recuperação. Estas variações na Hgb, possivelmente, estão relacionadas às alterações no volume plasmático (Coutts et al., 2007; Silva et al., 2008b). Observou-se também que jogadores profissionais de futebol podem apresentar valores da Hgb significativamente menores do que de indivíduos sedentários após uma temporada competitiva (Metin et al., 2003). Resultados semelhantes foram observados por Hedelin et al. (2000) com canoístas, por Halson et al. (2003) com ciclistas e por Karakoc et al. (2005) com jogadores de futebol após um período de treinamento intenso. Estes estudos demonstram que a carga elevada de treinamento, seguida por uma recuperação insuficiente, está associada de forma indireta com a Hgb. No entanto, Filaire et al. (2003) não encontrou respostas significativamente diferentes na Hgb com alterações na carga de treinamento em jogadores de futebol.

A diminuição na hgb parece estar relacionada com treinamento excessivo, ou ainda com um desequilíbrio entre a carga e o período de recuperação. Mas esta alteração tem sido atribuída ao aumento do volume plasmático. Assim, estudos com um período maior de monitoramento são necessários para ser possível minimizar a hipervolemia aguda em resposta ao exercício e verificar a confiabilidade deste parâmetro no dia-a-dia do treinamento.

## **MARCADORES BIOQUÍMICOS E O EXERCÍCIO**

Marcadores bioquímicos podem ser considerados potentes parâmetros na avaliação da ocorrência do *overtraining* (Petibois et al., 2003). Esta síndrome é acompanhada por uma resposta significativa de biomarcadores do estresse oxidativo, os quais são alterados durante períodos de treinamento intenso e retornam aos níveis normais quando a carga diminui, indicando uma relação dose-resposta (Margonis et al., 2007). O nível sérico de enzimas musculares esqueléticas é um marcador do estado funcional do tecido muscular e varia fortemente em diferentes condições fisiológicas (BRANCACCIO ET AL., 2008).

Muitos métodos diretos e indiretos têm sido utilizados na análise do dano muscular decorrente do exercício físico (Foschini et al., 2007). Os métodos indiretos como mioglobina, lactato desidrogenase (LDH), fragmentos da cadeia pesada da miosina, DNA livre no plasma, CK, são mais frequentemente usados (Rogerio et al., 2005; Fatouros et al., 2006). Estas moléculas podem ser utilizadas como marcadores do dano no tecido muscular esquelético devido ao fato de serem citoplasmáticas e assim, impermeáveis na membrana plasmática (Willoughby et al., 2003). Dessa forma, o aumento nos níveis dessas moléculas no líquido extracelular pode indicar uma alteração da permeabilidade da membrana ou o rompimento da mesma (FRIÉDEN & LIEBER, 2001; TOTSUKA ET AL., 2002; FOSCHINI ET AL., 2007).

### ***Creatina quinase e o exercício***

A resposta de marcadores bioquímicos como a CK, em relação às cargas de treinamento tem sido o foco de vários estudos (Zoppi et al., 2003; Purge et al., 2006; Coutts et al., 2007; Zapico et al., 2007). A CK é uma proteína globular dimérica consistindo de duas subunidades com uma massa molecular de 43 kDa (Brancaccio et al., 2008) que tem um papel chave na formação de energia nas células musculares (Katirji & Al-Jaberi, 2001), visto que é uma das enzimas intramusculares responsáveis por manter níveis adequados de ATP durante a contração muscular (Friéden & Lieber, 2001). Segundo Urhausen & Kindermann (2002), as concentrações matinais de CK representam principalmente a sua liberação em dias anteriores. Algumas hipóteses como hipóxia tecidual, depleção do glicogênio muscular, peroxidação lipídica e acúmulo de espécies reativas de oxigênio (ERO's), são levantadas para justificar a elevação dos níveis de CK (KATIRJI & AL-JABERI, 2001).

Sabe-se que o uso desse marcador para o controle das cargas de treinamento e o diagnóstico do overtraining ainda está em discussão (Lehmann et al., 1993; Hartmann & Mester, 2000) e que as alterações na atividade da CK após o exercício variam com as diferentes condições de exercício (Totsuka et al., 2002; Brancaccio et al., 2008). Aliado a isso, a avaliação clínica do dano muscular induzido pelo exercício é muito difícil (Martínez-Amat et al., 2005). Mas, a CK pode ser

utilizada como marcador de fadiga e sobrecarga em indivíduos não-atletas (Totsuka et al., 2002). De acordo com Katirji & Jaberri (2001), Gleeson (2002) e Brancaccio et al. (2008), o exercício físico prolongado e extenuante aumenta os níveis de CK sendo que a magnitude dessa elevação é diretamente relacionada à intensidade e duração da atividade. Acredita-se que o efeito de sessões sucessivas de exercício prolongado possa desencadear mecanismos que induzam o extravasamento de CK na corrente sanguínea (Halson et al., 2003). Segundo Hartmann & Mester (2000) a determinação da CK parece ser o parâmetro sensível e confiável para avaliar qualquer aumento no estresse muscular ou a tolerância individual ao exercício muscular. Valores de CK total acima de 500UI/L têm sido utilizados como parâmetro para indicar lesão ao tecido muscular (Martínez-Amat et al., 2005). Totsuka et al. (2002) e Brancaccio et al. (2008) adotaram um valor de 300 a 500 UI/L para indicar que o limite da habilidade muscular havia sido excedido e nomearam-no de “*break point*” da CK . Deve-se destacar que valores da ordem de 200 a 250 UI/L podem ser considerados normais para homens atletas (HARTMANN & MESTER, 2000).

Purge et al. (2006), em seu estudo, examinaram as alterações da atividade da CK em remadores masculinos de elite durante um período de preparação e constataram que essas mudanças têm um padrão similar às alterações no volume semanal de treinamento. Martínez-Amat et al. (2005) observaram uma diferença na atividade da CK total entre indivíduos saudáveis e aqueles com danos no tecido muscular. Um aumento nos níveis de CK plasmático correspondente à intensificação do treinamento, também foi observado no estudo de Halson et al. (2003) quando estudaram a resposta dessa variável ao overreaching em oito ciclistas durante um período de seis semanas. Hartmann & Mester (2000) observaram uma aumento considerável na CK em um grande número de atletas após treinamento de resistência e de força de intensidade de moderado a intenso. Fatouros et al. (2006), observaram uma elevação nos níveis de DNA plasmático proporcional ao aumento da carga e uma correlação direta com a CK em praticantes recreativos de treinamento resistido. Já no estudo de Zoppi et al. (2003), não foi observada nenhuma diferença significativa na atividade da CK plasmática nos atletas durante uma temporada competitiva no futebol. Ainda nesse estudo, observou-se que as concentrações plasmáticas da CK estiveram sempre acima dos valores de referência para sujeitos sedentários.

De acordo com Hartmann & Mester (2000), há uma clara necessidade de determinações regulares de CK dentro de um programa de mensurações para acompanhar o treinamento. A mensuração da CK plasmática pode ser importante na quantificação do efeito da carga de trabalho durante um macrociclo de treinamento para adequar o intervalo de recuperação devido a sua relação direta com o estresse tecidual. Apesar de ser um método indireto e invasivo, quando comparado a métodos diretos de mensuração do dano muscular como as análises de amostras de músculo ou de imagem por técnica de ressonância magnética, se mostra como um parâmetro mais acessível e com menor custo para os profissionais que estão envolvidos no processo de treinamento.

### ***Lactato desidrogenase e o exercício***

A lactato desidrogenase (LDH) é uma proteína enzimática que cataliza a conversão de ácido pirúvico em ácido láctico e vice-versa, dependendo da isoforma da enzima (Gleeson et al., 2002; Brancaccio et al., 2008). Esta enzima é citoplasmática e uma elevação de seus níveis no líquido extracelular pode indicar uma alteração da permeabilidade ou o rompimento da membrana (Foschini et al., 2007). Assim, a atividade sérica da LDH pode ser considerada um marcador do dano celular (Brancaccio et al., 2008). Devido a estas características, alguns estudos têm utilizado a LDH como parâmetro de análise do efeito da carga em atletas competitivos como os de Suzuki et al. (2004) e Mashiko et al. (2004) com jogadores japoneses de rugby, nos quais foi observado que uma partida de rugby é capaz de provocar a elevação aguda da enzima LDH.

Os estudos nos quais a LDH foi utilizada como marcador do efeito da carga de treino são poucos e os que o fizeram, em sua maioria, analisaram o efeito de um único estímulo de exercício sobre a mesma e não discutiram os resultados com profundidade. Seria interessante conhecer melhor as alterações sofridas por esta enzima ao longo de um período de treinamento e verificar se esta pode ser utilizada como um parâmetro para o controle das cargas de treinamento em nível competitivo, aumentando assim as possibilidades de controle da carga para os profissionais que estão envolvidos com o esporte de rendimento.

## LEUCÓCITOS E O EXERCÍCIO

A influência do estresse provocado pelas cargas de treinamento sobre o sistema imunológico tem despertado o interesse do meio científico. Assim, os marcadores imunológicos têm sido estudados em relação ao treinamento (Smith, 2003). Isto se deve ao fato de que vários indicadores da função desse sistema são sensíveis ao estresse fisiológico e psicológico do exercício crônico e agudo (Gleeson, 2002). Estudos revelam que os atletas que treinam excessivamente, sem respeitar os intervalos para uma recuperação suficiente, apresentam um efeito cumulativo de vulnerabilidade de 3 a 72 horas após o exercício excessivo chamado “janela aberta” (MacKinnon, 2000). Neste caso, esse atleta pode desenvolver uma forma mais crônica de imunossupressão (SMITH, 2003).

A síndrome do *overtraining*, que parece ser uma condição inflamatória sistêmica, pode ser monitorada por marcadores imunológicos (Smith, 2000). Esta síndrome acarreta um aumento nos níveis de hormônios estressores que suprime a função dos neutrófilos e macrófagos (SMITH, 2003).

Sabe-se que o treinamento físico intenso e prolongado provoca microtraumas ao tecido muscular (Raastad et al., 2003; Smith, 2004; Rogero et al., 2005). Seguindo-se à lesão tecidual, é iniciada uma série complexa de respostas hormonais e celulares num esforço para limitar o dano ao tecido, isolando e destruindo os organismos invasores, ativando assim o processo de reparação e adaptação tecidual (Smith, 2003; Rogero et al., 2005). Este mecanismo homeostático é conhecido como inflamação e é uma fase importante no processo de recuperação do músculo esquelético (Shen et al., 2008). Quando a adaptação ao estresse ocorre e o rendimento do atleta melhora, este processo é frequentemente chamado de microtrauma adaptativo (Smith, 2000). O processo inflamatório é iniciado por leucócitos, primeiramente neutrófilos e num segundo momento monócitos, que migram até o local lesionado (Foschini et al., 2007). Esta resposta, quando ocorre repetidas vezes em um curto período, pode levar a uma depleção da reserva de neutrófilos maduros na medula óssea e imunossupressão (Schaffer & Barbul, 1998; Gleeson, 2002), fato observado em atletas engajados em programas intensos de treinamento, particularmente de resistência (HALSON ET AL., 2003).

Evidências sugerem que a incidência de imunossupressão pós-traumática está relacionada à extensão da lesão tecidual (Schaffer & Barbul, 1998). Acredita-se que quando o exercício é executado com grande frequência, não há tempo suficiente para que o sistema imunológico se recupere totalmente (Gleeson, 2002). Esta depressão da função do sistema imune aumenta a suscetibilidade a infecções, sendo essas comuns no trato respiratório superior (NIEMAN, 1997).

O principal componente do sistema imunológico são os leucócitos (Gleeson, 2002), que podem ter sua quantidade circulante e sua capacidade funcional diminuídas quando sessões intensas de exercício são realizadas por períodos maiores que duas semanas (Halsen et al., 2003). A maioria dos atletas com a síndrome do overtraining apresenta uma contagem de leucócitos anormalmente baixa. Isto se deve, provavelmente, devido a um maior nível de hormônios estressores e a uma queda na responsividade dos receptores, principalmente  $\beta$ -adrenérgicos (Gleeson, 2002). Halsen et al.(2003), ao estudarem a resposta imunológica de oito ciclistas em overreaching, não observaram alteração significativa na contagem de leucócitos após seis semanas de treinamento.

A contagem de leucócitos parece ser um instrumento importante na determinação dos efeitos do estresse do treinamento sobre o organismo do atleta podendo ser utilizado na prevenção da resposta negativa da sobrecarga de treino. Mas deve-se ter cuidado na utilização deste parâmetro, visto que esta variável sofre modificações com as alterações no sistema imunológico e este pode ser influenciado por outros fatores além do treinamento como gripe, inflamação de garganta e ouvido, cortes na pele ou qualquer outro fator que possa desencadear uma resposta inflamatória.

## **RELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS**

A determinação de variáveis psicológicas, fisiológicas, bioquímicas, hematológicas e imunológicas, em relação ao exercício, tem sido realizada devido à pertinente relação existente entre as mesmas (KENTTÄ & HASSMÉN, 1998; URHAUSEN & KINDERMANN, 2002).

A mensuração do estado de humor (POMS), níveis de cortisol salivar e testosterona foram realizadas no estudo de Filaire et al. (2001) para avaliar a performance de jogadores profissionais de futebol durante um período de treinamento. Vários estudos detectaram uma relação direta do estado de humor com a VFC (Buchheit et al., 2004; Sakuragi & Sugiyama, 2006; Audette et al., 2006), níveis plasmáticos de leucócitos e razão glutamato/glutamina (Halson et al., 2003) e indireta com o cortisol, razão sulfato de dihidroepiandrosterona/cortisol (Bouget et al., 2006), creatina quinase e lactato desidrogenase (Suzuki et al., 2004) em relação ao exercício. O escore do questionário SFMS de overtraining apresentou relação direta com a carga de treino (Brun, 2003) e com outros marcadores como a CK (Varlet-Marie et al., 2004), hematócrito e viscosidade plasmática (Gaudart et al., 2003; Varlet-Marie et al., 2003) e indireta com a ferritina (Gaudart et al., 2003; Varlet-Marie et al., 2004), testosterona salivar (Maso et al., 2004) e IGF-1 (insuline-like growth factor-1) ( Elloumi et al., 2005) . Iellamo et al. (2004) observaram que tanto a VFC quanto a repolarização ventricular (onda T do eletrocardiograma) são alteradas com o aumento da carga de treino em remadores. A VFC foi relacionada a outros marcadores como a concentração de hemoglobina e células sanguíneas vermelhas em canoístas para identificar o *overreaching* (Hedelin et al, 2000)a, mas não foi observada uma relação significativa entre as mesmas. Hedelin et al. (2000)b observaram relação direta entre a queda no rendimento e o hormônio luteinizante em um atleta com a síndrome do overtraining, mas nenhuma relação significativa com os leucócitos totais, hemoglobina, cortisol e ferritina. Neste estudo, foi observada uma relação indireta entre o rendimento e a VFC.

No entanto, observa-se uma carência de estudos que analisaram, na mesma pesquisa, a correlação entre os marcadores psicológicos, bioquímicos, fisiológicos, hematológicos e imunológicos em relação às cargas de treinamento. A combinação dessas variáveis tem sido a melhor estratégia para identificar o efeito das cargas de treinamento sobre o atleta (Gleeson, 2002). Essa estratégia de monitoramento se apresenta com grande relevância no meio esportivo devido à sua importância tanto para se atingir um melhor desempenho quanto para prevenir possíveis excessos que poderiam acarretar o *overtraining*.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de marcadores fisiológicos, psicológicos, bioquímicos, hematológicos e imunológicos na prevenção dos efeitos negativos das cargas de treinamento ainda não está clara. Assim, é notória a necessidade do desenvolvimento de um método acessível e fácil para monitorar o treinamento (Kenttä & Hassmén, 1998, Varlet Marie et al., 2004). Entende-se que, um marcador ideal do início do *overtraining* deveria ser sensível às cargas de treinamento, não ser afetado por outros fatores, ser relativamente fácil de mensurar e não muito caro. Atletas de elite e seus técnicos precisam de um sistema para monitorar o treinamento e a recuperação com marcadores confiáveis para serem utilizados na prevenção do *overtraining*. Kellman (2002) afirma que há consideráveis vantagens em prevenir o *overtraining* ao invés de simplesmente preocupar-se com o tratamento e o repouso total.

Apesar disso, técnicas confiáveis para a detecção do início do *overtraining* ainda não foram estabelecidas e, devido a um grande número de sintomas e à ausência de um aspecto uniforme desta síndrome, um diagnóstico é difícil (Mourrot et al., 2004)b. Enquanto nenhum marcador puder ser tomado como um indicador do *overtraining* precocemente, o monitoramento regular do rendimento e de variáveis fisiológicas, psicológicas, bioquímicas, hematológicas e imunológicas poderia fazer parte da estratégia do treinamento.

Assim, entende-se que estudos com marcadores destas categorias deveriam ser desenvolvidos correlacionando-os entre si e com as alterações do volume e intensidade do treinamento. Essa correlação poderia ser estabelecida com os diferentes intervalos e formas para recuperação. A avaliação do técnico e do atleta quanto ao rendimento do mesmo em relação a esses marcadores também seria de grande importância para o meio esportivo competitivo. Acredita-se que outras pesquisas precisam ser realizadas com o monitoramento regular, talvez semanal, das variáveis discutidas nessa revisão, durante um macrociclo de treinamento. Dessa forma, a carga de treino pode ser melhor dimensionada evitando uma resposta negativa do atleta e minimizando o risco do mesmo vir a desenvolver a síndrome do *overtraining*.

**Artigo 2**

**EFEITOS DA CARGA DE TREINAMENTO SOBRE VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS E  
PSICOLÓGICA DURANTE UMA PRÉ-TEMPORADA NO FUTEBOL  
PROFISSIONAL**

**Effects of training load on biochemical and psychological markers during a pre  
season in professional soccer**

## RESUMO

Introdução: Os treinamentos no futebol impõem aos jogadores um estresse psicológico e bioquímico. Assim, o conhecimento da resposta de variáveis dessas duas classes poderia ser útil no monitoramento e controle do treinamento. Objetivo: verificar o efeito da carga de treino sobre marcadores do estado de humor e do dano muscular durante uma pré-temporada no futebol profissional. Metodologia: Oito jogadores profissionais de futebol ( $22,1 \pm 2,2$  anos e velocidade de limiar anaeróbico -  $13,53 \pm 0,79$  Km/h) foram monitorados durante 21 dias de uma pré-temporada e submetidos a 4 avaliações (T1, T2, T3 e T4). Nestas foi realizada uma coleta de sangue para análise da creatina quinase (CK) e da lactato desidrogenase (LDH) e foi aplicado o questionário POMS. A carga de cada sessão de treino foi quantificada pelo TRIMP modificado. Resultados: Houve um aumento significativo na CK ( $p < 0,05$ ) em T2 e T3 em relação a T1. As outras variáveis não apresentaram diferença significativa em nenhuma das avaliações realizadas. Não foi observada correlação entre as variáveis mensuradas. Conclusão: Devido aos resultados, a CK parece ser mais reativa à carga de treino em relação à fadiga e ao vigor e assim, sua utilização no monitoramento do treinamento seria mais confiável. No entanto outros estudos são necessários para confirmar estes dados.

