



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

THIAGO ALFREDO DE SIQUEIRA PEREIRA

**EFEITO DAS CARGAS DE TREINAMENTO SOBRE O
DESEMPENHO E MARCADORES DE ESTRESSE DURANTE
O TREINAMENTO DE ATLETAS DE TAEKWONDO**

Londrina
2011

THIAGO ALFREDO DE SIQUEIRA PEREIRA

**EFEITO DAS CARGAS DE TREINAMENTO SOBRE O
DESEMPENHO E MARCADORES DE ESTRESSE DURANTE
O TREINAMENTO DE ATLETAS DE TAEKWONDO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação associado em Educação Física – UEL/UEM, na área de concentração Biodinâmica do Movimento Humano para obtenção de título de Mestre em Educação Física.

Orientador: prof. Dr. Fábio Yuzo Nakamura

Londrina
2011

THIAGO ALFREDO DE SIQUEIRA PEREIRA

**EFEITO DAS CARGAS DE TREINAMENTO SOBRE O DESEMPENHO
E MARCADORES DE ESTRESSE DURANTE O TREINAMENTO DE
ATLETAS DE TAEKWONDO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação associado em Educação Física – UEL/UEM, na área de concentração Biodinâmica do Movimento Humano para obtenção de título de Mestre em Educação Física.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fábio Yuzo Nakamura
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dra. Solange de Paula Ramos
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Marcelo Saldanha Aoki
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, 22 de agosto de 2011.

SIQUEIRA-PEREIRA, Thiago Alfredo. **Efeito das cargas de treinamento sobre o desempenho e marcadores de estresse durante o treinamento de atletas de taekwondo**. 2011.71f. Dissertação de Mestrado em Educação Física – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

RESUMO

Conhecer o impacto das cargas de treinamento sobre o organismo do atleta é um fator fundamental para o processo de periodização do treinamento esportivo. Esse estudo teve como objetivo investigar o efeito das cargas de treinamento sobre as respostas de desempenho e de diversos marcadores de estresse, durante o treinamento de atletas de taekwondo (tkd) visando identificar possíveis marcadores biológicos para o monitoramento do *overreaching* nessa modalidade. Sete atletas de tkd de ambos os sexos (4 do sexo masculino e 3 do sexo feminino) foram acompanhados ao longo de 7 semanas de seu treinamento. O treinamento constou de uma semana de linha de base, 3 semanas de intensificação do treinamento e 3 semanas de redução das cargas de treino. Para o monitoramento do *overreaching* foi aplicado o teste 30-15 IFT para estimativa do VO_{2max} dos atletas. O 30-15 IFT foi aplicado ao final das semanas de linha de base, do período de intensificação e após a primeira semana de redução de cargas. Análises da IgAs, TNF- α , VFC e REST-Q foram realizadas ao final de cada semana de treinamento na tentativa de identificar um possível marcador de *overreaching* para a modalidade. Para comparação entre as médias de cada variável foi utilizada a ANOVA para medidas repetidas, seguida do *post-hoc* de LSD. A significância adotada foi de $P < 0,05$. Os resultados do 30-15 IFT demonstraram que os atletas foram caracterizados em *overreaching* funcional. O REST-Q foi a variável mais sensível às alterações na carga de treinamento e a única que mostrou sensibilidade às mudanças no desempenho. Desse modo, nossos dados indicam que o REST-Q pode ser utilizado como uma ferramenta para o monitoramento do *overreaching* aeróbio em atletas de tkd.

Palavras-chave: Taekwondo. Periodização do treinamento. Estresse. *Overreaching*

SIQUEIRA-PEREIRA, Thiago Alfredo. **Effect of training loads on performance and stress markers during the training of taekwondo athletes.** 2011.71f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Centro de Educação Física e Esporte. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

ABSTRACT

To know the impact of training loads on the athlete's body is a key issue in the process of periodization of athletic training. This study aimed to investigate the effect of training loads on the responses in performance and several markers of stress during training of athletes in taekwondo (TKD) in order to identify possible biological markers for monitoring overreaching in this modality. Seven tkd athletes of both gender (4 males and 3 females) were followed over seven weeks of their training. The training consisted of one week baseline, 3 weeks of intensified training and 3 weeks of reduced training loads. For monitoring the overreaching it was applied the 30-15 IFT in order to estimate the athletes VO_{2max} . The 30-15 IFT was applied at the end of the baseline week, in the end of period of intensification and after the first week of reduced loads. Analysis of sIgA, TNF- α , HRV and REST-Q were performed at the end of each week of training in an attempt to identify a possible tool for monitoring overreaching for the sport. To compare the mean of each variable was used ANOVA for repeated measures followed by post-hoc LSD. The significance adopted was $P < 0.05$. The results of the 30-15 IFT showed that athletes have been featured in functional overreaching. The REST-Q was the most sensitive to changes in training load and the one that showed sensitivity to changes in performance. Thus, our data indicate that REST-Q can be used as a tool for monitoring aerobic overreaching in tkd athletes.