Palavras-chave: Carga de treino. variáveis psicológicas e bioquímicas. monitoramento.

## ABSTRACT

Introduction: Soccer training process imposes to players a psychological and biochemical stress. Thus, the knowledge about these variables response may be useful in training load control.

Objective: To verify the effects of training load on mood state and muscular damage markers during a pre season in professional soccer.

Methods: Eight professional soccer players ( $22,1 \pm 2,2$  years and anaerobic threshold velocity -  $13,53 \pm 0,79$  Km/h) were monitored during 21 days of a pre season and were submitted to four evaluations (T1, T2, T3 and T4). Blood sample was collected to analyze creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LDH) and was applied the POMS questionnaire. Training load was quantified by modified TRIMP.

Results: There was a significant increase on CK ( $p < 0,05$ ) in T2 and T3 in relation to T1. The others variables did not show significant difference ( $p < 0,05$ ) among evaluations and was not observed correlation among them.

Conclusion: CK seems to be more sensitive to training load compared to fatigue and vigor. Therefore, the use of CK in training load control may be more reliable. Therefore other studies are needed.

Key words: training load. psychological and biochemical variables. monitoring

## INTRODUÇÃO

O futebol é uma atividade competitiva acíclica de longa duração praticada através de ações intermitentes com vários níveis de intensidades que requerem a participação dos três sistemas de energia (Bangsbo, 1994). Além disso, tanto os treinamentos quanto as competições são algumas vezes realizados sob condições ambientais desfavoráveis à prática e o jogo de futebol está entre as atividades esportivas mais longas e de maior demanda energética (Mougious, 2007). Assim, este esporte impõe aos jogadores um estresse metabólico e psicológico específico em virtude de suas características.

Mais especificamente, o futebol brasileiro apresenta um calendário peculiar que exige de muitas equipes a presença em competições durante quase todo o ano, o que reforça a necessidade de um controle mais rigoroso da carga de treinamentos de forma sistemática, visto que a busca pelo melhor rendimento dos atletas exige treinamentos de qualidade, assim como o controle deste e da subsequente recuperação.

O exercício intenso, seguido por uma recuperação insuficiente, relaciona-se de forma direta com o aumento do dano ao tecido muscular (Ehlers et al., 2002; Suzuki et al., 2004; Foschini et al., 2007; Lazarim et al., 2009) e afeta negativamente o estado de humor (diminuição da percepção de vigor e aumento da percepção de fadiga) (Filaire et al., 2001; Filaire et al., 2003; Suzuki et al., 2004; Silva et al., 2008a). Esta condição pode acarretar uma queda no rendimento do atleta (Filaire et al., 2003; Silva et al., 2008a; White et al., 2008) que pode ser revertida, com recuperação adequada, em até duas semanas, caracterizando o *overreaching*. Caso a relação esforço-recuperação inadequada se prolongue, o atleta pode vir a manifestar a síndrome do *overtraining* (MIRANDA E BARA FILHO, 2008).

A qualidade dos treinamentos e da recuperação dos atletas pode ser aperfeiçoada com a utilização de marcadores bioquímicos e psicológicos na monitorização dos efeitos da carga de treino. Esta prática pode diminuir a possibilidade dos mesmos virem a apresentar uma resposta negativa que poderia culminar em queda no rendimento e no afastamento do atleta dos treinamentos.

No futebol, os efeitos da carga de treinamento têm sido monitorados através da escala de percepção de esforço (Escala de Borg), perfil do estado de humor (POMS), frequência cardíaca, cortisol salivar, ácido úrico, glutatona redutase, catalase, creatina quinase (CK), testosterona sanguínea, concentração de hemoglobina e viscosidade sanguínea (FILAIRE ET AL., 2001; FILAIRE ET AL., 2003; ZOPPI ET AL., 2003; IMPELLIZZERI ET AL., 2004; KARAKOC ET AL., 2005; ZOPPI ET AL., 2006; LITTLE E WILLIAMS, 2007; ASCENSÃO ET AL., 2008; SILVA ET AL., 2008a; LAZARIM ET AL., 2009).

Alguns marcadores bioquímicos como a CK e a lactato desidrogenase (LDH), considerados indicadores indiretos do dano ao tecido muscular esquelético e marcadores psicológicos como o POMS, têm sido propostos e utilizados com objetivo de monitorar e controlar os efeitos provocados pelos treinamentos (Ehlers et al., 2002; Mashiko et al., 2004; Suzuki et al., 2004; Zoppi et al., 2006; Foschini et al., 2007; Coutts et al., 2007; White et al., 2008; Lazarim et al., 2009). Estas variáveis podem ser capazes de facilitar a identificação do nível de adaptação dos atletas às cargas de treino.

Uma correlação positiva entre os marcadores do dano muscular como a CK e a LDH e o efeito agudo da carga de treino ou do jogo foi encontrada em estudos com maratonistas (Overgaard et al., 2002), jogadores de rugby (Suzuki et al., 2004), jogadores de futebol (Ascensão et al., 2008) e não-atletas (White et al., 2008). Esta mesma relação foi observada no monitoramento longitudinal do treinamento em jogadores de futebol americano (Ehlers et al., 2002), remadores (Purge et al., 2006) e jogadores de futebol (Lazarim et al., 2009). No estudo de Zoppi et al. (2003) com jogadores de futebol e de Coutts et al. (2007) com triatletas, não foram observadas alterações significativas no dano muscular provocado pelas mudanças na carga de treino. Uma relação inversa entre a carga de treino e o estado de humor foi evidenciada em jogadores de rugby (Mashiko et al., 2004) e jogadores de futebol (Filaire et al., 2001; Filaire et al., 2003, SILVA ET AL., 2008a).

Apesar da grande dimensão do futebol, principalmente nos países sul-americanos e europeus, observa-se uma carência de estudos utilizando, no mesmo grupo, marcadores psicológicos e bioquímicos para o acompanhamento sistemático dos efeitos da carga de treinamento em atletas profissionais de futebol durante uma

pré-temporada. Isto se torna interessante visto ser um período no qual o atleta está retornando de férias e conseqüentemente não se encontra em sua melhor condição física e é submetido a um grande número de sessões de treino, em um curto período de tempo, para condicionar-se e estar apto a iniciar a temporada competitiva. Estas informações adicionais poderiam auxiliar técnicos, preparadores físicos, fisiologistas e pesquisadores no melhor equilíbrio entre carga e recuperação na periodização da pré-temporada, além de observar-se a necessidade de encontrar um marcador mais confiável e aplicável para representar os efeitos da carga de treino.

Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da carga de treino sobre marcadores do estado de humor e do dano muscular durante uma pré-temporada no futebol profissional.

## **METODOLOGIA**

### **Amostra**

Participaram do estudo 10 jogadores profissionais de uma equipe de futebol masculina da 1ª Divisão do Campeonato Mineiro – Brasil (tabela 1). Dois atletas foram retirados da amostra visto que não participaram de todos os testes. Dos 8 atletas avaliados, 3 eram titulares e 5 eram reservas. Todos os jogadores foram considerados aptos a iniciar os treinamentos após avaliação médica. Os mesmos foram informados dos possíveis riscos envolvidos no experimento antes de assinar o termo de consentimento aceitando as condições do estudo e autorizando a divulgação dos dados. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Juiz de Fora sob o parecer nº 399/2007.

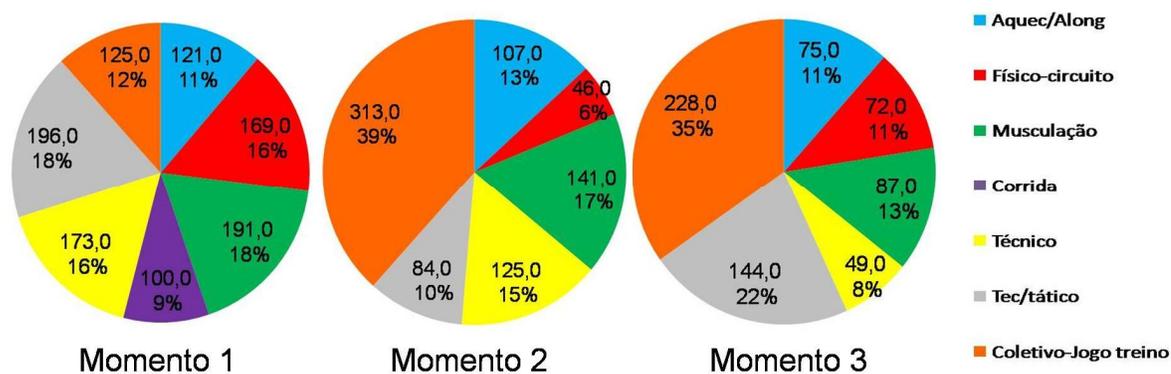
### **Procedimentos do treinamento**

Foram monitorados 21 dias de treinamento na pré-temporada a partir do retorno das férias, totalizando 30 sessões com 42,4 horas de treinamento divididas em alongamento e aquecimento (303 min - 5,1 h), físico (806 min – 13,5 h), técnico (303 min - 5,8 h), tático (424 min - 7,1 h), coletivos e jogos treino (666 min – 11,1 h).

Tabela 1- Características físicas dos atletas.

Atleta	Posição	Idade (anos)	% gordura (%)	Estatura (cm)	Peso (Kg)	Velocidade Lim An (Km/h)
1	Volante	19	5,8	170	73,8	13,33
2	Meia-atacante	22	8,6	186	81,7	14,26
3	Meia	26	8,9	183,5	74,2	14,15
4	Volante	20	9,2	172	67,9	14,39
5	Volante	23	9,5	176,5	78	12,15
6	Lateral	21	10,0	179	73,8	13,78
7	Meia	22	11,3	176	68,8	13,49
8	Meia	24	11,5	176,5	75,9	12,67
<b>Média</b>		22,1	9,37	177,44	74,26	13,53
<b>DP</b>		2,2	1,79	5,36	4,52	0,79

O período de preparação acompanhado foi dividido em três momentos (entre as avaliações): O primeiro (1<sup>o</sup> ao 8<sup>o</sup> dia) contou com 14 sessões de treino totalizando 1075 minutos (17,92h); o segundo (9<sup>o</sup> ao 15<sup>o</sup> dia), contou com 9 sessões de treino totalizando 816 minutos (13,6h); e o terceiro (16<sup>o</sup> ao 21<sup>o</sup> dia), contou com 7 sessões de treino totalizando 655 minutos (10,92h). Estes dados podem ser observados por momentos na figura 1.



**Figura 1-** Tempo de treinamento (minutos) para cada tipo de treino por momento.

O treinamento físico progrediu de um caráter de resistência aeróbica para força explosiva, sendo este dividido em três momentos. O primeiro teve como

prioridade o desenvolvimento da resistência aeróbica caracterizado por treinos físicos de maior volume como corridas contínuas ou intermitentes com intensidade de leve a moderada e treinamento resistido de resistência muscular. O segundo compreendeu o desenvolvimento de força com o incremento da intensidade do treino, com circuitos anaeróbicos que apresentavam grande componente de força e treinamento resistido com menor número de repetições (entre 8 e 10 repetições) e maior carga. O terceiro e último priorizou o desenvolvimento da potência anaeróbica com treinamentos físicos de alta intensidade com circuitos explosivos de tração na caixa de areia e no campo e treinamento resistido com séries de 8 repetições máximas. Cinco dias após a última avaliação a equipe realizou o primeiro jogo no Campeonato Mineiro.

### **Procedimentos metodológicos**

Foram realizadas quatro avaliações: um pré-teste (T1), duas avaliações intermediárias (T2 e T3) e uma avaliação final (T4), que contaram com o preenchimento de um questionários e coleta de sangue. Estes procedimentos foram realizados nesta sequência. O intervalo entre o pré-teste e a segunda avaliação foi de 8 dias (14 sessões); entre a segunda e a terceira foi de 7 dias (9 sessões) e entre a terceira e a quarta foi de 6 dias (7 sessões). Todas as avaliações foram realizadas no período da manhã, entre 7 e 9 horas, antes da primeira sessão de treino do dia. Tanto o pré quanto o pós-teste foram realizados em uma quinta-feira, pois no primeiro caso, os atletas se apresentaram na tarde do dia anterior e começariam os treinamentos neste dia e, no segundo, os atletas tiveram folga na manhã da sexta-feira, o que impossibilitou a coleta neste dia. As duas coletas intermediárias foram realizadas às sextas-feiras como previamente planejado.

Os atletas foram orientados a permanecerem em jejum por 12 horas antes da avaliação, não ingerir bebidas alcoólicas ou que continham cafeína, não fazer uso de nenhum medicamento e dormir pelo menos por 7 horas na noite que antecedia o teste.

O percentual de gordura dos jogadores foi estimado a partir do protocolo de Jackson & Pollock (1978) ao final do segundo momento e a velocidade de limiar

anaeróbico foi quantificada através de teste de ciclos de 1000 metros de corrida em campo, o qual permitiu que o lactato sanguíneo fosse coletado cerca de 60 segundos após cada ciclo. A velocidade inicial variou entre 10 e 12 Km/h, dependendo da condição física do atleta avaliada previamente, e progrediu de 2 em 2 Km/h até que fosse encontrada uma concentração de lactato próxima de 4mMol/L, valor utilizado como referência para o limiar anaeróbico.

## **Instrumentos de mensuração**

### ***Avaliação do estado de humor***

Para a análise do estado de humor foi utilizado o Perfil de Estados de Humor POMS – Profile of Mood States (McNair, Lorr e Droppleman, 1971) que mede o estresse psicológico através de suas seis escalas – tensão/ ansiedade, depressão, raiva, confusão mental, vigor e fadiga. Este instrumento contém 65 itens que são respondidos através de uma escala de Likert de 5 pontos. Destes, somente 15 itens foram respondidos visto que, somente as escalas de vigor e fadiga foram avaliadas.

### ***Coleta de sangue***

A coleta de sangue esteve sob responsabilidade de um profissional de nível universitário com reconhecida prática, de maneira a garantir uma punção venosa menos traumática e um mínimo de desconforto aos participantes. Todas as recomendações de biossegurança foram atendidas, protegendo tanto os pesquisados quanto os pesquisadores. Aproximadamente 5 mL foi colocado em tubo sem anticoagulante, transportado e armazenado para a análise da CK e da LDH. O sangue foi centrifugado a 2500 rpm em uma centrífuga clínica por 10 minutos e o soro obtido foi usado imediatamente para a determinação quantitativa dos níveis séricos de CK e LDH.

### **Análise da creatina quinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH)**

A determinação quantitativa dos níveis séricos de CK e LDH foi feita usando método de cinética contínua no ultravioleta a 37° C em espectrofotômetro (BT 3000 Plus) com reagentes (Wiener®) específicos de cada enzima, conforme instruções do fabricante (In Vitro Diagnóstica, Brasil).

### **Quantificação da carga de treino**

A FC foi mensurada durante todos os treinamentos através do cardiofrequencímetro Polar RS800. Em cada sessão de treino, três atletas eram monitorados, sendo feito um revezamento entre os 8 jogadores que participaram do estudo. Dos valores obtidos nas sessões, fez-se a média entre as medidas. Para isso, todos os dados foram registrados através do programa de computador *Polar Precision Performance (Polar Finland)*, o qual permitiu a seleção de valores de referência da FC para estratificar a intensidade do exercício em cinco níveis como proposto por Stagno et al. (2007): I (65 a 71% FC<sub>máx</sub>), II (72 a 78% FC<sub>máx</sub>), III (79 a 85% FC<sub>máx</sub>), IV (86 a 92% FC<sub>máx</sub>) e V (93 a 100% FC<sub>máx</sub>). Assim, as cargas de cada sessão de treino foram quantificadas pelo método TRIMP modificado (Impulso de treinamento) que avalia o volume e a intensidade do treinamento através de escores específicos que utilizam os seguintes fatores de correção: nível I (1,25), nível II (1,71), nível III (2,54), nível IV (3,61) e nível V (5,16) (Stagno et al., 2007). O tempo gasto em cada nível de intensidade foi multiplicado por seu respectivo fator de correção a partir do qual se obteve um valor em unidades arbitrárias (u.a.). Os valores das diferentes faixas foram somados o que permitiu a totalização do impulso de treino de cada sessão do dia de treino e do momento avaliado.

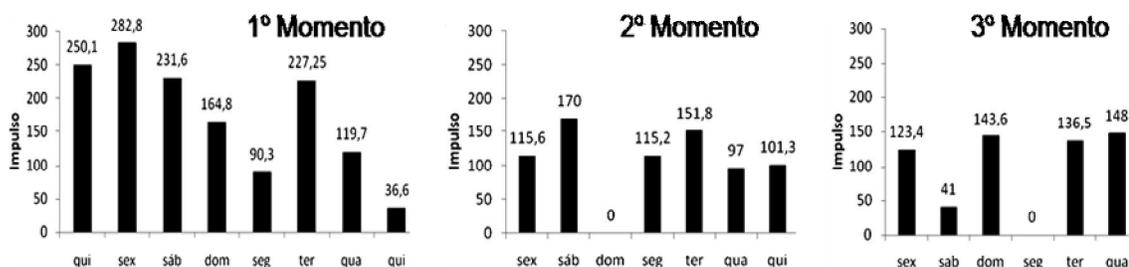
### **Tratamento estatístico**

Os dados foram apresentados como média e desvio padrão (média±DP). A normalidade da distribuição das variáveis foi examinada pelo teste de Shapiro-Wilk ( $p < 0,05$ ), sendo que algumas variáveis foram classificadas como normais (CK, LDH e vigor) e uma como não-normal (fadiga). Foi realizado também o teste de Levene

para verificar a homogeneidade da amostra, sendo isto confirmado. Para a comparação entre as médias foi utilizado one-way ANOVA para mensurações repetidas (normal) e Kruskal-Wallis (não-normais). Quando uma diferença significativa foi encontrada, realizou-se um post hoc de Tukey HSD. O teste de Spearman foi realizado para verificar a correlação entre as variáveis. O nível de significância estatística adotado foi  $p < 0,05$ . A versão 13.0 do SPSS foi usada para todas as análises.

## RESULTADOS

O impulso diário de treino entre as avaliações pode ser observado na figura 2. O impulso total de treino foi de 1403,2, 750,9 e 592,5 u.a., no primeiro, segundo e terceiro momentos, respectivamente.



**Figura 2** - Impulso de treino (TRIMP modificado) diário durante o período de monitoramento.

Os valores da enzima CK nas mensurações T1, T2, T3 e T4 foram, respectivamente,  $231,5 \pm 118,7$ ,  $671,4 \pm 178,3$ ,  $646,8 \pm 291,1$ ,  $506,4 \pm 262,9$  U.I.L<sup>-1</sup>. Os valores individuais oscilaram de 97,0 a 1248,0 U.I.L<sup>-1</sup>. A resposta desta enzima em relação à carga de treino pode ser observada no gráfico 1. Houve um aumento significativo na CK ( $p < 0,05$ ) ao final do primeiro momento (T2) em relação à avaliação inicial (T1), o qual se manteve significativamente maior após o segundo momento (T3). Ao final do terceiro momento (T4), houve uma redução, não significativa ( $p > 0,05$ ), nos níveis de CK em relação às duas mensurações intermediárias. O valor de CK na última avaliação (T4) não apresentou diferença

significativa ( $p > 0,05$ ) em relação à avaliação inicial (T1), apesar de apresentar um valor médio maior.

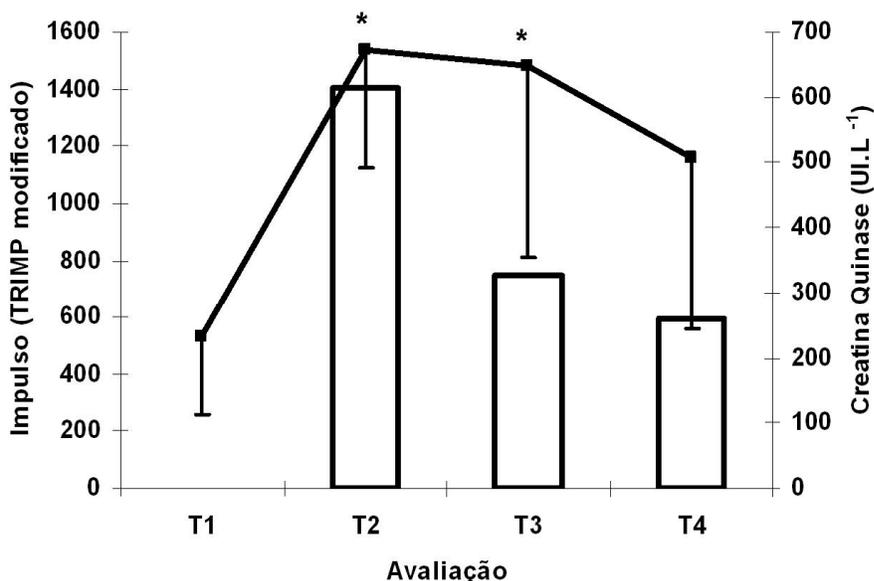


Gráfico 1- Atividade da creatina quinase (média  $\pm$  DP) (linha) em resposta ao impulso de treino (coluna) nas quatro avaliações. \* Diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em relação a T1.

Os valores da enzima LDH foram  $268,9 \pm 68,6$ ,  $354,4 \pm 78,0$ ,  $270,4 \pm 68,1$ ,  $333,4 \pm 70,4$  UI.L<sup>-1</sup>, nas mensurações T1, T2, T3 e T4, respectivamente. O menor e o maior valores individuais de LDH foram, respectivamente, 125,0 e 487,0 UI.L<sup>-1</sup>. O comportamento desta enzima em relação à carga de treino pode ser observado no gráfico 2. Não foi encontrada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) nos valores da LDH em nenhuma das mensurações, apesar desta apresentar valores médios maiores ao final do primeiro (T2) e do terceiro momento (T4) em relação às outras duas avaliações.

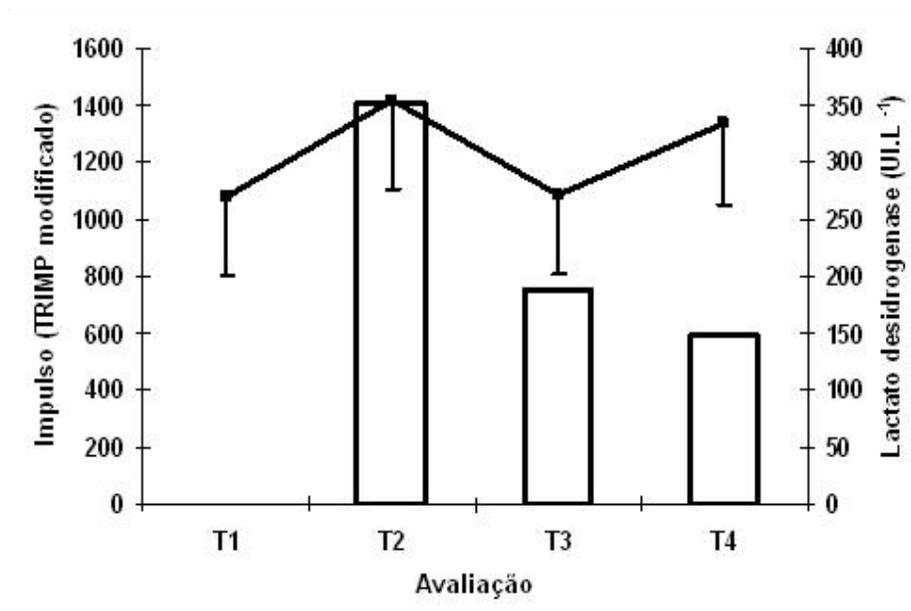


GRÁFICO 2- Atividade da lactato desidrogenase (média  $\pm$  DP) (linha) em resposta ao impulso de treino (coluna) nas quatro avaliações.

Os valores do vigor nas mensurações pré, I1, I2 e pós foram, respectivamente,  $23,3 \pm 4,1$ ,  $22,0 \pm 4,8$ ,  $22,1 \pm 4,1$ ,  $21,8 \pm 4,2$  pontos, e da fadiga  $4,0 \pm 4,3$ ,  $4,9 \pm 2,5$ ,  $4,4 \pm 3,0$ ,  $2,8 \pm 2,3$  pontos. Tanto o vigor quanto a fadiga não apresentaram valores significativamente diferentes nas mensurações. A resposta do vigor a da fadiga em relação carga de treino pode ser observada nos gráficos 3 e 4 respectivamente.

Quando foi realizado o teste de correlação entre as variáveis CK, LDH, vigor e fadiga, não foi constatada nenhuma correlação significativa ( $p > 0,05$ ) entre as variáveis analisadas.

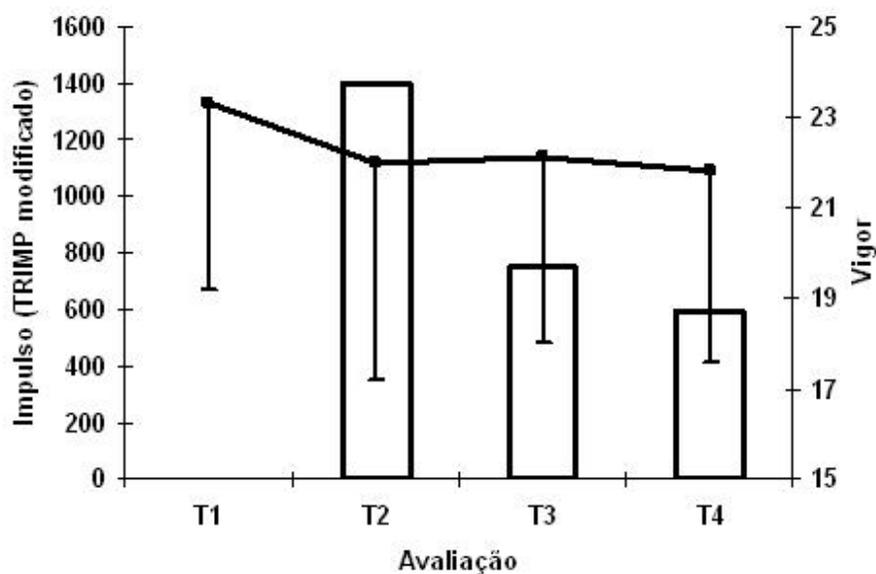


GRÁFICO 3- Comportamento do sentimento de vigor (média  $\pm$  DP) (linha) em resposta ao impulso de treino (coluna) nas quatro avaliações

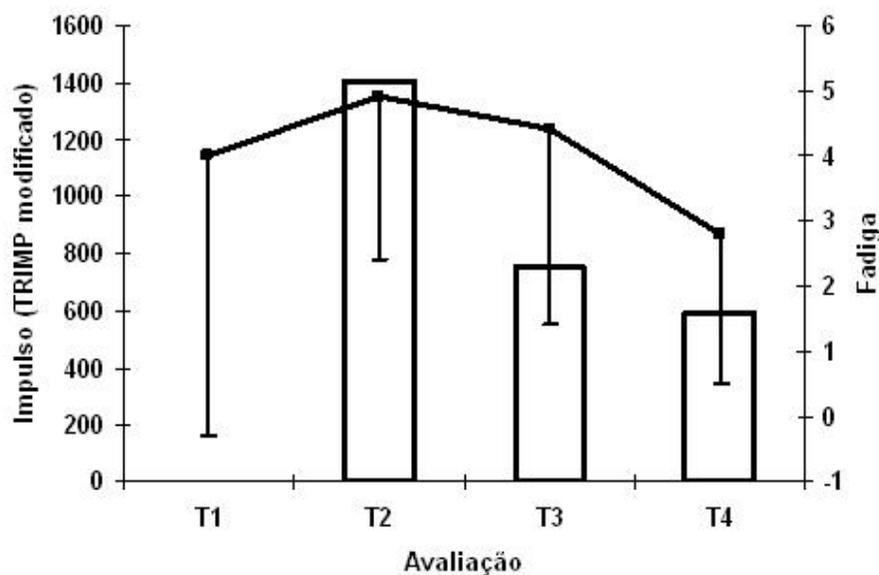


GRÁFICO 4- Comportamento do sentimento de fadiga (média  $\pm$  DP) (linha) em resposta ao impulso de treino (coluna) nas quatro avaliações

## DISCUSSÃO

O presente estudo provê informações sobre as possíveis alterações em variáveis bioquímicas e psicológicas em resposta à carga de treino durante um período de uma pré-temporada no futebol profissional. Devido à importância de conhecer e entender a resposta destas variáveis (CK, LDH, vigor e fadiga), em condições de campo, em relação à carga de treino nesta fase da periodização, não foi realizada nenhuma modificação na rotina de treinamento dos atletas para que fosse realizada uma avaliação mais fidedigna e próxima da realidade de uma equipe de futebol profissional. A única exceção ocorreu nas 12 horas que antecediam as avaliações, momentos os quais os atletas que participaram do estudo eram orientados a manter um jejum. As demais orientações como não fumar ou beber, ter uma noite de sono adequada e não fazer uso de qualquer medicamento foram feitas a todos os atletas que compunham a equipe.

Para uma melhor análise dos resultados, faz-se importante compreender que, como as concentrações séricas de CK e LDH permanecem elevadas por alguns dias, os valores obtidos refletem o efeito cumulativo das sessões de treino de dias anteriores.

No presente estudo, os atletas apresentaram, ao final do primeiro momento (T2), uma elevação significativa na CK, a qual, apesar de uma leve diminuição, se manteve significativamente elevada após o segundo momento (T3) em relação a T1, mesmo com uma queda no impulso de treino de 1403,2 (155,9 impulsos/dia) para 750,9 (107,3 impulsos/dia). Com uma nova queda no impulso de treino (592,5 - 98,8 impulsos/dia) no terceiro momento, a CK, apesar de não apresentar diferença significativa, diminuiu em T4, tendendo a acompanhar a queda no impulso de treino. Assim, acredita-se que o aumento do impulso de treino pode induzir um aumento do dano aos tecidos musculares esqueléticos, os quais são acompanhados por um maior extravasamento da enzima citoplasmática CK e uma elevação nos níveis séricos da mesma. Desta forma, a CK se apresenta como um importante parâmetro para ser utilizado no monitoramento dos treinamentos de jogadores profissionais de futebol.

Os resultados do presente estudo foram semelhantes aos obtidos em estudos realizados com atletas de outras modalidades como o de Purge et al. (2006)

com remadores, no qual foi observado um aumento significativo da CK após quatro semanas de treinamento, mantendo-se elevada após a 8<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup>, 16<sup>a</sup> e 20<sup>a</sup> semanas, sem diferença significativa entre elas, apesar do aumento contínuo do volume de treino, e diminuiu significativamente após a 24<sup>a</sup> semana em relação à 20<sup>a</sup> semana com a diminuição do volume de treino. Diferença significativa nos valores de CK também foi encontrada no estudo de Ehlers et al. (2002) com jogadores de futebol americano após dois dias de treinamento, sendo que os níveis séricos desta enzima permaneceram elevados por até 7 dias após o mesmo.

Resultados interessantes podem ser observados especificamente no futebol como os de Ascensão et al. (2008), em seu estudo com jogadores profissionais, no qual foi observado que uma partida de futebol acarretava um aumento no dano ao tecido muscular e, conseqüentemente, nos níveis de CK por até 72h após a mesma, com um pico entre 24 e 48 horas após. Alterações significativas na CK também foram observadas em jogadores profissionais brasileiros de cinco equipes ao longo de cinco meses do campeonato nacional (Lazarim et al., 2009). Contudo, no estudo de Zoppi et al. (2003), com jogadores juniores de futebol, não houve alterações significativas no dano muscular e na atividade plasmática de CK ao longo de cinco meses de campeonato. O mesmo resultado foi observado no estudo de Zoppi et al. (2006) e Silva et al. (2008a), ao longo de três meses de treinamento no futebol, mesmo com alterações na característica do treinamento. Silva et al. (2008a) teorizam que os baixos valores e a ausência de diferença significativa na resposta da CK observados em seu estudo são devidos à não realização de exercício exaustivo no dia anterior às avaliações e ao período de 12 horas sem treinamento previamente às mesmas, sendo este intervalo considerado suficiente para a recuperação muscular. No presente estudo, os atletas também permaneceram por pelo menos 12 horas sem qualquer exercício e os valores obtidos foram maiores e correspondentes às alterações na carga de treino. Ainda, de acordo com Ascensão et al. (2008) e Brancaccio et al. (2008), o comportamento de CK reflete a soma dos esforços de dias anteriores podendo permanecer elevada por cerca de 72 horas. Assim, descarta-se esta possibilidade, visto que este intervalo é insuficiente para a diminuição dos níveis de CK até os baixos valores de repouso do estudo de Silva et al. (2008a), principalmente quando há um maior volume de treinamento. Neste contexto, acreditamos que, no estudo de

Silva et al. (2008a), a semana de treinamento prévia à coleta tenha sido menos intensa ou recuperativa, o que pode ser uma possível explicação para tais resultados.

De acordo com Mougios (2007) e Lazarim et al. (2009), a atividade de CK pode ser usada como uma prática alternativa tanto como um índice para adaptação do sistema muscular quanto para a detecção precoce da fadiga ou sobrecarga muscular em jogadores de futebol em competição e treinamento. Esta enzima é considerada por alguns como um importante indicador da severidade do exercício e seu efeito no tecido (LAZARIM ET AL., 2009).

As séries de exercício intenso vivenciadas diariamente por jogadores de futebol causam uma quantidade significativa de estresse muscular esquelético e pode acarretar a elevação dos valores plasmáticos de CK (Lazarim et al., 2009). Esta elevação nos níveis de CK pode ser atribuída à diminuição da remoção da enzima do sangue, dano permanente à membrana da célula muscular como resultado de estresse físico crônico, maior massa corporal magra dos atletas, maiores níveis de proteólise ou a combinação de todos estes fatores (Ehlers et al., 2002). Estes fatores que ocorrem como consequência do estresse são característicos do jogo e do treinamento no futebol, pois este esporte envolve um grande número de atividades com sobrecarga, as quais incluem contrações excêntricas dos músculos dos membros inferiores quando aterrisam após um salto ou quando desaceleram abruptamente após um “*sprint*”. O impacto gerado pelo choque mecânico com outros jogadores também é um fator causal de estresse tecidual (Mougios, 2007), além do alto consumo de oxigênio (Ascensão et al., 2008). Este último fator pode acarretar um aumento da produção de espécies reativas de oxigênio, o qual está associado à peroxidação da membrana com consequente fuga de enzimas citoplasmáticas.

Brancaccio et al. (2008) adotaram um valor de 300 a 500 UI/L para indicar que o limite da habilidade muscular havia sido excedido com consequente corrompimento da integridade da célula e nomearam-no de “*break point*” da CK. No estudo de Lazarim et al. (2009) com jogadores profissionais de futebol foi adotado o valor de 975 UI.L<sup>-1</sup> para CK como um limite superior para sobrecarga muscular. Este valor, associado a outros critérios como a queda no rendimento, foi utilizado como

critério para diminuir a carga de treino do atleta ou afastá-lo momentaneamente dos treinamentos. Se utilizarmos este último valor, obtido com jogadores de futebol profissional, como referência, podemos considerar que, no presente estudo, somente 2 jogadores apresentaram sinais de sobrecarga muscular excessiva.

Apesar da possibilidade destes atletas estarem sofrendo mais com a carga do treino, os mesmos não foram afastados nem tiveram a intensidade ou o volume de treinamento diminuídos, pois não apresentaram sinais de fadiga, lesões ou de queda no rendimento durante os treinos. Se utilizarmos os valores de Brancaccio et al. (2008) como referência, observa-se que ao final dos três momentos (T2, T3 e T4), a média de concentração de CK encontra-se acima do “*break-point*”, indicando possíveis sinais de início de sobrecarga muscular. No entanto, como nota-se uma tendência de queda a partir de T4 pode-se inferir que a partir deste momento, iniciou-se um processo de recuperação mais acentuado nos treinamentos em função do início do campeonato.

O valor médio de repouso (T1) da CK sérica ( $231,5 \pm 118,7$  UI.L<sup>-1</sup>) obtido neste estudo é maior do que os valores observados em indivíduos do sexo masculino, saudáveis e sedentários e do que os apresentados por Silva et al. (2008a) em jogadores de futebol, o que também foi constatado nos estudos de Coutts et al. (2007) com triatletas, Ehlers et al., (2002) com jogadores de futebol americano, Zoppi et al. (2003) com jogadores de futebol e de Mougios (2007) com jogadores de futebol e nadadores. De acordo com Hartmann & Mester (2000), valores de CK de repouso entre 200 e 250 UI.L<sup>-1</sup> podem ser considerados como normais para atletas do sexo masculino. Assim, podemos considerar que, em média, os atletas se encontravam dentro das condições normais quanto à integridade do tecido muscular no início da pré-temporada.

A enzima LDH pode também ser usada como um marcador indireto do dano muscular induzido pelo exercício (Gleeson, 2002). Isto se deve ao fato desta enzima ser citoplasmática e assim uma elevação dos níveis da mesma no líquido extracelular pode indicar uma alteração da permeabilidade ou o rompimento da membrana (Foschini et al, 2007). Mas, no presente estudo, a enzima citoplasmática LDH não apresentou alterações significativas durante todo o período da pré-temporada, apesar das alterações no impulso de treino.

Diferentemente da CK, a LDH não tendeu a acompanhar de forma direta as alterações do impulso de treino durante toda a pré-temporada, apesar da tendência de aumento observada em T2 e de diminuição em T3 (ambas sem diferença significativa), concomitantes com o aumento e a diminuição da carga de treino, respectivamente. Pelo fato destas enzimas serem citoplasmáticas, esperava-se que as duas apresentassem o mesmo comportamento o que não foi confirmado. Isto pode ser explicado pelo fato destas enzimas apresentarem respostas diferentes após o exercício (Brancaccio et al., 2008). No estudo de Overgaard et al. (2002) com corredores, houve uma elevação tanto de CK quanto de LDH após uma corrida de 100 Km, sendo constatada uma correlação positiva entre as mesmas. Mas, os níveis de CK retornaram aos de repouso 5 dias após a corrida enquanto que os da LDH precisaram de 12 dias, fato que pode explicar as oscilações dos resultados do presente estudo.