Key words: Taekwondo. Periodization of training. Stress. *Overreaching*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Escala de Borg CR-10 modificada por Foster (1998)	36
Figura 2- Comparação entre as médias PSE da sessão de cada semana de treinamento	41
Figura 3- Comparação entre as médias de VO_{2max} obtidas no teste 30-15 IFT. ...	42
Figura 4- Comparação entre as médias de TNF- α obtidas ao final de cada semana de treinamento.	42
Figura 5- Comparação entre as médias das concentrações de IgAs obtidas ao final de cada semana de treinamento.....	43
Figura 6- Comparação entre as médias dos valores de taxa de secreção de IgAs obtidas ao final de cada semana de treinamento.	44
Figura 7- Comparação entre as médias dos escores de Σ - recuperação do REST – Q obtidas ao final de cada semana de treinamento.....	44
Figura 8- Comparação entre as médias dos escores de Σ - estresse do REST-Q obtidas ao final de cada semana de treinamento.	45
Figura 9- Comparação entre as médias dos valores do equilíbrio entre estresse e recuperação (Σ - recuperação - Σ - estresse) do REST-Q ao final de cada semana de treinamento.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Esquema do delineamento experimental	35
Tabela 2- Média e desvio padrão dos índices de VFC obtidos ao final de cada semana de treinamento	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 JUSTIFICATIVA	10
3 OBJETIVO	11
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
4 REVISÃO DE LITERATURA	12
4.1 TAEKWONDO (TKD).....	12
4.2 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO (PSE) DA SESSÃO.....	15
4.3 DALDA E REST-Q.....	17
4.4 IMUNOGLOBULINA A SECRETÓRIA SALIVAR (IGAs).....	19
4.5 TNF- _{ALFA} E PCR.....	24
4.6 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC).....	27
5 METODOLOGIA	34
5.1 SUJEITOS.....	34
5.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	34
5.3 CÁLCULO DAS CARGAS DE TREINO POR MEIO DA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (PSE) DA SESSÃO.....	36
5.4 QUESTIONÁRIO “RECOVERY-STRESS QUESTIONNAIRE FOR ATHLETES” (REST-Q).....	37
5.5 PARÂMETRO DE DESEMPENHO AERÓBIO (30-15 _{IFT}).....	37
5.6 ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC).....	38
5.7 COLETA DE SANGUE.....	39
5.7.1 Detecção de Marcadores Inflamatórios Plasmáticos.....	39
5.7.2 Análise de IgA Secretória Salivar (IgAs).....	39
5.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	40
6 RESULTADOS	41
7 DISCUSSÃO	48
8 CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS	57
ANEXOS	64
ANEXO A – VERSÃO TRADUZIDA DO REST-Q 76 SPORT.....	64

1 INTRODUÇÃO

O treinamento esportivo pode ser definido como uma atividade sistemática que visa proporcionar alterações morfológicas, metabólicas e funcionais que possibilitem o incremento dos resultados competitivos ⁽¹⁾.

O processo de intensificação das cargas de treinamento é um recurso comumente utilizado por atletas com a finalidade de aumentar o desempenho esportivo. O resultado do estresse gerado pelo treinamento, combinado com períodos de descanso adequados, é induzir adaptações biológicas favoráveis e a “supercompensação”, com os atletas exibindo um incremento no desempenho em relação aos seus valores pré-treinamento. No entanto, uma vez que o equilíbrio entre os períodos de estresse de treinamento e de recuperação seja desfavorável, o atleta pode entrar num processo conhecido como síndrome do *overtraining* ⁽²⁾.

A síndrome do *overtraining* pode ser entendida como um *continuum* e pode ser dividida em duas fases: *overreaching* e *overtraining*. O *overtraining* pode ser caracterizado pela perda prolongada (meses) do desempenho esportivo e pela alteração severa de indicadores funcionais e psicológicos ⁽²⁾. Por sua vez, o *overreaching* pode ser dividido em dois tipos: funcional e não funcional. O *overreaching* funcional é entendido como parte normal do processo de intensificação de treinamento, em função do reduzido tempo necessário para sua recuperação. Por outro lado, o *overreaching* não funcional é um processo semelhante ao *overtraining*, porém com uma duração mais reduzida (semanas) ⁽³⁾.

Sendo assim, conhecer o impacto das cargas de treinamento sobre o organismo do atleta (carga interna de treinamento) é um fator fundamental para o processo de periodização ⁽⁴⁾ como forma de evitar o *overreaching* não funcional ou o *overtraining*, permitindo ao atleta alcançar um desempenho ótimo em suas competições mais importantes ^(5, 6).

Várias ferramentas têm sido utilizadas para monitorar sintomas de fadiga e estresse sobre o organismo dos atletas com forma de prevenir o estresse excessivo de treinamento, tais como: marcadores bioquímicos, imunológicos, hormonais, psicométricos e outros ligados ao controle do sistema nervoso autônomo (SNA)⁽³⁾.

No entanto, a maior parte dos estudos apresentam algumas limitações, tais como a ausência de medidas de desempenho e da carga de treinamento, o que inviabiliza maiores conclusões sobre a aplicabilidade dessas medidas no monitoramento do *overreaching* e do *overtraining*. Além disso, a resposta biológica ao estresse pode ser diferente em função das características do treinamento, de maneira que os marcadores biológicos para detecção do *continuum* do *overtraining* podem diferir para modalidades com características diferentes ^(2, 7).

O taekwondo é a mais recente modalidade esportiva de combate incorporada ao cenário olímpico, com sua primeira participação oficial nos Jogos Olímpicos de Sidney, 2000 ⁽⁸⁾. Apesar de seu recente ingresso nas Olimpíadas, o tkd já figura entre os poucos esportes que contribuíram para o quadro de medalhas do Brasil nos Jogos de Pequim. No entanto, ainda existem poucos estudos sobre as respostas biológicas decorrentes do estresse proporcionado pelo treinamento de tkd de alto rendimento durante uma situação real de treinamento para uma competição.

Essa condição de observação é particularmente interessante, pois durante alguns períodos do bloco de treinamento para uma competição, o treinamento dos atletas costuma ser intensificado, a fim de promover adaptações positivas nas capacidades físicas envolvidas na modalidade. No entanto, sabe-se que períodos de intensificação de treinamento podem afetar os níveis de estresse e a função imunológica de atletas ⁽⁹⁾. Além disso, com o aumento das cargas de treinamento, têm sido observados aumentos nos níveis de citocinas pró-inflamatórias e diminuição no tônus autonômico, os quais têm sido relacionados com sintomas de fadiga e queda no desempenho de atletas ^(10, 11).

Desse modo, o objetivo deste estudo foi o de investigar o efeito das cargas de treinamento sobre as respostas de desempenho e de diversos marcadores de estresse, bem como a relação entre eles, durante o treinamento de atletas de tkd, submetidos a períodos de treinamento pré-competitivo e intercampeonatos, visando identificar possíveis marcadores biológicos para o monitoramento do estresse e do *overreaching* nessa modalidade.

2 JUSTIFICATIVA

No tkd de alto rendimento, períodos de intensificação do treinamento são comumente aplicados próximos a competições importantes com o objetivo de induzir respostas biológicas positivas para o aumento do desempenho esportivo. No entanto, ainda não foram realizadas pesquisas sobre como períodos de intensificação das cargas de treinamento, que podem levar ao aumento tanto do estresse físico, quanto psicológico, podem repercutir sobre o organismo e desempenho de atletas de tkd.

Desse modo, conhecer as respostas às alterações nas cargas de treinamento, por meio de marcadores biológicos e psicométricos, poderia auxiliar na prescrição de cargas de treinamento eficientes na preparação de atletas de tkd.

Além disso, a análise das possíveis relações entre as respostas biológicas e psicométricas, com as cargas de treinamento e o desempenho, podem levar à identificação de marcadores com maior ou menor potencial de discriminação do estresse e queda no desempenho, o que será de grande valia para o monitoramento das cargas de treinamento e prevenção de quadros de *overreaching* não funcional ou de *overtraining* durante a periodização do treinamento da modalidade.

3 OBJETIVO

Este estudo teve como objetivo investigar o efeito das cargas de treinamento sobre as respostas de indicadores de desempenho e de diversos marcadores de estresse em atletas de tkd, submetidos a um período de treinamento visando competições de nível nacional.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Estudar o padrão de respostas fisiológicas, imunológicas e psicológicas durante um período de intensificação de cargas e durante o polimento dos atletas.
2. Verificar as possíveis relações entre os marcadores fisiológicos, imunológicos e psicológicos com a carga interna de treinamento e com o desempenho aeróbio de atletas de tkd.
3. Identificar possíveis marcadores de *overreaching* (funcional ou não funcional) em atletas de tkd

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 TAEKWONDO (TKD)