No estudo de Suzuki et al. (2004) com jogadores de rugby, observou-se uma elevação nos níveis séricos de LDH e CK logo após uma partida e uma queda significativa 48 horas e 24 horas após, respectivamente. Neste mesmo estudo, foi encontrada uma elevação significativa do sentimento de fadiga logo após a partida. Resultado semelhante foi encontrado no estudo de Mashiko et al. (2004) também com jogadores de rugby. Aumento significativo na fadiga e na CK acompanhado de queda também significativa no vigor foi encontrado no estudo de Halson et al. (2003) com ciclistas durante (após) duas semanas de treinamento intenso. Não foram encontrados estudos que utilizaram a LDH no monitoramento longitudinal do treinamento no futebol o que dificultou a comparação e discussão dos dados do presente estudo com relação a esta variável.

Devido aos resultados obtidos neste e em outros estudos, parece que a CK apresenta uma maior responsividade à carga de treino em relação à LDH e pode assim, ser um melhor parâmetro para a avaliação e monitoramento dos efeitos do treinamento. No entanto, outros estudos deveriam ser realizados com a utilização da LDH e da CK no monitoramento longitudinal dos efeitos da carga no futebol profissional para confirmar esta hipótese.

Grandes aumentos e diminuições no volume e na intensidade do treinamento têm sido encontrados estando associados com mudanças nos pontos

da fadiga e vigor do POMS em um padrão dose-resposta (Alves et al., 2006). De acordo com O'Connor & Puetz (2005), o mecanismo neurobiológico que gera a energia e a fadiga do humor é desconhecida, mas monoaminas, histaminas e adenosina são possíveis envolvidos.

Na presente pesquisa, tanto o vigor quanto a fadiga não foram influenciados significativamente pelas alterações no impulso de treino apesar da fadiga ter apresentado uma tendência de redução ao final do momento 3 (T4) no qual houve uma redução no impulso de treino e do vigor ter apresentado uma tendência a diminuir após o momento 1 (T2) o qual marcou o retorno aos treinamentos com um grande impulso de treino.

Filaire et al. (2001) observaram uma alteração no perfil de iceberg do POMS, em jogadores de futebol, com o aumento da intensidade do treinamento, apresentando uma diminuição no vigor e um aumento na tensão e na depressão. Assim como no presente estudo, a fadiga não sofreu alterações significativas. Já no estudo de Filaire et al. (2003), com jogadores profissionais de futebol, foi constatada uma diminuição do vigor associada a um aumento da fadiga ao final da temporada competitiva. Esta condição esteve associada a uma queda no desempenho dos atletas. Uma redução no vigor também foi observada por Silva et al. (2008a) em jogadores de futebol associada a um maior volume de treinamento e um menor número de vitórias.

O presente estudo não pôde fazer a relação das variáveis mensuradas com o desempenho dos atletas, pois este não foi mensurado durante a pré-temporada em diferentes momentos. Mas, o comportamento das variáveis (principalmente em T4) e a campanha realizada pela equipe na competição que veio a iniciar 4 dias após o fim das coletas dos dados, podem ser parâmetros que permitem avaliar que o período preparatório foi planejado para que a devida recuperação ocorresse posteriormente e que os atletas responderam bem aos estímulos. Isto, associado a outros fatores intervenientes nos treinamentos e nos jogos, pode ter contribuído para um melhor desempenho dos atletas, visto que, a equipe avaliada venceu um jogo amistoso contra uma equipe importante da série A do Campeonato Brasileiro durante a pré-temporada e venceu os quatro primeiros jogos que disputou no Campeonato Mineiro, permanecendo invicto até a 8ª rodada e

líder até a 5ª rodada, terminando a fase classificatória com apenas 2 derrotas em 11 jogos disputados. A mesma ficou em terceiro lugar neste campeonato.

É importante ressaltar que os níveis de CK em T4, quatro dias antes da primeira partida do campeonato, tenderam a uma redução e foram estatisticamente semelhantes aos de T1 (pré-treino) e que a fadiga apresentou valores médios, na mesma avaliação, menores que os de T1, apesar da tendência de queda do vigor.

Apesar dos atletas estarem cientes de que as informações coletadas não seriam passadas à comissão técnica, pode ter ocorrido uma tendência nas respostas subjetivas do questionário. Isso pode ser uma justificativa para que não fosse observada diferença significativa nos sentimentos de fadiga e vigor no presente estudo, dados estes que contrastam, em alguns momentos com a resposta da CK no mesmo período. Visto isso, pode-se levantar a hipótese de que o sentimento de vigor e fadiga, avaliados por meio do POMS, respondem em tempo e de forma diferentes ao estresse do treinamento, ou que este instrumento pode não ser o mais adequado para o monitoramento sistemático dos efeitos da carga de treino em atletas profissionais de futebol. Devido à subjetividade das respostas em questionários, a utilização dos mesmos na avaliação dos efeitos da carga de treino em atletas profissionais deve ser realizada com cuidado para que não sejam tiradas conclusões que não condizem com a real condição do jogador e se possível avaliada conjuntamente com outra variável.

Foi encontrada uma grande variação entre os atletas nos valores das variáveis analisadas, principalmente na CK, o que nos leva a acreditar que os atletas apresentam respostas diferentes para a mesma carga de treino. Isto pôde ser observado neste estudo, pois, ao final do segundo e início do terceiro momentos (16º dia) do período de treinamento, os atletas 1, 2 e 4 relataram que sentiram uma melhora no condicionamento físico e na recuperação. No entanto, os demais jogadores relataram maior cansaço e dificuldade de recuperação. Esta condição pode dificultar a utilização destas ferramentas quando os atletas são analisados em grupo. Talvez o acompanhamento individual seja o ideal no treinamento em alto nível, mesmo em esportes coletivos como o futebol.

Não houve correlação entre as variáveis analisadas neste estudo. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2008a) entre as mesmas

variáveis. Isto não corrobora com os resultados obtidos por Mashiko et al. (2004) e Suzuki et al. (2004) em seus estudos com jogadores universitários de rugby, nos quais uma correlação positiva, nos momentos pré e pós jogo, entre as mudanças no POMS e as alterações na CK e na LDH, utilizadas como marcadores do dano ao tecido muscular esquelético. É importante ressaltar que estes estudos analisam respostas em relação a um único estímulo, o que não foi o caso do presente estudo.

Talvez a ausência de significância nas variáveis LDH e POMS e a falta de correlação entre todas as variáveis analisadas possa ser devido ao pequeno número de indivíduos que compunham a amostra, acarretando uma baixa potência estatística. No entanto, estudos longitudinais com monitoramento diário dos treinamentos em equipes profissionais de futebol são difíceis com um número maior de atletas. Apesar disso, o desenvolvimento de estudos com o acompanhamento de um maior número de atletas profissionais de futebol durante um maior período na pré-temporada e até na temporada competitiva com avaliação periódica dos efeitos da carga de treino seria importante para possibilitar a comparação com os resultados do presente estudo.

Um dos principais parâmetros utilizados para avaliar a relação estresse-recuperação dos atletas em treinamento é o rendimento físico. Este não foi mensurado no presente estudo durante o período de monitoramento em diferentes momentos (somente no pré-teste). Assim, futuros estudos deveriam ser realizados com a mensuração do rendimento através de testes específicos para que fosse possível estabelecer relações entre alterações em variáveis bioquímicas e psicológicas e o rendimento do atleta.

Algumas variáveis como temperatura e umidade relativa do ar não foram controladas assim como no estudo de Silva et al. (2008a), também com jogadores de futebol. A alimentação, apesar de orientada e prescrita por uma nutricionista que compunha a equipe técnica, também não pôde ser precisamente controlada visto que alguns atletas faziam suas refeições no clube enquanto outros a faziam fora do mesmo. Deve-se esclarecer que este tipo de controle se torna bastante difícil quando se trata de um estudo de campo com atletas profissionais de futebol.

De acordo com Stagno et al. (2007), o treinamento pode ser quantificado e prescrito através do TRIMP modificado. Neste estudo, a frequência cardíaca

máxima (FC<sub>máx</sub>) foi estimada indiretamente por equação e isto pode ter sub ou superestimado a FC<sub>máx</sub> real dos atletas, o que poderia sub ou superestimar os valores dos TRIMP modificado. Assim, seria interessante que outros estudos também realizassem o monitoramento diário da carga de treino em atletas de futebol através do TRIMP modificado e que avaliassem a FC<sub>máx</sub> através de teste máximo para que fosse possível confirmar a eficácia deste método no futebol profissional. O método utilizado para a quantificação da carga de treino neste estudo, TRIMP modificado, só considera como relevantes valores acima de 65% FC max. Assim, como a resposta da frequência cardíaca não é o melhor parâmetro controle de treino na musculação por não permanecer em valores superiores ao estipulado, este tipo de treinamento pouco adicionou pontos ao TRIMP modificado. Os atletas realizaram o treinamento resistido três vezes por semana com um intervalo de pelo menos 48 horas entre os mesmos, totalizando 10 sessões no período avaliado.

## **CONCLUSÃO**

O presente estudo apresentou que a CK foi mais responsiva às alterações no impulso de treino enquanto que as variáveis psicológicas vigor e fadiga não demonstraram o mesmo comportamento. Assim, sugere-se que a utilização da fadiga e do vigor no controle da carga seja realizada em outros estudos associada a outras variáveis. Com relação à CK acreditamos que a mesma possa ser utilizada no monitoramento da carga de treinamento durante uma pré-temporada em jogadores profissionais de futebol. No entanto, nenhum marcador tem o potencial de sozinho refletir os reais efeitos da carga de treino. Assim, estudos futuros devem ser realizados com a mensuração da CK juntamente com outras variáveis como o rendimento do atleta e em outras fases do treinamento para confirmar estes resultados.

**Artigo 3****EFEITOS DA CARGA DE TREINO SOBRE VARIÁVEIS FISIOLÓGICA E  
HEMATOLÓGICA DURANTE UMA PRÉ-TEMPORADA NO FUTEBOL  
PROFISSIONAL**

*Effects of training load on physiological and hematological markers during a  
pre season in professional soccer*

## RESUMO

Introdução: O futebol é um esporte de grande demanda física. Assim, o conhecimento dos fatores intervenientes nos treinamentos e suas formas de controle/monitoramento se fazem importantes. A carga dos treinamentos influencia positiva ou negativamente as variáveis fisiológicas e hematológicas. No entanto, pouco se sabe sobre a resposta destes marcadores em relação à carga de treino no futebol. Objetivo: analisar os efeitos da carga de treinamento sobre a variabilidade da frequência cardíaca (domínio do tempo e da frequência) e a concentração de hemoglobina (Hgb) durante uma pré-temporada no futebol profissional. Metodologia: Oito jogadores profissionais de futebol ( $22,1 \pm 2,2$  anos e  $9,37 \pm 1,19$  % de gordura) foram monitorados durante 21 dias de uma pré-temporada e submetidos a 4 avaliações (T1, T2, T3 e T4). Foram realizadas uma coleta de sangue para análise da hemoglobina (Hgb) e a mensuração dos intervalos RR em repouso para análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) no domínio do tempo e da frequência. A carga de cada sessão de treino foi quantificada pelo TRIMP modificado. (Stagno et al., 2007) Resultados: Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) em nenhuma das variáveis mensuradas nas quatro avaliações realizadas. Não foram observadas correlações significativas ( $p > 0,05$ ) entre as mesmas. Conclusão: Nenhuma das variáveis foi alterada significativamente pela carga de treino, no entanto os valores da VFC no domínio da frequência apresentaram uma maior tendência de resposta às alterações da carga. Outros estudos são necessários para confirmar estes resultados.

Palavras-chave: Monitoramento. variabilidade da frequência cardíaca. hemoglobina. carga de treinamento

## ABSTRACT

**Introduction:** The soccer game demands from players a great physical capacity. Thus, the knowledge of factors that affect training and parameters to control it are important. Training load influences the physiological and hematological variables. Therefore, there is little information about the response of these markers in relation to training load in soccer.

**Objective:** To analyze the effects of training load on (physiological and hematological markers) heart rate variability and hemoglobin concentration during a pre season in professional soccer.

**Methods:** Eight professional soccer players ( $22,1 \pm 2,2$  years and  $9,37 \pm 1,19$  % body fat) were monitored during 21 days of a pre season and submitted to four evaluations (T1, T2, T3 and T4). Blood sample was collected to analyze hemoglobin concentration and resting RR intervals were measure to analyze the heart rate variability (HRV) in time and frequency domain. The training load of each session was quantified by modified TRIMP.

**Results:** There were not statistical differences ( $p>0,05$ ) in any variables measured in the four evaluations and there were not significant correlations among them ( $p>0,05$ ).

**Conclusion:** HRV values in frequency domain depicted a trend to respond training load changes what deserves attention for future studies that are necessary to confirm these results.

**Key words:** Monitoring. heart rate variability. hemoglobin. training load

## INTRODUÇÃO

O futebol é o esporte mais popular do Brasil, contando, de acordo com a Confederação Brasileira de Futebol (CBF), com cerca de 30 milhões de praticantes, sendo destes 11000 registrados (Favano et al., 2008). O futebol exige uma boa capacidade anaeróbica dos atletas (especialmente explosão muscular) para as ações decisivas de jogo e uma considerável resistência aeróbica para os períodos de recuperação e ajuste de posição entre estas ações (STOLEN ET AL., 2005).

Durante uma partida de futebol, os jogadores deslocam-se cerca de 10 a 14 km, dependendo da posição e da importância da partida (Stolen et al, 2005; Di Salvio et al., 2007), com intensidade média de 80 a 90% da frequência cardíaca máxima (FC<sub>máx</sub>) ou 70 a 80% do consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub><sub>máx</sub>), próximo ao limiar anaeróbico e chegam a atingir intensidades de aproximadamente 98% da FC<sub>máx</sub> (Bangsbo et al., 1994; Helgerud et al., 2001; Stolen et al., 2005). No entanto, a maior parte desta distância é coberta por corridas de baixa intensidade e caminhada, as quais requerem uma menor quantidade de energia, apesar da FC dos jogadores durante o jogo raramente ficar abaixo de 65% da FC<sub>máx</sub> (Bangsbo et al., 2006). Com isso, estima-se que cerca de 90% do dispêndio energético durante uma partida provém do metabolismo aeróbico, o que reforça a importância do condicionamento aeróbico para o jogador profissional (Bangsbo et al., 1994; Helgerud et al., 2001; Stolen et al., 2005). Mas, apesar das ações aeróbicas serem predominantes no futebol, as curtas ações anaeróbicas são determinantes, o que demonstra a importância da força e potência musculares para um bom desempenho neste esporte, sobretudo em alto nível.

O jogo de futebol é uma atividade de grande demanda física. De acordo com Mohr et al. (2003), um jogador de elite realiza aproximadamente 220 corridas em alta velocidade durante uma partida. Assim, o nível de transformação de energia anaeróbica é alto durante períodos do jogo (Reilly, 1997; Mohr et al., 2005; Krstrup et al., 2006). Estima-se que haja uma considerável diminuição nos estoques de glicogênio e um aumento na lipólise ao final de uma partida de futebol, associados a uma elevação nos níveis de ácidos graxos livres e uma menor concentração de lactato sanguíneo (Krstrup et al., 2006). Isso pode explicar o menor número de sprints nos 15 minutos finais dos dois tempos de partida, principalmente no segundo (Mohr et al., 2003) e a queda no rendimento dos jogadores imediatamente após o

jogo (Bangsbo et al., 2006). Esta última condição também tem sido observada em alguns momentos durante a partida de futebol o que sugere que os jogadores experienciam uma fadiga temporária durante o jogo, sendo que os mecanismos envolvidos neste processo ainda não estão claros (Mohr et al., 2003; Mohr et al., 2005; Bangsbo et al., 2006; Krstrup et al., 2006).

O futebol é um esporte dinâmico no qual a maximização do rendimento do atleta profissional é fundamentada no desenvolvimento adequado de um conjunto de fatores táticos, técnicos, nutricionais, psicológicos e físicos (Helgerud et al., 2001). Acredita-se que um sistema de treinamento adequado baseado na ciência e na fisiologia do esporte faz com que os atletas possam alcançar de maneira eficaz o mais alto rendimento (Stolen et al., 2005). Em virtude das características do futebol, os jogadores são submetidos a um estresse significativo nos treinamentos e, principalmente, nos jogos. Devido a isso, o treinamento de jogadores de elite deveria focar na melhoria da capacidade deste em realizar exercícios intensos e para recuperar-se rapidamente de períodos de exercício de alta intensidade (MOHR ET AL., 2003; BANGSBO ET AL., 2006).

É importante considerar que a linha entre o treinamento ideal e o excessivo é tênue. Assim, para que o atleta possa manter um rendimento satisfatório ao longo do período de treinamento e competitivo é necessário que haja um equilíbrio entre as cargas de trabalho (jogos e treinos) e o período destinado à recuperação (Miranda & Bara Filho, 2008). Visto isso, a mensuração precisa da intensidade do treino poderia permitir uma melhor programação do treinamento para evitar o excesso ou a subestimação da carga assegurando que os jogadores estejam no auge de sua condição física na competição (LITTLE & WILLIAMS, 2007).

Tem sido apresentado que a exposição crônica à carga de treinamento intenso acarreta alterações na resposta das variáveis fisiológicas (Earnest et al., 2004) e hematológicas (Halson et al., 2003). A resposta autonômica cardíaca é uma condição fisiológica que tem sido utilizada como parâmetro para quantificar o efeito do estresse do treinamento, mas há poucas informações acerca da mesma em relação à carga de treino no monitoramento longitudinal em jogadores profissionais de futebol e poucos estudos foram realizados analisando a resposta de variáveis hematológicas com o mesmo fim nesta população.

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é uma forma de mensuração não invasiva que tem sido usada para avaliar modificações da função autonômica cardíaca em relação ao exercício agudo e ao treinamento (Mourot et al., 2004a). Assim, esta pode prover informações sobre a influência de estímulos estressores sobre o atleta. Isto é confirmado pelo fato da VFC estar associada diretamente com o rendimento e indiretamente com o treinamento excessivo (Garet et al., 2004; Mourot et al., 2004a).