O tkd é uma modalidade esportiva de combate, que foi incorporada oficialmente aos Jogos Olímpicos no ano de 2000 ⁽⁸⁾. O tkd requer a aplicação de técnicas de chutes e socos e exige uma alta demanda energética por parte dos atletas ⁽¹²⁾. O combate é caracterizado por períodos de alta intensidade intervalados por períodos menos intensos, de modo que o tkd pode ser considerado como uma modalidade de caráter intermitente, com alternância entre o predomínio dos metabolismos aeróbio e anaeróbio ⁽¹³⁾. Atualmente, o tkd é praticado em 179 países e conta com mais de 50 milhões de praticantes ⁽¹⁴⁾. No entanto, apesar da crescente evolução desse esporte, ainda são poucos os estudos que se dedicaram a estudar as respostas fisiológicas ao treinamento do tkd, ou que tenham procurado identificar possíveis marcadores de estresse relacionados ao desenvolvimento do *overreaching* ou *overtraining* nos atletas dessa modalidade.

No que diz respeito ao impacto do treinamento sobre as respostas fisiológicas, Melhin ⁽¹⁵⁾ investigou o efeito do treinamento de tkd sobre a aptidão aeróbia em adolescentes iniciantes na prática da modalidade (\pm 10 meses de experiência) e observou que 8 semanas de treinamento induziu aumentos na potência e na capacidade anaeróbia dos adolescentes (20% e 61.5% respectivamente). No entanto, nesse estudo os participantes não eram atletas experientes, nem treinavam em um regime semelhante aos de atletas profissionais da modalidade.

Já Bridge *et al.* ⁽¹⁴⁾ avaliaram as respostas da frequência cardíaca (FC) ao treinamento específico de tkd em 8 praticantes de tkd ($5,4 \pm 3,2$ anos de prática) que treinavam 5 vezes por semana. Os autores reportaram que a FC atingiu valores entre 64-81,4% da FC_{max} durante o treinamento e concluíram que a prática de tkd é capaz de melhorar o condicionamento aeróbio e proporcionar benefícios ao sistema cardiovascular. Porém, assim como no estudo anteriormente citado, a amostra utilizada neste estudo não consistia de atletas de alto nível e consequentemente o treinamento investigado pode não representar o real estresse obtido durante o treinamento para o tkd de alto rendimento.

No que diz respeito à luta propriamente dita, Bouhel *et al.* ⁽¹²⁾ avaliaram as respostas fisiológicas do combate em 8 atletas de elite de tkd submetidos à uma competição simulada. Durante a competição, a FC alcançou 197 ± 2 batimentos por minuto (bpm) e as concentrações de lactato sanguíneo [La] chegaram a $10,2 \pm 1,2$ mmol/l. Apesar dos valiosos dados deste estudo, em virtude da mudança nas regras da competição (como por exemplo, duração de cada *round*) os resultados encontrados não podem ser utilizados como referência para a quantificar a demanda fisiológica da modalidade nos moldes atuais. Além disso, como se tratava apenas de uma simulação de combate, é possível que a demanda fisiológica possa ser menor do que durante uma competição real.

Evidências mais recentes foram apresentadas por Bridge *et al.* ⁽¹³⁾, que investigaram as respostas fisiológicas da luta de tkd durante um evento oficial de nível internacional. Nesse estudo, o tempo dos *rounds* (3 rounds de 2 min por 30 segundos de intervalo entre os rounds) foi próximo ao que é utilizado nos eventos oficiais atualmente (3 rounds de 2 min por 1 min de intervalo), muito embora tenham havido algumas alterações nas regras desde então (como pontuação e a inclusão de protetores eletrônicos).

Ao final do luta os valores de FC chegaram a 187 ± 8 bpm (96% \pm 5 da FC máxima [FCmax]) e as [La] foram de $11,9 \pm 1,2$ mmol/l. Dados semelhantes foram apresentados por Chiodo *et al.* ⁽¹⁶⁾, que reportaram que durante uma competição oficial os atletas de tkd passaram 65% do tempo de luta em valores acima de 90% da FCmax. Sendo assim, tanto após numa situação de luta, quanto numa competição oficial, os dados demonstram que o tkd requer altos níveis de aptidão aeróbia e anaeróbia ^(12, 13).

Alguns estudos recentes também têm procurado observar o impacto de uma competição de tkd sobre parâmetros hormonais e da atividade imunológica de atletas de tkd. Pilz- Burstein *et al.* ⁽¹⁷⁾ verificaram que após 3 lutas simuladas, atletas de tkd apresentaram um significativo aumento nos níveis de cortisol, e uma redução dos níveis dos hormônios luteinizante (LH), folículo-estimulante (FSH) e fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-1).

Chiodo *et al.*, ⁽¹⁶⁾ também verificaram um aumento significativo nos níveis de cortisol, juntamente com um aumento nos níveis de amilase salivar após uma competição de tkd. Além disso, esses pesquisadores observaram que a competição levou a uma alteração no estado de humor dos atletas, tendo sido

encontrados maiores valores de hostilidade e depressão, além da queda de vigor após aplicação de um questionário que reflete o estado de humor do indivíduo.

Embora os estudos anteriores tenham apresentado dados importantes sobre as respostas fisiológicas decorrentes do treinamento, nenhum deles se preocupou em investigar o impacto das cargas de treinamento aplicadas, como volume e intensidade (carga externa de treinamento), sobre o organismo dos atletas (carga interna de treinamento), como uma forma de monitorar o treinamento e identificar sintomas de fadiga a fim de evitar quadros de *overreaching* não funcional ou *overtraining*.

Neste sentido Tsai *et al.* ⁽¹⁸⁾ observaram o impacto da perda rápida de peso associado ao treinamento de alta intensidade de tkd, sobre marcadores de estresse, da imunidade da mucosa oral, e da atividade antioxidante de atletas de tkd. Esses atletas foram avaliados durante um período de 7 semanas de treinamento, sendo que as medidas foram realizadas 30, 14, 7 e 1 dia antes de uma competição e 1, 7 e 19 dias após a competição. Não foram verificadas alterações na atividade antioxidante, nos níveis de cortisol e amilase salivar. Porém, os resultados desse estudo revelaram que os níveis de imunoglobulina salivar A (IgAs) foram reduzidos na última semana, prévia à competição, e que retornaram aos valores normais após uma semana, e ainda que essa queda precedeu o aumento no número de infecções do trato respiratório superior (ITRS) nos atletas. Dessa forma, os autores concluíram que a IgAs pode ser utilizada como um marcador do estresse proporcionado pelo treinamento em atletas de tkd. Porém, esse estudo não apresentou medidas das cargas de treinamento no decorrer do experimento, nem realizou medidas de desempenho de capacidades físicas relacionadas ao desempenho no tkd, o que não permite maiores conclusões em relação ao desenvolvimento do *overreaching* (se foi funcional ou não).

Sendo assim, novos estudos onde sejam realizados controle da carga interna de treinamento, juntamente com medidas de desempenho e de marcadores biológicos implicados com o estresse de treinamento são necessários para uma melhor compreensão do impacto do treinamento sobre o organismo dos atletas, a fim de prevenir possíveis quadros de *overreaching* não funcional ou *overtraining*.

4.2 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO (PSE) DA SESSÃO

Vários métodos têm sido utilizados para quantificar a carga interna de treinamento (estresse imposto ao organismo) a partir de medidas como a frequência cardíaca (FC), consumo de oxigênio (VO_2), concentrações de lactato sanguíneo [La] e percepção subjetiva de esforço (PSE) ^(5, 19-21). No entanto, com excessão da PSE, a maior parte desses métodos requer equipamentos de custo financeiro elevado, ou necessita de medidas invasivas, de modo que se tornam pouco práticos no cotidiano de atletas e treinadores.

Além disso, parte dos métodos tem como base a medida de FC e, como estes foram inicialmente desenvolvidos para monitorar cargas de treino em exercícios de *endurance*, com cargas estáveis de treinamento, não têm necessariamente boa aplicabilidade para esportes e atividades de caráter intermitente e de alta intensidade, que não apresentam estado estável fisiológico ⁽²²⁾.

Deste modo, na tentativa de simplificar a quantificação de cargas de treinamento e torná-la mais aplicável a diversos tipos de exercício, Foster (1998) desenvolveu o método de PSE da sessão. A PSE medida após um período de exercício pode ser definida como uma resposta psicofísica gerada e memorizada no sistema nervoso central, decorrente dos impulsos neurais eferentes provenientes do córtex motor ⁽²³⁾.

Por sua vez, o valor de PSE da sessão reflete a dificuldade percebida pelo atleta em sua sessão de treinamento e é obtida por meio do produto do valor apontado pelo mesmo em um escala de PSE de 10 pontos (FOSTER, 1998) (Figura 2) com a duração da sessão de treinamento (min).

A PSE da sessão tem sido utilizada para quantificar a carga de treinamento em estudos com modalidades e atividades de caráter intermitente como basquete, futebol e *rugby* ^(4, 24, 25).

A validade do método tem sido investigada por meio de comparações com outros métodos, como de FC e [La]. Apesar de ser contraditório, visto as limitações de tais métodos quando aplicados aos esportes de caráter intermitente e de alta intensidade, em função da falta de uma medida padrão outro, este tem sido o procedimento adotado.