O efeito do estresse do treinamento tem sido quantificado, em estudos transversais e longitudinais através da VFC em estudos com indivíduos fisicamente ativos ou treinados (Mourot et al., 2004a; Madden et al., 2006; Pober et al., 2006), ciclistas profissionais (Earnest et al., 2004), maratonistas (Du et al., 2005), canoístas (Hedelin et al., 2000a, Hedelin et al., 2000b; Mourot et al., 2004a), corredores, triatletas (Baumert et al., 2006) e nadadores (Garet et al., 2004), com resultados conflitantes. Observou-se nestes estudos aumento, diminuição ou ausência de alterações da VFC em relação ao aumento da carga de treino, o que mostra que não foi encontrado um padrão na resposta desta variável em relação ao treinamento. Deve-se considerar que estas, em sua maioria, são atividades de característica contínua. Somente o estudo de Rebelo et al. (1997) analisou a resposta desta variável em jogadores profissionais de futebol. Neste estudo, não foi encontrada diferença significativa na VFC após seis semanas de treinamento intenso durante uma pré-temporada.

A concentração de hemoglobina (Hgb) também tem sido utilizada como um parâmetro hematológico para quantificar o efeito da carga de treino em atletas. Sabe-se que a Hgb pode responder inversamente ao aumento da carga de treino. Estudos com atletas de esportes cíclicos como ciclistas (Halsen et al., 2003), canoístas (Hedelin et al., 2000a; Hedelin et al., 2000b; Mourot et al., 2004a) e triatletas (Coutts et al., 2007) foram realizados com o objetivo de analisar o comportamento da Hgb em relação ao treinamento. A resposta desta variável também foi analisada em esportes intermitentes, como nos estudos de Davis et al. (1992), Metin et al. (2003) e Karakoc et al. (2005), de corte transversal e de Filaire et al. (2003), Malcovati et al. (2003) e Silva et al. (2008), em monitoramentos longitudinais, com jogadores de futebol, nos quais foram encontrados resultados diferentes.

Outras variáveis têm sido utilizadas como marcadores no controle longitudinal da carga de treino no futebol como a escala de percepção de esforço (Escala de Borg), perfil do estado de humor (POMS), frequência cardíaca, cortisol, ácido úrico, glutathione redutase, catalase, creatina quinase (CK), testosterona sanguínea, leucócitos, hematócrito e viscosidade sanguínea (Filaire et al., 2001; Filaire et al., 2003; Zoppi et al., 2003; Impellizzeri et al., 2004; Silva et al., 2008b). Devido à divergência dos resultados nestes estudos, faz-se necessário conhecer melhor a resposta dos parâmetros capazes de quantificar o efeito da carga de treino durante os treinamentos no futebol.

Dentre as etapas da periodização das equipes, a pré-temporada é um período de suma importância no futebol, visto ser esta uma fase na qual os atletas serão preparados para suportar todo o período competitivo. Pouco se sabe sobre a resposta da VFC e da Hgb em relação à carga de treino durante este momento de preparação e ainda não há um consenso sobre a utilização destas variáveis no controle dos treinamentos no futebol profissional, principalmente nesta fase da periodização. Portanto, o monitoramento preciso e regular através de marcadores fisiológicos e hematológicos pode servir como mais uma ferramenta para técnicos e preparadores físicos na melhoria do treinamento, otimização dos resultados e na prevenção do overreaching e do overtraining no treinamento do futebol em alto nível, especialmente durante a pré-temporada.

Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito do estresse da carga de treinamento sobre a variabilidade da frequência cardíaca e a concentração de hemoglobina durante uma pré-temporada no futebol profissional.

## **METODOLOGIA**

### **Amostra**

Participaram do estudo 10 jogadores profissionais de uma equipe de futebol masculina da 1ª Divisão do Campeonato Mineiro – Brasil (tabela 1). Dois atletas foram retirados da amostra visto que não participaram de todos os testes. Dos 8 atletas avaliados, 3 eram titulares e 5 eram reservas. Todos os jogadores foram considerados aptos a iniciar os treinamentos após avaliação médica. Os

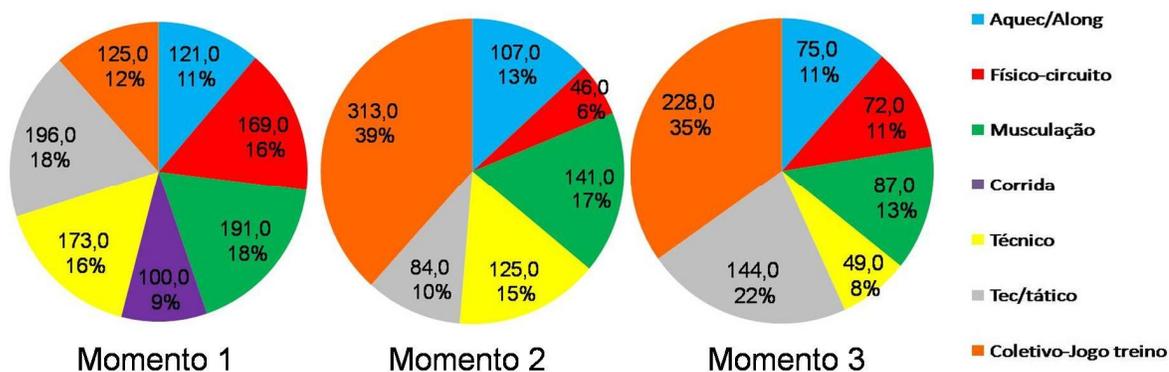
mesmos foram informados dos possíveis riscos envolvidos no experimento antes de assinar o termo de consentimento aceitando as condições do estudo e autorizando a divulgação dos dados. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Juiz de Fora sob o parecer nº 399/2007.

Tabela 1- Características físicas dos atletas.

<b>Atleta</b>	<b>Posição</b>	<b>Idade (anos)</b>	<b>% gordura (%)</b>	<b>Estatura (cm)</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Velocidade Lim An (Km/h)</b>
<b>1</b>	Volante	19	5,8	170	73,8	13,33
<b>2</b>	Meia-atacante	22	8,6	186	81,7	14,26
<b>3</b>	Meia	26	8,9	183,5	74,2	14,15
<b>4</b>	Volante	20	9,2	172	67,9	14,39
<b>5</b>	Volante	23	9,5	176,5	78	12,15
<b>6</b>	Lateral	21	10,0	179	73,8	13,78
<b>7</b>	Meia	22	11,3	176	68,8	13,49
<b>8</b>	Meia	24	11,5	176,5	75,9	12,67
<b>Média</b>		22,1	9,37	177,44	74,26	13,53
<b>DP</b>		2,2	1,79	5,36	4,52	0,79

### **Procedimentos do treinamento**

Foram monitorados 21 dias de treinamento na pré-temporada a partir do retorno das férias, totalizando 30 sessões com 42,4 horas de treinamento divididas em alongamento e aquecimento (303 min - 5,1 h), físico (806 min – 13,5 h), técnico (303 min - 5,8 h), tático (424 min - 7,1 h), coletivos e jogos treino (666 min – 11,1 h). O período de preparação acompanhado foi dividido em três momentos (entre as avaliações): O primeiro (1º ao 8º dia) contou com 14 sessões de treino totalizando 1075 minutos (17,92h); o segundo (9º ao 15º dia), contou com 9 sessões de treino totalizando 816 minutos (13,6h); e o terceiro (16º ao 21º dia), contou com 7 sessões de treino totalizando 655 minutos (10,92h). Estes dados podem ser observados por momentos na figura 1.



**Figura 1-** Tempo de treinamento (minutos) para cada tipo de treino por momento.

O treinamento físico progrediu de um caráter de resistência aeróbica para força explosiva, sendo este dividido em três momentos. O primeiro teve como prioridade o desenvolvimento da resistência aeróbica caracterizado por treinos físicos de maior volume como corridas contínuas ou intermitentes com intensidade de leve a moderado e treinamento resistido de resistência muscular. O segundo compreendeu o desenvolvimento de força com o incremento da intensidade do treino, com circuitos anaeróbicos que apresentavam grande componente de força e treinamento resistido com menor número de repetições (entre 8 e 10 repetições) e maior carga. O terceiro e último priorizou o desenvolvimento da potência anaeróbica com treinamentos físicos de alta intensidade com circuitos explosivos de tração na caixa de areia e no campo e treinamento resistido com séries de 8 repetições máximas. Cinco dias após a última avaliação a equipe realizou o primeiro jogo no Campeonato Mineiro.

### Procedimentos metodológicos

Foram realizadas quatro avaliações: um pré-teste (T1), duas avaliações intermediárias (T2 e T3) e uma avaliação final (T4), que contaram com a coleta de sangue e a mensuração dos intervalos RR em repouso. Estes procedimentos foram realizados nesta sequência. O intervalo entre o pré-teste e a segunda avaliação foi de 8 dias (14 sessões); entre a segunda e a terceira foi de 7 dias (9 sessões) e entre a terceira e a quarta foi de 6 dias (7 sessões). Todas as avaliações foram realizadas

no período da manhã, entre 7 e 9 horas, antes da primeira sessão de treino do dia. Tanto o pré quanto o pós-teste foram realizados em uma quinta-feira, pois no primeiro caso, os atletas se apresentaram na tarde do dia anterior e começariam os treinamentos neste dia e, no segundo, os atletas tiveram folga na manhã da sexta-feira, o que impossibilitou a coleta neste dia. As duas coletas intermediárias foram realizadas às sextas-feiras como previamente planejado.

Os atletas foram orientados a permanecerem em jejum por 12 horas antes da avaliação, não ingerir bebidas alcoólicas ou que continham cafeína, não fazer uso de nenhum medicamento e dormir pelo menos por 7 horas na noite que antecedia o teste.

O percentual de gordura dos jogadores foi estimado a partir do protocolo de Jackson & Pollock (1978) ao final do segundo momento e a velocidade de limiar anaeróbico foi quantificada através de teste de ciclos de 1000 metros de corrida em campo, o qual permitiu que o lactato sanguíneo fosse coletado cerca de 60 segundos após cada ciclo. A velocidade inicial variou entre 10 e 12 Km/h, dependendo da condição física do atleta avaliada previamente, e progrediu de 2 em 2 Km/h até que fosse encontrada uma concentração de lactato próxima de 4mMol/L, valor utilizado como referência para o limiar anaeróbico.

## **Instrumentos e procedimentos metodológicos**

### ***Coleta de sangue***

A coleta de sangue esteve sob responsabilidade de um profissional de nível universitário com reconhecida prática, de maneira a garantir uma punção venosa menos traumática e um mínimo de desconforto aos participantes. Todas as recomendações de biossegurança foram atendidas, protegendo tanto os pesquisados quanto os pesquisadores. Aproximadamente 2 mL de sangue foi colocado em tubo contendo 20 µL de solução aquosa de etilenodiaminotetracetado dissódico a 10% para a realização do hemograma.

### ***Análise da concentração de hemoglobina***

A hemoglobina foi dosada por espectrofotometria, um processo totalmente automatizado através do aparelho *Cell Dyn 3500 da Abbott®*. O sangue foi diluído com uma solução (*Lyse solution*), que contém em sua composição tampões, sal de amônio quaternário e sal de hidroxilamina.

### ***Mensuração e análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca em repouso***

Para o monitoramento da VFC (ms) em repouso foi utilizado um cardiofrequencímetro da marca Polar modelo RS800. Os atletas foram mantidos na posição supina, em um ambiente silencioso e semi-escuro, por 15 minutos em repouso total, sendo realizada a mensuração da frequência cardíaca, batimento-a-batimento, com registro da cada intervalo RR (IRR) durante os últimos 10 minutos. A respiração foi monitorada (dados não apresentados), mas não controlada, assim como a temperatura ambiente devido ao fato das coletas serem realizadas em condições de campo.

Os dados registrados foram transferidos para o computador por meio de interface com dispositivo infravermelho e captados por um software (programa) para processamento e análise de sinais, *Polar Precision Performance (Polar Finland)*, que calcula instantaneamente os IRR e a diferença entre os picos R sucessivos. O sinal resultante foi passado por um filtro de potência moderado que elimina batimentos ectópicos e artefatos substituindo-os por uma média dos IRR precedentes e sucessivos. O procedimento de filtragem e o critério de substituição são do próprio programa.

Para a análise da VFC no domínio do tempo e da frequência, foram utilizados somente 5 minutos consecutivos (3<sup>o</sup> ao 8<sup>o</sup> minuto) manualmente selecionados. Os segmentos de 5 minutos de cada jogador, em cada avaliação, contaram com menos de 5% de IRR interpolados.

### *Análise da VFC no domínio do tempo*

A análise no domínio do tempo permite o estudo da variação absoluta dos IRR ou da diferença entre IRR consecutivos, através de métodos estatísticos, sendo calculados: SDNN (desvio padrão dos IRR normais), RMSSD (Raiz quadrada da média da diferença entre IRR consecutivos), pNN50 (Porcentagem dos IRR nos quais as diferenças sucessivas entre eles são maiores do que 50 ms).

### *Análise da VFC no domínio da frequência*

A análise espectral dos tacogramas dos intervalos RR normais (iNN) foi realizada através do software *Advanced Heart Rate Variability Analysis* (Niskanen et al., 2004). A densidade espectral de potência foi calculada por meio de um algoritmo não paramétrico baseado na transformada rápida de Fourier, após a remoção de tendência (smooth prior / suavização prévia) e reamostragem dos dados a 4 Hz, usando *cubic spline*. Assim foi estimada a potência do componente de baixa frequência (LF – 0,04 a 0,15 Hz), a potência do componente de alta frequência (HF – 0,15 a 0,4 Hz) e a relação LF/HF. Foi utilizado o LF e o HF em unidades normalizadas (u.n.).

### **Quantificação da carga de treino**

A FC foi mensurada durante todos os treinamentos através do cardiofrequencímetro Polar RS800. Em cada sessão de treino, três atletas eram monitorados, sendo feito um revezamento entre os 8 jogadores que participaram do estudo. Dos valores obtidos nas sessões, fez-se a média entre as medidas. Para isso, todos os dados foram registrados através do programa de computador *Polar Precision Performance (Polar Finland)*, o qual permitiu a seleção de valores de referência da FC para estratificar a intensidade do exercício em cinco níveis como proposto por Stagno et al. (2007): I (65 a 71% FC<sub>máx</sub>), II (72 a 78% FC<sub>máx</sub>), III (79 a 85% FC<sub>máx</sub>), IV (86 a 92% FC<sub>máx</sub> e V (93 a 100% FC<sub>máx</sub>). Assim, as cargas de cada sessão de treino foram quantificadas pelo método TRIMP modificado (Impulso de treinamento) que avalia o volume e a intensidade do treinamento através de

escores específicos que utilizam os seguintes fatores de correção: nível I (1,25), nível II (1,71), nível III (2,54), nível IV (3,61) e nível V (5,16). O tempo gasto em cada nível de intensidade foi multiplicado por seu respectivo fator de correção a partir do qual se obteve um valor em unidades arbitrárias (u.a.). Os valores das diferentes faixas foram somados o que permitiu a totalização do impulso de treino de cada sessão do dia de treino e do momento avaliado.

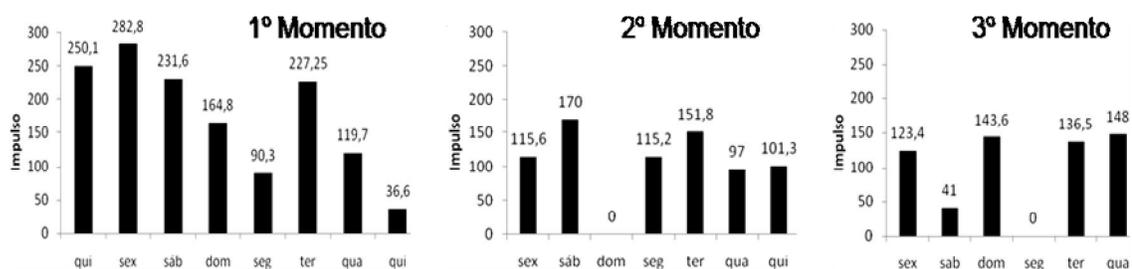
### **Tratamento Estatístico**

Os dados foram apresentados como média e desvio padrão (média±DP). A normalidade da distribuição das variáveis foi examinada pelo teste de Shapiro-Wilk ( $p < 0,05$ ), sendo que algumas variáveis foram classificadas como normais e outras não-normais. Foi realizado também o teste de Levene para verificar a homogeneidade da amostra, sendo isto confirmado. Para a comparação entre as médias foi utilizado one-way ANOVA para mensurações repetidas e Kruskal-Wallis. O teste de Spearman foi realizado para verificar a correlação entre as variáveis. O nível de significância estatística adotado foi  $p < 0,05$ . A versão 13.0 do SPSS foi usada para todas as análises.

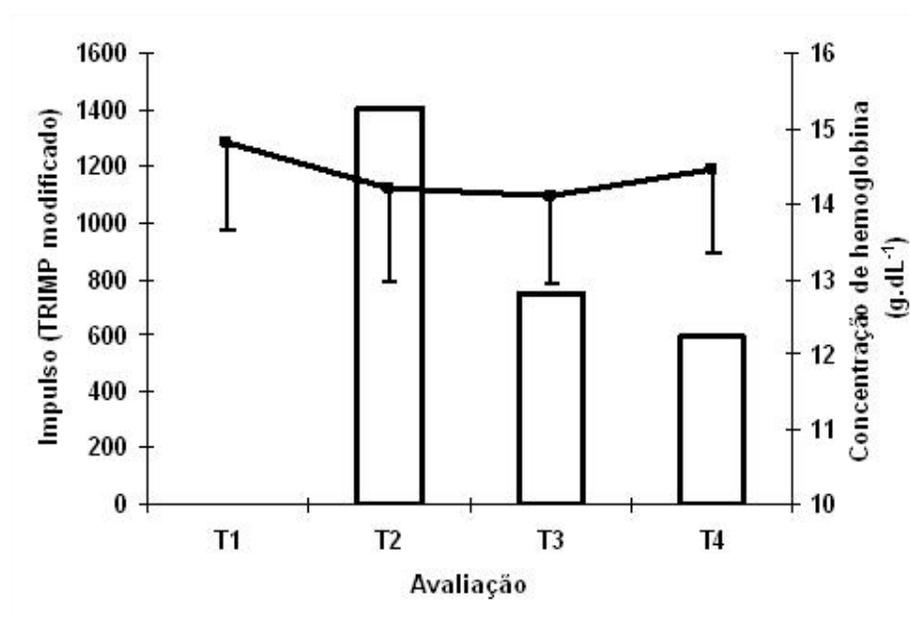
### **RESULTADOS**

O impulso diário de treino entre as avaliações pode ser observado na figura 1. O impulso total de treino foi de 1403,2, 750,9 e 592,5 u.a., no primeiro, segundo e terceiro momentos, respectivamente.

A Hgb apresentou valores de  $14,8 \pm 1,2$ ,  $14,2 \pm 1,3$ ,  $14,1 \pm 1,2$ ,  $14,5 \pm 1,1$  g.dL<sup>-1</sup>, nas mensurações (T1, T2, T3, T4, respectivamente. Não foi observada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) em nenhum dos momentos avaliados, apesar de ser observada uma redução dos valores médios após o aumento da carga em T2 que se manteve em T3 e um aumento nos valores médios em T4 com a redução do impulso de treino. O comportamento da concentração de hemoglobina em relação carga de treino pode ser observada no gráfico 2.



**Figura 1** - Impulso de treino (TRIMP modificado) diário durante o período de monitoramento.



**Gráfico 2**- Comportamento da concentração de hemoglobina (média  $\pm$  DP) (linha) em resposta ao impulso de treino (coluna) nas quatro avaliações.

A VFC no domínio do tempo não apresentou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre nenhuma das avaliações realizadas. Os valores médios de SDNN foram maiores em T2 e T3 e menores em T4. Já os comportamentos do RMSSD e do pNN50 foram semelhantes entre si, diminuindo nas avaliações T2 e T4 e aumentando na T3. Os valores destas variáveis podem ser observados na tabela 2.

Tabela 2 - Variáveis da variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo (média  $\pm$  DP) em quatro avaliações.

	<b>Avaliação</b>			
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>SDNN (ms)</b>	69,9 $\pm$ 35,9	73,8 $\pm$ 37,4	94,4 $\pm$ 38,3	67,0 $\pm$ 24,4
<b>RMSSD (ms)</b>	93,3 $\pm$ 57,7	87,6 $\pm$ 48,7	116,3 $\pm$ 53,4	85,3 $\pm$ 35,4
<b>pNN50 (ms)</b>	50,6 $\pm$ 27,7	43,7 $\pm$ 27,2	54,4 $\pm$ 22,1	47,8 $\pm$ 21,8

Os valores da VFC no domínio da frequência nas mensurações (T1, T2, T3, T4) foram, respectivamente, 45,9  $\pm$  16,8, 51,6  $\pm$  19,1, 57,8  $\pm$  19,6, 50,9  $\pm$  16,9 para LF unidades normalizadas (u.n.), 52,0  $\pm$  19,4, 48,4  $\pm$  19,1, 42,2  $\pm$  19,6, 49,1  $\pm$  16,9 para HF u.n. e 1,14  $\pm$  0,79, 1,40  $\pm$  1,0, 1,78  $\pm$  1,07, 1,28  $\pm$  0,88 para LF/HF. Assim como na análise no domínio do tempo, os valores da VFC analisados no domínio da frequência não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) em nenhuma das mensurações, apesar do aumento nos valores médios de LF e LF/HF em T2 e T3, e menores em T4. O HF, ao contrário, apresentou menores valores médios até T3 e maiores em T4. O comportamento destas variáveis pode ser observado nos gráficos 5, 6 e 7.

Quando verificada a correlação entre a Hgb e a VFC no domínio do tempo e da frequência, através do teste estatístico, não foi constatada nenhuma correlação significativa ( $p > 0,05$ ) entre as variáveis analisadas.

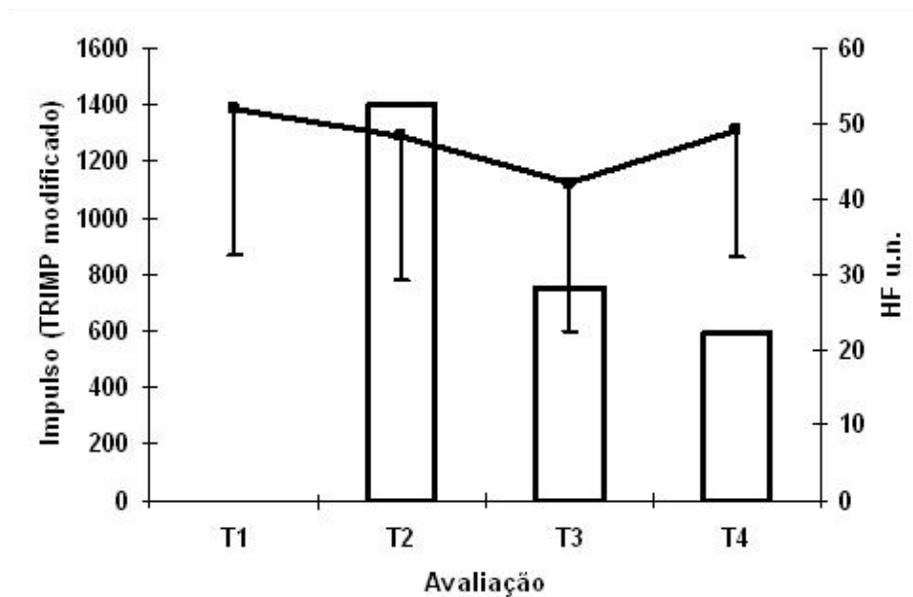


Gráfico 5- Comportamento do componente de alta frequência (HF) da variabilidade da frequência cardíaca em unidades normalizadas (média  $\pm$  DP) (linha) em relação ao impulso de treino (TRIMP modificado) (coluna) durante o período de treinamento.

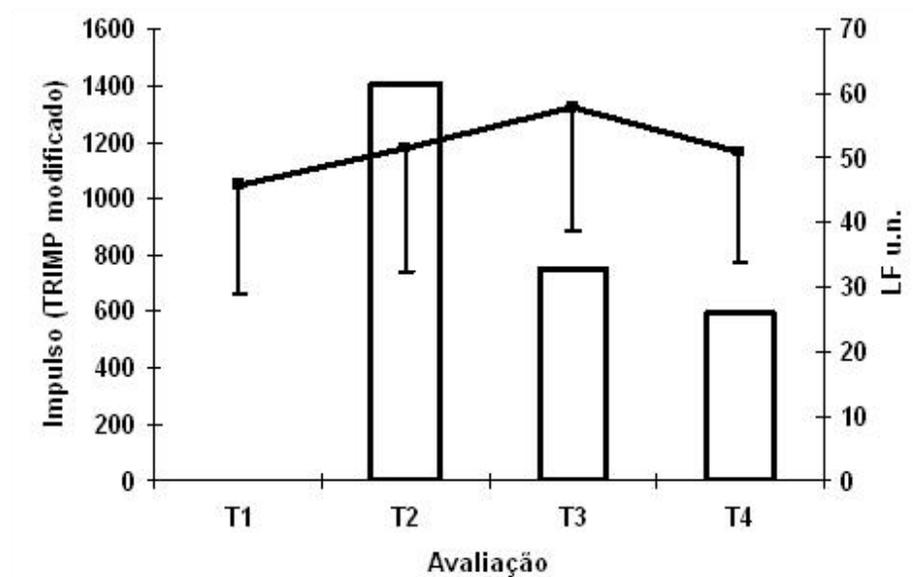


Gráfico 6- Comportamento do componente de baixa frequência (LF) da variabilidade da frequência cardíaca em unidades normalizadas (média  $\pm$  DP) (linha) em relação ao impulso de treino (TRIMP modificado) (coluna) durante o período de treinamento.

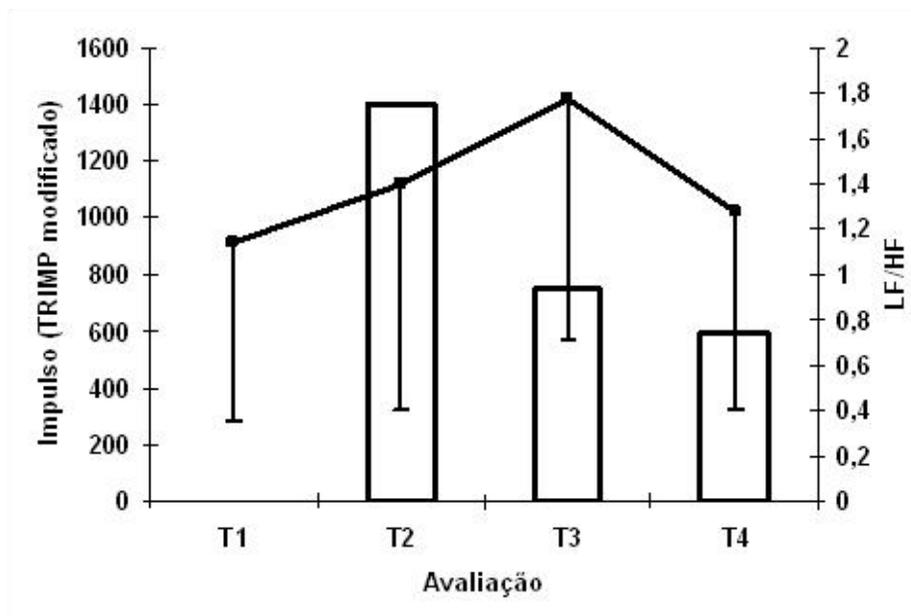


Gráfico 7- Comportamento da razão entre os componentes de baixa e alta frequência da variabilidade da frequência cardíaca (média  $\pm$  DP) (linha) em relação ao impulso de treino (TRIMP modificado) (coluna) durante o período de treinamento.

## DISCUSSÃO

O presente estudo realizado com jogadores profissionais de futebol provê informações sobre as possíveis alterações em variáveis fisiológica e hematológica em resposta à carga de treino durante um período de uma pré-temporada no futebol profissional. Faz-se importante ressaltar a relevância deste estudo, pois o mesmo possibilitou aumentar o universo de informações que propiciam o aprimoramento do conhecimento dos profissionais envolvidos no processo de treinamento de atletas de elite em relação ao controle da carga de treino nesta importante fase da periodização. Associado a isto, poucos estudos haviam sido realizados com a utilização da concentração de hemoglobina (Hgb) no monitoramento longitudinal da carga de treinamento no futebol profissional e somente um estudo (Rebelo et al., 1997) foi encontrado com a utilização da VFC para o mesmo fim em jogadores profissionais portugueses. Este fato dificultou a discussão dos dados da VFC (domínio do tempo e da frequência), especificamente, em relação a outros resultados com jogadores de futebol.

Para que os resultados possam ser melhor compreendidos, deve-se ressaltar que as alterações ocorridas na Hgb e no sistema nervoso autônomo quantificada pela VFC podem permanecer por alguns dias. Assim, os valores encontrados em cada avaliação devem ser entendidos como correspondentes ao efeito acumulado das sessões de treino de dias anteriores e não de uma única sessão realizada no dia anterior à coleta.

A carga de treino intensa afeta negativamente a atividade autonômica cardíaca quantificada pela VFC. No entanto, no presente estudo, a VFC não foi alterada significativamente quando analisada no domínio do tempo e da frequência em nenhuma das mensurações realizadas ao longo de 21 dias de treinamento de uma pré-temporada. Estes resultados são semelhantes aos obtidos no estudo de Hedelin et al. (2000)a com canoístas de elite, no qual os componentes espectrais da VFC como o HF, LH e a razão LF/HF não sofreram alterações significativas com o *overreaching* logo após 6 dias de treinamento em campo.

Uma correlação inversa entre a VFC (SDNN, RMSSD, LF e HF) e o volume e a intensidade do exercício quantificado pelo TRIMP foi observada no estudo de Earnest et al. (2004) com ciclistas profissionais ao final de três semanas de competição na Volta da Espanha. Já Baumert et al. (2006), em seu estudo com triatletas e corredores, observaram uma diminuição no RMSSD logo após uma semana (6 dias) de treinamento de campo sendo que os valores deste parâmetro retornaram aos de repouso 4 dias após o encerramento dos treinos. Assim, concluíram que a VFC reflete a resposta autonômica ao aumento da carga de treinamento. Conclusão semelhante foi obtida no estudo de Garet et al. (2004) quando analisaram influência do treinamento intenso e da recuperação sobre a atividade noturna do sistema nervoso autônomo em nadadores jovens. Resultados contrários a estes foram observados no estudo de Hedelin et al. (2000b) com um canoísta, no qual foi apresentado que a VFC, analisada no domínio da frequência, aumentou com a queda do rendimento atlético. A análise desses estudos demonstra uma falta de convergências nos resultados, indicando que a relação VFC e carga de treino necessita ser mais aprofundada.

De acordo com Task Force (1996), o HF, SDNN, RMSSD e pNN50 estão relacionados à resposta parassimpática no controle autonômico cardíaco. Como a

resposta parassimpática responde inversamente ao aumento do estresse e ao treinamento excessivo, espera-se que estes parâmetros no domínio do tempo e da frequência diminuam com o aumento da carga de treino (Earnest al., 2004). No entanto, neste estudo o HF não apresentou nenhuma correlação significativa com as mensurações no domínio do tempo (SDNN, RMSSD, pNN50) e nenhum destes foi alterado significativamente com as mudanças no impulso semanal de treino. Assim, pode-se sugerir que o estresse ao qual os atletas foram submetidos foi proporcional às suas capacidades de respostas adaptativas.

Apesar da ausência de alterações estatisticamente significativas, vale ressaltar que os valores médios de LF u.n. e da LF/HF foram progressivamente maiores até a avaliação T3 e menores na última (T4), assim como os do SDNN. Já os valores de HF u.n. responderam de forma inversa a estes, pois apresentaram valores médios progressivamente menores até T3 e maiores em T4. O fato de SDNN apresentar uma relação direta com o sistema nervoso parassimpático e demonstrar, no presente estudo, um comportamento semelhante aos de LF/HF e LF contrastam com os da literatura (Task Force, 1996), pois estes apresentam relações diretas com a resposta simpática e uma combinação do simpático e do parassimpático, respectivamente.

No entanto, devido aos resultados de HF, que apresenta relação direta com o parassimpático, observa-se que pode ter havido uma tendência de diminuição da VFC até a terceira avaliação (T3) e de aumento após o momento 3 (T4), quando o impulso de treino foi menor do que nos momentos anteriores (momento 1 e 2). Tanto o RMSSD quanto o pNN50, considerados importantes marcadores da atividade autonômica, apresentaram um comportamento irregular em relação às alterações no impulso de treino.

No estudo de Rebelo et al. (1997), com jogadores profissionais de futebol, foi constatado que a VFC, tanto no domínio do tempo (SDNN e pNN50) quanto no domínio da frequência (HF, LF, LF/HF) não sofreu alterações significativas após 6 semanas de treinamento, considerado pelos autores como intenso, durante a pré-temporada. O presente estudo realizou duas avaliações intermediárias (T2 e T3) entre as avaliações T1 e T4 no período de 21 dias durante a pré-temporada e os resultados corroboraram com os de Rebelo et al. (1997), no qual também foi

observada uma tendência de aumento do LF u.n., do LF/HF e do SDNN e de diminuição do HF u.n. após um período de treinamento. Assim, parece que a VFC analisada no domínio da frequência em unidades normalizadas apresenta uma melhor responsividade às alterações da carga de treinamento e, conseqüentemente, da atividade autonômica cardíaca em relação aos valores no domínio do tempo, sendo assim um parâmetro mais confiável.

Os resultados do estudo de Pober et al. (2004) com homens moderadamente ativos sugerem que o exercício de resistência pode aumentar agudamente a contribuição do sistema nervoso parassimpático no controle da função cardíaca de repouso entre 1 e 22 horas pós-exercício. Mas, quando o exercício é intenso, este pode aumentar a modulação simpática cardíaca em repouso na posição supina (Baumert et al., 2006), acarretando uma redução da VFC (Mourot et al., 2004)a.

Acredita-se que as oscilações no HF são causadas direta e indiretamente pela respiração (Earnest et al., 2004; Pober et al., 2004). No entanto, resultados semelhantes têm sido encontrados em estudos que controlaram a respiração e que não o fizeram. No presente estudo, assim como no de Rebelo et al. (1997), Earnest et al. (2004) e Baumert et al. (2006), a respiração ocorreu de forma livre e, assim, fisiológica e obteve-se resultados diferentes. É importante elucidar que a ventilação em repouso está sob o controle autonômico e assim é involuntária. Quando a frequência respiratória é controlada/modulada por um aparato externo como o metrônomo, a mesma passa a sofrer interferências voluntárias o que pode influenciar a resposta autonômica. Além do controle, o fato do indivíduo ter que manter a atenção nos estímulos sonoros pode aumentar a ativação do mesmo, o que também pode influenciar a resposta autonômica. No estudo de Pober et al. (2004), os indivíduos tiveram a ventilação controlada por metrônomo e foram orientados a respirar o mais natural possível. No entanto, devido ao exposto acima, acredita-se que esta manobra pode ter alterado a verdadeira resposta autonômica. Como o objetivo da análise da VFC é observar a resposta autonômica fisiológica, entende-se que esta manobra de controle da ventilação poderia alterar/mascarar a real resposta do sistema nervoso autônomo e verificação real do efeito da carga de treino em relação a esta porção do sistema nervoso. Entende-se que é o sistema nervoso autônomo, através do ramos simpáticos e parassimpáticos, que modulam a

ventilação em repouso e não o contrário. Assim, sugere-se que para este fim, a mensuração da VFC pode ser realizada sem o controle da frequência respiratória.

Devido à grande variabilidade entre os sujeitos nos valores da VFC, diferentes formas de tratamento e análise dos dados têm sido utilizadas na tentativa de minimizar esta diferença. Uma destas formas é a análise espectral dos componentes de alta e baixa frequência da VFC realizada em unidades normalizadas, visto que esta forma enfatiza o comportamento balanceado e controlado dos dois braços do SNA (Task Force, 1996, Rebelo et al., 1997). Este procedimento foi utilizado no presente e em outros estudos que utilizaram a VFC para o controle da carga de treino (Rebelo et al., 1997; Hedelin et al., 2000b; Pichon et al., 2004; Pober et al., 2004; Baumert et al., 2006).

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é uma avaliação não invasiva para quantificar a modulação autonômica sobre o nodo sinoatrial (Pichon et al., 2004) e, quando mensurada através do cardiofrequencímetro, se apresenta como uma ferramenta acessível e de fácil aplicação. Com isso, esta variável aumenta a sua possibilidade de ser utilizada no dia-a-dia dos treinamentos com o objetivo de monitorar os efeitos da carga de treino sobre a condição física dos atletas. No entanto, mais estudos são necessários para confirmar a utilização desta variável como instrumento de monitoramento da carga de treino em jogadores profissionais de futebol, sobretudo na pré-temporada.

A concentração de hemoglobina (Hgb) tende a apresentar uma relação inversa com o aumento da intensidade e, principalmente, do volume da carga de treino. No presente estudo, a Hgb não foi alterada significativamente durante o período da pré-temporada monitorado em nenhuma mensuração realizada mesmo com a queda no impulso de treino nos momentos 2 e 3. Resultado semelhante foi encontrado por Hedelin et al. (2000b), em seu estudo com um canoísta, no qual foi observado que mesmo com a queda no rendimento do mesmo após alguns meses de treinamento, a Hgb não apresentou valores significativamente diferentes. Já no estudo de Halson et al. (2003) com ciclistas, houve uma diminuição significativa da Hgb durante duas semanas de treinamento intenso. Isto também foi constatado por Hedelin et al. (2000a) em seu estudo com canoístas, no qual foi observado uma redução significativa na Hgb após 6 dias de treino, a qual foi atribuída a um aumento

do volume plasmático, que é considerado uma alteração que ocorre em resposta ao exercício (POBER ET AL., 2004).