Neste sentido, Foster *et al.* ⁽⁴⁾ procuram demonstrar a validade da PSE no treinamento de basquetebol. Para tanto, mensuraram os impulsos de

treinamento (TRIMPs) a partir da FC e PSE durante o treinamento de jogadores de basquetebol. Embora tenham verificado uma diferença significativa entre as duas medidas de TRIMP, os autores explicaram que a diferença entre elas era sistemática e que existia uma alta correlação entre as medidas.

Do mesmo modo, Impellizzeri *et al.*⁽²⁴⁾ relacionaram os TRIMPS obtidos por meio de três métodos de FC com o da PSE, em jogadores de futebol do sexo masculino, e encontraram correlações significativas entre as medidas obtidas. Isso também foi observado por Alexiou e Coutts⁽²⁶⁾ que compararam o método de PSE da sessão com vários métodos de quantificação de cargas de treinamento (baseados em FC) em jogadoras de futebol, encontrando correlações fortes e significativas entre as medidas obtidas pelos métodos de FC com a PSE da sessão.

Em relação ao tkd, Perandini⁽²⁷⁾ foi o primeiro a quantificar a carga de treinamento em sessões de treinamento da modalidade. Nesse estudo foram realizadas medidas para quantificação de cargas por meio da PSE da sessão e métodos baseados nas respostas da FC e [La]. O autor encontrou correlações significativas entre o método de PSE com os demais métodos e concluiu que a PSE da sessão pode ser considerada um método simples e não invasivo de quantificar as cargas de treinamento no tkd. No entanto, este estudo só analisou os atletas em duas sessões de treinamento e não verificou como o estresse crônico de treinamento pode influenciar o organismo dos atletas.

Porém, recentemente, um estudo que avaliou 35 sessões de treinamento de atletas de tkd (incluindo 2 competições), também encontrou correlações significantes entre métodos de quantificação de cargas de treinamento por meio da FC e PSE da sessão⁽²⁸⁾, dando suporte aos dados previamente reportados por Perandini⁽²⁷⁾.

Os resultados desses estudos demonstram que a PSE da sessão pode ser considerada como um método confiável, simples e não invasivo para quantificar as cargas de treinamento em modalidades de caráter intermitente e de alta intensidade. No entanto, apesar desses estudos terem demonstrado que a PSE da sessão é um método válido para quantificação de cargas de treinamento no tkd e, portanto, tenham contribuído de forma relevante para o monitoramento das cargas de treinamento durante a periodização dentro da modalidade, ainda sabe-se muito pouco sobre como o estresse proporcionado pelo treinamento de tkd pode influenciar em marcadores biológicos de estresse.

De acordo com Nakamura *et al.* ⁽¹⁾ a análise de marcadores de estresse, juntamente com medidas de desempenho, devem ser implementados em associação ao método de PSE da sessão para o monitoramento efetivo do processo de treinamento.

4.3 “RECOVERY-STRESS QUESTIONNAIRE FOR ATHLETES” (REST-Q)

De acordo com Kentä e Hassmén ⁽²⁹⁾, embora parâmetros fisiológicos e imunológicos contribuam para o monitoramento de situações de *overreaching* ou de *overtraining*, os estudos têm demonstrado que medidas derivadas de testes com bases psicológicas costumam apresentar resultados mais consistentes e são capazes de revelar sinais de “alerta” mais rapidamente do que marcadores fisiológicos ou imunológicos. Além disso, esses métodos apresentam algumas vantagens em relação aos outros métodos no que diz respeito à detecção do *overreaching* e do *overtraining* por apresentarem um baixo custo, serem mais simples, confiáveis e sensíveis às alterações na carga de treinamento ⁽²⁹⁻³¹⁾.

O REST-Q é um questionário que tem sido utilizado no monitoramento do estresse do treinamento em vários esportes e países diferentes. O REST-Q avalia o equilíbrio entre os estados de estresse e recuperação de um atleta e indica o quanto um indivíduo está fisicamente e/ou mentalmente estressado, ou se é capaz de utilizar estratégias que favoreçam sua recuperação⁽³¹⁾. O REST-Q consiste de 77 itens, sendo que cada um deles contém 7 possibilidades de resposta, que estão organizadas em uma escala contendo os descritores verbais “Nunca” para o valor 0, e “Sempre” para o valor 6, para indicar com qual frequência cada participante participou de atividades relacionadas ao estresse ou a recuperação durante as últimas 72 horas ⁽³¹⁾.