O treinamento no futebol, em algumas fases da periodização, é realizado através de exercícios intensos. Alguns estudos têm analisado a resposta dos jogadores de futebol em relação à carga de treino através do comportamento da Hgb (Filaire et al., 2003; Malcovati et al., 2003; Metin et al., 2003; Karakoc et al., 2005; Silva et al., 2008b). No estudo de Karakoc et al. (2005) com jogadores de futebol, a concentração de Hgb diminuiu aguda e significativamente após um treinamento padrão de 90 minutos. Já Silva et al. (2008b), observaram um aumento significativo na Hgb em jogadores de futebol após as primeiras seis semanas de treinamento (menor volume de treino) e nenhuma alteração significativa após as seis semanas seguintes (maior volume de treino). Este aumento foi atribuído à diminuição do volume plasmático, que pode ser explicado pelas características do programa de treinamento no futebol (Hedelin et al. (2000a); Silva et al., 2008b). No entanto, Filaire et al. (2003), em seu estudo com jogadores profissionais de futebol, observaram que, assim como no presente estudo, não houve nenhuma alteração significativa na concentração de Hgb ao longo de um ano de acompanhamento. Assim como no estudo de Silva et al. (2008b), o presente estudo não controlou a ingestão de líquido, a umidade relativa e a temperatura ambiente. Isto pode ter influenciado no volume plasmático e assim na resposta da Hgb.

De acordo com Malcovati et al. (2003), espera-se que o aumento do treinamento aeróbico resulte em menores níveis de Hgb, sendo esta condição considerada como uma resposta normal à carga de treino na maioria dos casos. O primeiro momento do treinamento no presente estudo foi caracterizado por sessões com predomínio aeróbico. No entanto, os valores da Hgb na avaliação T2 não caíram significativamente, apesar da tendência de diminuição de T1 para T2 e T3 e de aumento após o momento 3 (T4), no qual observou-se o menor impulso diário de treino (98,8 impulsos/dia) em relação ao momento 2 (107,3 impulsos/dia) e ao momento 1 (155,9 impulsos/dia).

Ainda no estudo de Malcovati et al. (2003), os meio-campistas apresentaram valores de Hgb menores do que os jogadores de outras posições. Isto foi justificado pelo fato dos jogadores desta posição percorrerem maior distância

durante os jogos e assim, realizarem mais esforços de resistência (Malcovati et al., 2003; Bangsbo et al., 2006; Di Salvio et al., 2007). No entanto, Davis et al. (1992), não observaram diferenças significativas nos valores da Hgb entre jogadores de diferentes posições no futebol. O presente estudo não fez esta relação, pois não havia um número suficiente de jogadores de cada posição.

Os valores (média  $\pm$  DP) da Hgb apresentados pelos jogadores deste estudo (de 13,0 a 16,5 g.dL<sup>-1</sup>) foram semelhantes aos observados em 135 jogadores ingleses de futebol avaliados por Davis et al. (1992), os quais apresentaram valores médios de 14,5  $\pm$  0,1g.dL<sup>-1</sup>. Malcovati et al. (2003) em seu estudo com 923 jogadores de 39 equipes da liga italiana de futebol mostrou valores (média  $\pm$  DP) de 14,8  $\pm$  0,87 g.dL<sup>-1</sup> (variação de 12,1 a 17,8 g.dL<sup>-1</sup>) durante diferentes fases do período competitivo de três (ligas) campeonatos consecutivos. Valores (média  $\pm$  DP) semelhantes foram apresentados no estudo realizado com jogadores profissionais brasileiros em três mensurações (de 13,5 a 17,5 g.dL<sup>-1</sup>) durante um período de 12 semanas de treino (Silva et al., 2008b). Apesar de se tratar de atletas, os valores mensurados no presente estudo estão dentro dos padrões para indivíduos saudáveis e não atletas, que segundo Metin et al. (2003) é de 15  $\pm$  2 g.dL<sup>-1</sup>. Metin et al. (2003) também observou, quatro dias após o término de uma temporada de cinco meses, uma resposta da Hgb próximo aos valores obtidos no presente estudo em 25 jogadores jovens de futebol com valor de (média  $\pm$  DP) 14,77 $\pm$ 0,11. Este valor foi significativamente menor do que de indivíduos sedentários. A partir desta análise, pode-se acreditar que estes atletas ainda estavam sob os efeitos da carga de trabalho da temporada competitiva.

Não houve correlação significativa entre a Hgb e a VFC analisadas no domínio do tempo e da frequência, no presente estudo em nenhuma das avaliações. Apesar dos estudos de Hedelin et al. (2000a) e Mourot et al. (2004) terem realizado a coleta da Hgb e da VFC, os mesmos não realizaram o teste estatístico para verificar se havia correlação entre estas variáveis.

De acordo com Stolen et al. (2005) e Bangsbo et al. (2006), o monitoramento da intensidade durante a sessão de treino, com o auxílio de um monitor de frequência cardíaca (FC), seria útil para verificar a carga no processo de treinamento. Este procedimento foi realizado no presente estudo no qual a carga de

cada sessão de treino foi quantificada através do TRIMP modificado que utiliza os dados da FC. Este procedimento é válido para que se conheça a carga de cada sessão ou de um período de treinamento. O método utilizado para a quantificação da carga de treino neste estudo, TRIMP modificado, só considera como relevantes valores acima de 65% FC max. Assim, como a resposta da frequência cardíaca não é o melhor parâmetro controle de treino na musculação por não permanecer em valores superiores ao estipulado, este tipo de treinamento pouco adicionou pontos ao TRIMP modificado. Os atletas realizaram o treinamento resistido três vezes por semana com um intervalo de pelo menos 48 horas entre os mesmos, totalizando 10 sessões no período avaliado.

Como o desempenho dos atletas não foi mensurado durante a pré-temporada, o presente estudo não pôde fazer a relação do mesmo com as variáveis mensuradas. No entanto, a equipe permaneceu invicta até a 8ª rodada e líder até a 5ª rodada terminando em terceiro lugar campeonato. Vale destacar que o HF e a Hgb apresentaram maiores valores médios em T4, quatro dias antes da primeira partida do campeonato, e se aproximaram dos valores de repouso em T1 e que o LF e o LF/HF apresentaram menores valores médios na última avaliação (T4). Este desempenho permitiu que acreditássemos que os atletas responderam positivamente aos estímulos impostos durante o período preparatório, que é uma fase fundamental para o sucesso de uma equipe de futebol, e que este pode ter sido satisfatório para um bom rendimento no início da temporada competitiva.

Foi encontrada uma grande variação entre os atletas nos valores das variáveis analisadas, principalmente na VFC no domínio do tempo, o que nos leva a acreditar que os atletas podem apresentar respostas diferentes para a mesma carga de treino ou que os mesmos podem se esforçar mais em algumas sessões. Este fato pôde ser observado em um estudo desenvolvido por nosso laboratório com dois jogadores profissionais de futebol (Bara Filho et al., dados não publicados) ao longo de 14 dias de treinamento no período competitivo, no qual se observou respostas opostas da VFC analisadas visualmente através da plotagem de Poincaré, entre os dois atletas submetidos à mesma carga de treino. Enquanto o escaterograma de um manteve uma forma elíptica (resposta positiva) o do outro foi ficando cada vez mais estreito (resposta negativa). No presente estudo, alguns atletas em um determinado momento do treinamento apresentaram relatos subjetivos diferentes em relação às

suas capacidades de recuperação e rendimento. Esta condição pode dificultar a utilização destas ferramentas quando os atletas são analisados em grupo. Assim, parece que Garet et al. (2004) estão mais próximos de apresentar a melhor solução ao propor a análise individual dos dados, o que pode ser utilizado no dia-a-dia dos treinamentos inclusive no futebol profissional.

## **CONCLUSÃO**

O presente estudo possibilitou aumentar o universo de informações acerca do controle da carga de treino, o que permitirá o aprimoramento do conhecimento dos profissionais envolvidos no processo de treinamento de atletas de elite. Conclui-se, baseado no comportamento das variáveis, que a Hgb e a VFC analisada no domínio da frequência podem ser potenciais variáveis para o controle dos efeitos da carga de treino em jogadores profissionais de futebol, podendo auxiliar no monitoramento dos treinamentos, permitindo o aprimoramento dos mesmos. A ausência de diferenças significativas entre as avaliações pode indicar que a relação estresse-recuperação se manteve equilibrada ao longo do período de monitoramento. Atenção especial deveria ser dada à VFC, pois esta permite a quantificação, não invasiva, da modulação autonômica sobre o nodo sinoatrial e quando mensurada através do cardiofrequencímetro, se apresenta como uma ferramenta acessível e de fácil aplicação no dia-a-dia dos treinamentos. No entanto, mais estudos são necessários em outras fases da periodização, com um número maior de jogadores de futebol e um maior período de acompanhamento, talvez de forma individual, para confirmar o proposto por este estudo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização de estudos que visam ampliar as informações sobre as formas de controle do treinamento assim como, de parâmetros capazes de quantificar o efeito estressor gerado pelas cargas de treino têm sido muito importantes para auxiliar os profissionais que estão envolvidos no processo do treinamento desportivo, na melhoria da periodização e no aprimoramento da condição psicofísica do atleta.

Este estudo buscou somar informações acerca da resposta de alguns parâmetros fisiológico, bioquímicos, psicológicos e hematológico em relação à carga de treino. Assim, baseado nos resultados obtidos, podemos concluir que a creatina quinase parece ser a variável mais reativa à carga de treino no futebol em relação às outras variáveis. Devido a isso, acreditamos que esta enzima pode ser utilizada no monitoramento da carga de treinamento em jogadores profissionais de futebol. No entanto, nenhum marcador tem o potencial de sozinho refletir com total confiabilidade os efeitos da carga de treino.

Neste contexto, é importante destacar que os valores da variabilidade da frequência cardíaca no domínio da frequência, assim como da hemoglobina, analisados neste estudo, apresentaram uma relevante tendência de resposta às alterações da carga e, por isso, outros estudos com estes marcadores se fazem necessários. Com relação ao parâmetro psicológico avaliado através de questionário, acreditamos ser necessária uma atenção especial quando da utilização deste recurso devido à maior possibilidade de subjetividade das respostas, sem desconsiderá-los como potenciais variáveis no controle da carga.

Observa-se que uma possível razão para o problema que treinadores e atletas têm enfrentado na busca pelo aprimoramento do rendimento é a ausência de um parâmetro claro e objetivo para o monitoramento do treinamento e para a detecção nos estágios iniciais dos efeitos negativos da carga de treino (ex. overtraining).

Isto posto, estudos futuros devem ser realizados com a mensuração da CK, dos componentes espectrais da VFC e da hemoglobina juntamente com outras variáveis como o rendimento do atleta, em um número maior de jogadores para

confirmar estes resultados. Um maior período de controle e o monitoramento em outras fases do treinamento e da competição também se fazem importantes.

Estudos desta natureza são de grande valia para que a busca contínua pelo rendimento sempre venha a ocorrer a partir de treinamentos de qualidade, baseados na perfeita e delicada relação estresse-recuperação, objetivando não comprometer a saúde e a integridade psicofisiológica e social do atleta, o foco principal do processo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIRES, M. M. **Fisiologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1999. p. 111-114.
- ALVES, R. N.; COSTA, L. O. P.; SAMULSKI, D. M. **Monitoramento e prevenção do supertreinamento em atletas**. Rev Bras Med Esporte, v. 12, n. 5, p. 291-296, 2006.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Position Stand: Progression models in resistance training for health adults**. Med Sci Sports Exer, v. 34, n. 2, p. 364-380, 2002.
- ASCENSÃO A, REBELO A, OLIVEIRA E, MARQUES F, PEREIRA L, MAGALHÃES J. Biochemical impact of a soccer match – analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. Clin Biochem 2008;41:841-851.
- AUBERT, A. E.; SEPS, B.; BECKERS, F. **Heart rate variability in athletes**. Sports Med, v. 33, n. 12, p. 889-919, 2003.
- AUDETTE, J. F.; JIN, Y. S.; NEWCOMER, R.; STEIN, L.; DUNCAN, G.; FRONTERA, W. R. **Tai Chi versus brisk walking in elderly women**. Age Ageing, v. 35, n. 4, p. 388-393, 2006.
- BANGSBO, J. **The physiology of soccer – with special reference to intense intermittent exercise**. Acta Physiol Scand Suppl, v. 151 (suppl 619), p. 1-155, 1994.
- BANGSBO, J.; MOHR, M.; KRUSTRUP, P. **Physical and metabolic demands of training and match-play in elite football player**. J Sports Sci, v. 24, n. 7, p. 665-674, 2006.
- BAUMERT, M.; BRECHTEL, L.; LOCK, J.; HERMSDORF, M.; WOLFF, R.; BAIER, V. et al. **Heart rate variability, blood pressure variability, and baroreflex sensitivity in overtrained athletes**. Clin J Sports Med, v. 16, n. 5, p. 412-417, 2006.
- BOUGET, M.; ROUEIX, M.; MICHAUX, O.; PEQUIGNOT, J.; FILAIRE, E. **Relationship among training stress, mood and dehydroepiandrosterone sulphate/cortisol ratio in female cyclists**. J Sports Sci, v. 24, n. 12, p. 1297-1302, 2006.
- BRANCACCIO, P.; MAFFULLI, N.; BUONAURO, R.; LIMONGELLI, F. M. **Serum enzyme monitoring in sports medicine**. Clin Sports Med, v. 27, n. 1, p.1-18, 2008.
- BRUN, J-F. **The overtraining: To a system of evaluation usable by routine examination**. Sci Sports, v. 18, p. 282-286, 2003.
- BUCHHEIT, M.; SIMON, C.; PIQUARD, F.; EHRHART, J.; BRANDENBERGER, G. **Effects of increased training load on vagal-related indexes of heart rate variability: a novel sleep approach**. Am J Physiol Heart Circ Physiol, v. 287, n. 6, p. H2813-H2818, 2004.
- BUDGETT, R. **Fatigue and underperformance in athletes: the overtraining syndrome**. Br J Sports Med, v. 32, n. 2, p. 107-110, 1998.

- COBER, C. A.; MICKLE, A. **Stability of the Iceberg Profile as a function of perceived difficulty in defeating an opponent.** *Percept Mot Skills*, v. 90, n. 3, p. 1135-1138, 2000.
- COSTA, L. O. P.; SAMULSKI, D. M. **Overtraining em atletas de alto nível – Uma revisão literária.** *Rev Bras Ci e Mov*, v. 13, n. 2, p. 123-134, 2005.
- COUTTS, A. J.; REABURN, P.; PIVA, T. J.; ROWSELL, G. J. **Monitoring for overreaching in rugby league players.** *Eur J Appl Physiol*, v. 99, n. 3, p. 313-324, 2007.
- CUNHA, G. S.; RIBEIRO, J. L.; OLIVEIRA, A. R. **Sobretreinamento: Teorias, diagnóstico e marcadores.** *Rev Bras Med Esporte*, v. 12, n. 5, p. 297-302, 2006.
- DAVIS, J. A.; BREWER, J.; ATKIN, D. **Pre-season physiological characteristics of English first and second division soccer players.** *J Sports Sci*, v. 10, n. , p. 541-547, 1992.
- DI SALVIO, V.; BARON, R.; TSCHAN, H.; CALDERON MOTERO, F. J.; BACHL, N.; PIGOZZI, F. **Performance characteristics according to playing position in elite soccer.** *Int J Sports Med*, v. 28, n. 3, p. 222-227, 2007.
- DU, N.; BAI, S.; OGURI, K.; KATO, Y.; MATSUMOTO, I.; KAWASE, H. et al. **Heart rate recovery after exercise and neural regulation of heart rate variability in 30-40 year old female marathon runners.** *J Sports Sci Med*, v. 4, n. 1, p. 9-17, 2005.
- 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. 568-575, 2004.
- EHLERS, G. G.; BALL, T. E.; LISTON, L. **Creatine kinase levels are elevated during 2-a-day practices in collegiate football players.** *J Athl Train*, v. 37, n. 2, p. 151-156, 2002
- ELLOUMI, M.; EL EDJ, N.; ZAOUALI, M.; MASO, F.; FILAIRE, E.; TABKA, Z. et al. **IGFBP-3, a sensitive marker of physical training and overtraining.** *Br J Sports Med*, v. 39, n. 9, p. 604-610, 2005.
- FATOUROS, I. G.; DESTOUNI, A.; MARGONIS, K.; JAMURTAS, A. Z.; VRETTOU, C.; KOURETAS, D. et al. **Cell-Free Plasma DNA as a Novel Marker of Aseptic Inflammation Severity Related to Exercise Overtraining.** *Clin Chem*, v. 52, n. 9, p. 1820-1824, 2006.
- FAVANO, A.; SANTOS-SILVA, P. R.; NAKANO, E. Y.; PEDRINELLI, A.; HERNANDEZ, A. J.; GREVE, J. M. **Peptide glutamine supplementation for tolerance of intermittent exercise in soccer player.** *Clinics*, v. 63, n. 1, p. 27-32, 2008.
- FERNANDES, J.; NOGUEIRA, R.; ANDRADE, F.; FREITAS, D. S.; BARA FILHO, M. **Tradução e adaptação do questionário de sintomas clínicos do overtraining.** *Coleção Pesquisa em Educação Física*, v. 7, n. 1, p. 335-340, 2008.

FILAIRE, E.; BERNAIN, X.; SAGNOL, M.; LAC, G. **Preliminary results on mood states, salivary testosterone:cortisol ratio and team performance in a professional soccer team.** European J Appl Physiol, v. 86, n. 2, p. 179-184, 2001.

FILAIRE, E.; LAC, G.; PEQUIGNOT, J-M. **Biological, hormonal, and psychological parameters in professional soccer players throughout a competitive season.** Percept Mot skills, v. 97, (3 Pt 2), p. 1061-1072, 2003.

FOSCHINI, D.; PRESTES, J.; CHARRO, M. A. **Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio.** Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum, v. 9, n. 1, p. 101-106, 2007.

FRIÉDEN, J.; LIEBER, R. L. **Serum creatine kinase level is a poor predictor of muscle function after injury.** Scand J Med Sci Sports, v. 11, n. 2, p. 126-127, 2001.

GARET, M.; TOURNAIRE, N.; ROCHE, F.; LAURENT, R.; LACOUR, J. R.; BARTHÉLEMY, J. C. et al. **Individual interdependence between nocturnal ASN activity and performance in swimmers.** Med Sci Sports Exerc, v. 36, n. 12, p.2112-2118, 2004.

GAUDARD, A.; VARLET-MARIE, E.; BRESSOLLE, J.; MERCIER, L.; BRUN, J-F. **Hemorheological correlates of fitness and unfitness in athletes: moving beyond the apparent “paradox of hematocrit”?** Clin Hemorheol Microcirc, v. 28, n. 3, p. 161-173, 2003.

GLEESON, M. **Biochemical and immunological markers of overtraining.** J Sports Sci Med, v. 1, n. 2, p. 31-41, 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. 854-861, 2003.

HARTMANN, U.; MESTER, J. **Training and overtraining markers in selected sport events.** Med Sci Sports Exerc, v. 32, n. 1, p. 209-215, 2000.

aHEDELIN, R.; KENTTÁ, G.; WIKLUND, U.; BJERLE, P.; HENRIKSSON-LARSÉN, K. **Short-term overtraining: effects on performance, circulatory responses, and heart rate variability.** Med Sci Sports Exerc, v. 32, n. 8, p. 1480-1484, 2000.

bHEDELIN, R.; WIKLUND, U.; BJERLE, P.; HENRIKSSON-LARSÉN, K.; **Cardiac autonomic imbalance in an overtrained athlete.** Med Sci Sports Exerc, v. 32, n. 9, p. 1531-1533, 2000.

HELGERUD, J.; ENGEN L. C.; WISLOFF, U.; HOFF, J. **Aerobic endurance training improves soccer performance.** Med Sci Sports Med, v. 33, n. 11, p. 1925-1931, 2001.

IELLAMO, F.; PIGOZZI, F.; SPATARO, A.; LUCINI, D.; PAGANI, M. **T-wave and heart rate variability changes to assess training in world class athletes.** Med Sci Sports Exerc, v. 36, n. 8, p. 1342-1346, 2004.

IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPININI, E.; COUTTS, A. J. **Use of RPE-based training load in soccer.** Med Sci Sports Exerc, v. 36, n. 6, p. 1042-1047, 2004

IWASAKI, K.; ZHANG, R.; ZUCKERMAN, J. H.; LEVINE, B. D. **Dose-response relationship of the cardiovascular adaptation to endurance training in health adults: How much training for what benefit?** J Appl Physiol, v. 95, n. 4, p. 1575-1583, 2003.

JEFFREYS, I. **A system for monitoring training stress and recovery in high school athletes.** National Strength and Conditional Association, v. 26, n. 3, p. 28-33, 2004.

KARAKOC, Y.; DUZOVA, H.; POLAT, A.; EMRE, M. H.; ARABACI, I. **Effects of training period on haemorheological variables in regularly trained footballers.** Br J Sports Med, v. 39, n. 2, e4, 2005

KATIRJI, B.; AL-JABERI, M. M. **Creatine kinase revisited.** J Clin Neuromusc Dis, v. 2, n. 3, p. 158-163, 2001.

KELLMANN, M. **Enhancing recovery: Preventing underperformance in athletes.** Champaign, IL: Human Kinetics; 2001. p. 3-24.

KELLMANN, M.; GÜNTHER, K-D. **Changes in stress and recovery in elite rowers during preparation for the Olympic Games.** Med Sci Sports exerc, v. 32, n. 3, p. 676-683, 2000.

KENTTÄ, G.; HASSMÉN, P. **Overtraining and recovery.** Sports Med, v. 26, n. 1, p. 1-16, 1998.

KRUSTRUP, P.; MOHR, M.; STEENSBERG, A.; BENCKE, J.; KJAER, M.; BANGSBO, J. **Muscle and blood metabolites during a soccer game: Implications for sprint performance.** Med Sci Sports Exerc, v. 38, n. 6, p. 1165-1174, 2006.

LAZARIM, F. L.; ANTUNES-NETO, J. M. F.; SILVA, F. O. C.; NUNES, L. A. S.; BASSINI-CAMERON, A.; CAMERON, L. C.; ALVES, A. A.; BREZIKOFER, R.; MACEDO, D. V. **The upper values of plasma creatine kinase of Professional soccer players during the Brazilian National Championship.** J Sci Med Sports, v.12, n. 1, p. 85-90, 2009.

LEHMANN, C.; FOSTER, C.; KEUL, J. **Overtraining in endurance athletes: a brief review.** Med Sci Sports Exerc, v. 25, n. 7, p. 854-862, 1993.

LITTLE, T.; WILLIAMS, A. G. **Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players.** J Strength Cond Res, v. 21, n. 2, p. 367-371, 2007.

MACKINNON, L. F. **Chronic exercise training effects on immune function.** Med Sci Sports Exerc, v. 32, n. 7, p. 369-376, 2000.

MADDEN, K. M.; LEVY, W. C.; STRATTON, J. R. **Exercise training and heart rate variability in older adult female subjects.** Clin Invest Med, v. 29, n. 1, p. 20-28, 2006.

MALCOVATI, L.; PASCUTO, C.; CAZOLLA, M. **Hematologic passport for athletes competing in endurance sports: a feasibility study.** Haematologica, v. 85, n. 5, p. 570-581, 2003.

MANSO, J. G. **El uso del cardiotaquímetro para el control de las cargas de entrenamiento, el diagnóstico inicial del estado de forma y la detección del sobreentrenamiento.** In. A.S. Gordillo et al. (eds). Deporte y Ciencia: la búsqueda del rendimiento; 2005.

MARGONIS, K.; FATOUROS, I. G.; JAMURTAS, A. Z.; NIKOLAIDIS, M. G.; DOUROUDOS, I.; CHATZINIKOLAOU, A. et al. **Oxidative stress biomarkers responses to physical overtraining: Implications for diagnosis.** Free Radic Biol Med, v. 43, n. 6, p. 901-910, 2007.

MARTÍNEZ-AMAT, A.; BOULAIZ, H.; PRADOS, J.; MARCHAL, J. Á.; PUCHE, P. P.; CABA, O. et al. **Release of a-actin into serum after skeletal muscle damage.** Br J Sports Med, v. 39, n. 11, p. 830-834, 2005.

MASHIKO T, UMEDA T, NAKAJI S, SUGAWARA K. **Position related analysis of the appearance of the relationship between post-match physical and mental fatigue in university rugby football players.** Br J Sports Med, v. 38, n. 5, p. 617-621, 2004.

MASO, F.; LAC, G.; FILAIRE, E.; MICHAUX, O.; ROBERT, A. **Salivary testosterone and cortisol in rugby players: correlation with psychological overtraining items.** Br J Sports Med, v. 38, n. 3, p. 260-263, 2004.

MCNAIR DM, LORR M, DROPPLEMAN LF. **Manual for the Profile of Mood States.** San Diego: Educational and Industrial Testing Service;1992.

METIN, G.; ATUKEREN, P.; ALTURFAN, A A.; GÜLYASAR, T.; KAYA, M.; GÜMÜSTAS, M. K. **Lipid peroxidation, erythrocyte superoxide-dismutase activity and trace metals in young male footballers.** Yonsei Med J, v. 44, n. 6, p. 979-986, 2003.

MIRANDA, R.; BARA FILHO, M. **Construindo um atleta vencedor: Uma abordagem psicofísica do esporte.** 1. ed, Porto Alegre: Artmed; 2008. p. 91-107.

MOHR, M.; KRUSTRUP, P.; BANGSBO, J. **Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue.** J Sports Sci, v. 21, n. 7, p. 519-528, 2003.

MOHR, M.; KRUSTRUP, P.; BANGSBO, J. **Fatigue in soccer: A brief review.** J Sports Sci, v. 23, n. 6, p. 593-599, 2005

MOUGIOS V. **Reference intervals for serum creatine kinase in athletes.** Br J Sports Med, v. 41, n. 10, p. 674-678, 2007.

aMOUROT, L.; BOUHADDI, M.; PERREY, S.; CAPPELLE, S.; HENRIET, M-T.; WOLF, J-P. et al. **Decrease in heart rate variability with overtraining: assessment by the Poincaré plot analysis.** Clin Physiol Funct Imaging, v. 24, n. 1, p. 10-18, 2004.

bMOUROT, L.; TORDI, N.; PERREY, S.; BOUHADDI, M.; ROUILLON, J-D.; REGNARD, J. **Overall increase in heart rate variability after the Square-Wave Endurance Exercise Test training.** Sci Sports, v. 20, n. 2, p. 83-90, 2004.

- NIEMAN, D. C. **Risk of upper respiratory tract infection in athletes: An epidemiologic and immunologic perspective.** J Athl Train, v. 32, n. 4, p. 344-349, 1997.
- NISCANEN, J. P.; TARVAINEN, M. P.; KARJALAINEN, P. A. **“Software for advanced HRV analysis”** Comput methods and programs in biomedicine, v. 76, n. 1, p. 73-78, 2004.
- O’CONNOR, P. J.; PUETZ, T. W. **Chronic physical activity and feelings of energy and fatigue.** Med Sci Sports Exerc, v. 37, n. 2, p. 299-305, 2005.
- OVERGAARD, K.; LINDSTROM, T.; INGEMANN-HANSEN, T.; CLAUSEN, T. **Membrane leakage and increased content of Na-K pumps and Ca<sup>2</sup> in human muscle after a 100-km run.** J Appl physiol, v. 92, n. 5, p. 1891-1898, 2002.
- PETIBOIS, C.; CAZORLA, G.; DÉLERIS, G. **The biological and metabolic adaptations to 12 months training in elite rowers.** Int J Sports Med, v. 24, n. 1, p. 36-42, 2003.
- PICHON, A. P. BISSCHOP, C.; ROULAUD, M.; DENJEAN, A.; PAPELIER, Y. **Spectral analysis of heart rate variability during exercise in trained subjects.** Med Sci Sports Med, v. 36, n. 10, p. 1702-1708, 2004
- POBER, D. M.; BRAUN, B.; FREEDSON, P. S. **Effects of a single bout of exercise on resting heart rate variability.** Med Sci Sports Exerc, v. 36, n. 7, p. 1140-1148, 2004.
- PURGE, P.; JÜRIMÄE, J.; JÜRIMÄE, T.; **Hormonal and psychological adaptation in elite male rowers during prolonged training.** J Sports Sci, v. 24, n. 10 p. 1075-1082, 2006.
- RAASTAD, T.; GLOMSHELLER, T.; BJORO, T.; HALLÉN, J. **Recovery of skeletal muscle contractility and hormonal responses to strength exercise after two weeks of high-volume strength training.** Scand J Med Sci Sports, v. 13, n. 3, p. 159-168, 2003.
- RAGLIN, J. S.; MORGAN, W. P.; O’CONNOR, P. J. **Changes in mood states during training in female and male college swimmers.** Int J Sports Med, v. 12, n. 6, p. 585-589, 1991.
- REBELO, N. A.; COSTA, O.; ROCHA, A. P.; SOARES, J. M.; LAGO, P. **O controle autonômico da frequência cardíaca em repouso é alterado pelo destreino? Estudo da variabilidade da frequência cardíaca em futebolistas profissionais após o desfofo e após o período preparatório das competições.** Rev Port Cardiol, v. 16, n. 6, p. 535-541, 1997.
- ROGERO, M. M.; MENDES, R. R.; TIRAPEGUI, J. **Aspectos neuroendócrinos e nutricionais em atletas com overtraining.** Arq Bras Endocrinol Metab, v. 49, n. 3, p. 359-368, 2005.
- SAKURAGI, S.; SUGIYAMA, Y. **Effects of daily walking subjective symptoms, mood and autonomic nervous function.** J Physiol Anthropol, v. 25, n. 4, p. 281-289, 2006.

SCHAFFER, M.; BARBUL, A. **Lymphocyte function in wound healing and following injury**. Br J Surgery, v. 85, n. 4, p. 444-480, 1998.

SHEN, W.; LI, Y.; ZHU, J.; SCHWENDENER, R.; HUARD, J. **Interaction between macrophages, TGF-beta1, and the COX-2 pathway during the inflammatory phase of skeletal muscle healing after injury**. J Cell Physiol, v. 214, n. 2, p. 405-412, 2008.

SILVA, J. M. **An analysis of the training stress syndrome in competitive athletics**. J Appl Sport Psychology, v. 2, p. 5-20, 1990.

SILVA, M. V.; FREITAS, D. S.; CASTRO, P. L.; LIMA, J. P.; BARA FILHO, M. **Análise do efeito da carga de treinamento sobre os sentimentos de vigor e fadiga durante um macrociclo de treinamento**. Coleção Pesquisa em Educação Física, v. 6, n. 1, p. 73-78, 2007.

aSILVA ASR, SANTHIAGO V, PAPOTI M, GOBATTO CA. **Psychological, biochemical, physiological responses of Brazilian soccer players during a training program**. Sci Sports, v. 23, n. 2, p. 66-72, 2008.

bSILVA, A. S. R.; SANTHIAGO, V.; PAPOTI, M.; GOBATTO, C. A. **Hematological parameters and anaerobic threshold in Brazilian soccer player throughout a training program**. Int J Lab Hem, v. 30, n. 2, p. 158-166, 2008.

SMITH, L. L. **Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress?** Med Sci Sports Exerc, v. 32, n. 2, p. 317-331, 2000.

SMITH, L. L. **Overtraining, excessive exercise, and altered immunity**. Sports Med, v. 33, n. 5, p. 347-364, 2003.

SMITH, L. L. **Tissue trauma: the underlying cause of overtraining syndrome?** J Strength Cond Res, v. 18, n. 1, p. 185-193, 2004.

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

STOLEN, T.; CHAMARI, K.; CASTAGNA, C.; WISLOFF, U. **Physiology of soccer: An update**. Sports Med, v. 35, n. 6, p. 501-536, 2005

SUZUKI, M.; UMEDA, T.; NAKAJI, S.; SHIMOYAMA, T.; MASHIKO, T.; SUGAWARA, K. **Effect of incorporating low intensity exercise into the recovery period after a rugby match**. Br J Sports Med, v. 38, n. 4, p. 436-440, 2004.

TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY. **Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use**. Eur Heart J, v. 17, n. 3, p. 354-381, 1996.

TOTSUKA, M.; NAKAJI, S.; SUZUKI, K. **Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise**. J Appl Physiol, v. 93, n. 4, p. 1280-1286, 2002

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

VARLET-MARIE, E.; GAUDARD, A.; MERCIER, J.; BRESSOLLE, F.; BRUN, J-F. **Is the feeling of heavy legs in overtrained athletes related to impaired hemorheology?** Clin Hemorheol Microcirc, v. 28, n. 3, p. 151-159, 2003.

VARLET-MARIE, E.; MASO, F.; LAC, G.; BRUN, J-K. **Hemorheological disturbances in the overtraining syndrome.** Clin Hemorheol Microcirc, v. 30, n. 3-4, p. 211-218, 2004.

WEINBERG, R. S.; GOULD, D. **Fundamentos da psicologia do esporte e do exercício.** 2. ed, Porto Alegre: ArtMed; 2001. p. 95-115 e 451-469.

WEINECK, J. **Treinamento ideal.** São Paulo: Manole; 1999.

WHITE, J. P.; WILSON, J. M.; AUSTIN, K. G.; GREER, B. K.; JOHN, S. J.; PANTON, L. B. **Effect of carbohydrate-protein supplement timing on acute exercise-induced muscle damage.** J Int Soc Sports Nutr, v. 5, n. 5, p. 1-7, 2008.

WILLOUGHBY, D. S.; MCFARLIN, B.; BOIS, C. **Interleukin-6 expression after repeated bouts of eccentric exercise.** Int J Sports Med, v. 24, n. 1, p. 15-21, 2003.

ZAPICO, A. G.; CALDERON, F. J.; BENITO, P. J.; GONZÁLEZ, C. B.; PARISI, A.; PIGOZZI, F. et al. **Evolution of physiological and haematological parameters with training load in elite male road cyclists: a longitudinal study.** J Sports Med Phys Fitness, v. 47, n. 2, p. 191-196, 2007.

ZOPPI, C. C.; ANTUNES-NETO, J.; CATANHO, F. O.; GOULART, L. F.; MOTTA E MOURA, N.; MACEDO, D. V. **Alterações em biomarcadores de estresse oxidativo, defesa antioxidante e lesão muscular em jogadores de futebol durante uma temporada competitiva.** Rev Paul Educ Fís, v. 17, n. 2, p. 119-130, 2003.

## ANEXOS

## **Anexo A: Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa**



**Anexo B: Termo de consentimento Livre e Esclarecido**



## TCLE

**PESQUISADOR RESPONSÁVEL: DANIEL GUSTAVO SCHIMITZ DE FREITAS E MAURÍCIO GATTÁS BARA FILHO**

**INSTITUIÇÃO: UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA/ FAEFID**

*Prezado Atleta,*

Estes questionários e coletas fazem parte de pesquisas realizadas pelo Grupo de Estudos de Aspectos Psicofisiológicos do Esporte e das Atividades Físicas da Universidade Federal de Juiz de Fora sobre o **Efeito das cargas de treinamentos sobre variáveis psicológicas, fisiológica, bioquímica e hematológica durante uma pré-temporada no futebol profissional**. O estudo visa contribuir para o crescimento do esporte brasileiro. Asseguramos total sigilo dos dados coletados, que serão utilizados e analisados de uma forma geral e não individual.

Caso sinta-se excessivamente cansado, sentindo-se impossibilitado de completar os treinamentos, você poderá interromper ou desistir da pesquisa sem nenhuma implicação. O mesmo pode ser feito caso não se sinta a vontade com as perguntas realizadas no questionário aplicado ou com as coletas de sangue que serão feitas, as quais você também poderá pedir explicações aos pesquisadores responsáveis.

Desde já agradecemos sua colaboração.

*Daniel Gustavo Schimitz de Freitas*

**TERMO DE CONSENTIMENTO**

Eu, \_\_\_\_\_  
,Carteira de identidade nº \_\_\_\_\_, telefone \_\_\_\_\_  
venho, por meio, deste comprovar minha participação voluntária nas pesquisas realizadas pelo Grupo de Estudos de Aspectos Psicofisiológicos do Esporte e das Atividades Físicas da Universidade Federal de Juiz de Fora sobre a **Efeito das cargas de treinamentos sobre variáveis psicológicas, fisiológica, bioquímica e hematológica durante uma pré-temporada no futebol profissional**. Estou ciente que me submeterei a quatro baterias de testes durante 1 mês que inclui a coleta de sangue, a mensuração da Variabilidade da Freqüência Cardíaca em repouso (não invasivo) e que responderei, de maneira voluntária, os questionários sobre os respectivos assuntos mencionados anteriormente.

**Estou ciente, também, que posso interromper ou até abandonar este estudo a qualquer momento, sem que nenhuma implicação recaia sobre mim, além de concordar para fins científicos com a utilização das informações obtidas nesse estudo, desde que não seja divulgada a minha identidade.**

\_\_\_\_\_  
assinatura

**Anexo C: Questionário de estado de humor (POMS)**



Nome	
Data de Nascimento	Idade (anos)
Data do teste	

Abaixo, existe uma lista de palavras que descrevem sentimentos que as pessoas têm. Por favor, leia cada uma cuidadosamente e marque o número que melhor descreve **o que você está sentindo neste exato momento**:

Os números significam:

**0-Nada    1- um pouco    2- mais ou menos    3- bastante    4-extremamente**

4- ESGOTADO .....	0	1	2	3	4
7- ANIMADO .....	0	1	2	3	4
11- APÁTICO .....	0	1	2	3	4
15- ATIVO .....	0	1	2	3	4
19- ENERGÉTICO.....	0	1	2	3	4
29- CANSADO .....	0	1	2	3	4
38- ALEGRE.....	0	1	2	3	4
40- EXAUSTO .....	0	1	2	3	4
46- PREGUIÇOSO .....	0	1	2	3	4
49- ABORRECIDO .....	0	1	2	3	4
51- ALERTA .....	0	1	2	3	4
56- CHEIO DE ENERGIA.....	0	1	2	3	4
60- SEM PREOCUPAÇÃO.....	0	1	2	3	4
63- VIGOROSO.....	0	1	2	3	4
65- FADIGADO .....	0	1	2	3	4