Os 77 itens do REST-Q são divididos em 19 escalas, sendo 7 escalas relacionados ao estresse geral, 5 escalas relacionadas à recuperação, 3 escalas de estresse específico do esporte e 4 escalas de recuperação específica ao esporte. Valores altos nas escalas de atividades associadas ao estresse refletem um intenso estresse subjetivo, ao passo que valores altos nas escalas relacionadas à recuperação indicam uma recuperação elevada ⁽³¹⁾.

Os resultados dos estudos com REST-Q têm demonstrado que o instrumento é sensível às alterações nas cargas de treinamento e do desempenho e de atletas ^(25, 32-34).

Por exemplo, Coutts *et al.* ⁽³⁵⁾ realizaram um experimento no qual estudaram as respostas do REST-Q e de marcadores biológicos de estresse num grupo de triatletas onde a carga de treinamento foi aumentada de modo muito superior ao habitual (TI) e num grupo que seguiu uma rotina de treinos considerada normal (TN). O treinamento consistiu de 4 semanas de aumento das cargas de treinamento bem acima do qual os atletas estavam acostumados (TI), que foi seguido por duas semanas de redução de cargas (polimento). Após a intensificação das cargas de treinamento, os atletas do grupo TI reportaram um maior estresse no REST-Q (uma redução dos valores de subtração entre as escalas de recuperação e estresse [\sum recuperação – \sum estresse]), ao passo que reportaram um aumento da recuperação (aumento dos valores de \sum recuperação – \sum estresse) após o polimento. Além disso, paralelamente a essas alterações no REST-Q, foi observada uma redução no desempenho num teste aeróbio de corrida após o período de intensificação das cargas de treinamento, seguida de um aumento acima dos valores de linha de base após o polimento.

Esse mesmo grupo de pesquisadores aplicou um protocolo muito semelhante em atletas de *rugby*. Novamente os atletas foram divididos em dois grupos que realizaram treino normal (TN) ou treino intenso (TI) durante 6 semanas, seguidas de uma semana de polimento. Foi observada uma redução do desempenho aeróbio dos atletas do grupo TI após as semanas de intensificação das cargas de treino, que retornou aos valores de linha de base após 1 semana de polimento. Já os atletas do grupo TN não apresentaram alterações no seu desempenho. O REST-Q demonstrou sensibilidade às alterações no desempenho e nas cargas de treinamento, tendo sido encontrada uma redução dos valores de algumas de suas escalas de recuperação após a intensificação das cargas de treinamento no grupo TI, que foi normalizada após o polimento ⁽²⁵⁾.

Resultados semelhantes também foram observados durante o treinamento de atletas de natação acompanhados por um período de 6 semanas de treinamento para um campeonato. Após as semanas onde a carga de treinamento atingiu seu pico foi observado um aumento dos escores de duas escalas de estresse e uma redução em 3 escalas de recuperação. Após as semanas onde a carga de

treinamento foi reduzida, foi observado um aumento dos valores de recuperação em relação aos de estresse (\sum recuperação - \sum estresse) ⁽³³⁾.

Faude *et al.* ⁽³⁴⁾ verificaram que atletas de futebol reportaram maiores valores de estresse e menores valores de recuperação durante uma temporada em relação ao período de linha de base, especialmente no período onde houve um maior número de partidas. Além disso, alterações no desempenho aeróbio máximo e na potência de membros inferiores foram correlacionadas com as alterações no escore total de estresse (\sum estresse).

Desse modo, os resultados desses estudos demonstram que o REST-Q pode constituir uma ferramenta simples e efetiva no monitoramento do estresse proporcionado pelo treinamento em atletas de diversas modalidades, auxiliando na detecção precoce de quadros de *overreaching* e *overtraining*. Além disso, dados de alguns estudos têm demonstrado os dados obtidos por meio desse questionário parecem apresentar medidas mais consistentes e melhor relacionadas com o desenvolvimento do *overreaching* e *overtraining* do que parâmetros biológicos, o que é uma grande vantagem, dado o baixo custo e simplicidade do método ^(32, 35, 36).

4.4 IMUNOGLOBULINA A SECRETÓRIA SALIVAR (IGAs)

Vários parâmetros imunológicos têm sido estudados no campo do treinamento esportivo, na tentativa de identificar marcadores eficazes na detecção precoce do processo de *overreaching* não funcional e do *overtraining* e que possam ajudar a prevenir o desenvolvimento de infecções em atletas ⁽⁹⁾.

A IgAs é o principal anticorpo responsável pela defesa contra microrganismos que invadem as mucosas do trato gastrointestinal e respiratório. A IgAs, juntamente com outras moléculas da defesa inata da mucosa, providencia a 'primeira linha de defesa' contra patógenos e antígenos presentes na superfície mucosa, impedindo a aderência e penetração de patógenos no epitélio mucoso e neutralizando vírus e bactérias intracelulares durante a transcitose e na excreção de complexos imunes locais através da mucosa epitelial para a superfície do lúmen ⁽³⁷⁾.

O estudo pioneiro de Tomasi *et al.* ⁽³⁸⁾, os quais observaram que atletas de elite de esqui *cross country* apresentavam menores níveis de IgAs em comparação a atletas amadores e sua hipótese de que essa redução temporária nos

anticorpos presentes na superfície da mucosa poderia levar a uma maior suscetibilidade para infecções virais e bacterianas, foi o ponto de partida para vários estudos que procuraram observar o impacto agudo e crônico do exercício sobre marcadores da imunidade da mucosa, especialmente a IgAs ⁽³⁹⁾.

Embora alguns estudos apresentem resultados contraditórios, os dados disponíveis na literatura parecem sustentar a hipótese de que atletas apresentam uma redução nos níveis de IgAs após serem submetidos a períodos longos de treinamento intenso ⁽⁴⁰⁾. Além disso, alguns estudos têm sugerido que a IgA pode ser considerada um bom marcador do risco de ITRS, do estresse e do *overtraining* em atletas ^(18, 41, 42).

Um estudo realizado com atletas de natação acompanhados durante 7 meses de treinamento reportou uma redução de 4,1% nos níveis de IgAs pós-treinamento a cada mês e de 8,5% para cada quilômetro adicional de nado por sessão. Além disso, os níveis de IgAs foram negativamente correlacionados com o número de ITRS e a média dos níveis de IgAs pré-treinamento (repouso) foi capaz de prever o número de ITRS ao longo da temporada ⁽⁴²⁾.

Indo ao encontro desses achados, em um estudo de caso com um nadadores de alto nível, Fricker *et al.* ⁽⁴³⁾ observaram uma redução nos níveis de IgAs após 7 meses de treinamento. De modo similar, Fahlman e Engels ⁽⁴⁴⁾ reportaram uma diminuição na taxa de secreção e nas concentrações da IgAs de jogadores de futebol americano após um ano de treinamento. Nesse estudo a taxa de secreção foi a melhor variável preditora do número de resfriados, corroborando a hipótese de que a IgAs pode ser um marcador útil do risco de ITRS em atletas.

Por sua vez, Mackinon e Hooper ⁽⁴¹⁾ embora não tenham encontrado alterações nas concentrações de IgAs ao longo de 6 meses de treinamento em atletas de natação de elite, verificaram que os níveis de IgAs, foram menores (18-32%) nos atletas considerados em *overtraining*, o que sugere que a IgA poderia ser utilizada como um marcador da predisposição para o *overtraining* em atletas de natação.

No entanto, resultados um pouco menos consistentes que os observados após períodos longos de treinamento intenso têm sido reportados por estudos que realizaram períodos de acompanhamento menores ⁽⁴⁰⁾. Pyne *et al.* ⁽⁴⁵⁾ não encontraram diferenças nas concentrações de IgAs de atletas da seleção Australiana de natação após um período de 15 semanas de treinamento para uma

competição importante, e Gleeson *et al.* ⁽⁴⁶⁾ verificaram um pequeno, porém significativo aumento nas concentrações de IgAs após 12 semanas de treinamento de atletas de natação de elite. Além disso, nesses dois estudos os níveis de IgAs não foram determinantes para o desenvolvimento de ITRS.

Halson *et al.* ⁽³⁶⁾ também não verificaram alterações significativas nos níveis de IgAs em atletas de ciclismo acompanhados durante 6 semanas de treinamento. Nesse estudo, as cargas de treinamento foram distribuídas ao longo do experimento de forma que os atletas passaram por períodos de treino normal, intenso e de recuperação. Esse modelo de treino proporcionou uma redução transitória do desempenho dos atletas, caracterizando-os em *overreaching* funcional; a ausência de alterações na IgAs ao longo do experimento sugere que nessa amostra a IgAs parece não ser um bom indicador do estresse de treinamento e do *overreaching*.

Uma possível explicação para as discrepâncias entre os resultados observados nos estudos que têm investigado os efeitos do treinamento sobre a IgAs têm sido atribuídas, em parte, a diferenças metodológicas tais com a sazonalidade do período de competições, o método de coleta e expressão da saliva, fatores nutricionais entre outros ⁽⁴⁷⁾.

Alguns estudos um pouco mais recentes têm procurado observar o efeito do treinamento sobre a IgAs em modalidades intermitentes, e/ou situações que mesclam o treinamento físico com outros fatores estressantes, tais como privação de sono e restrição alimentar, como o que ocorre durante o treinamento militar e em algumas modalidades de luta. De um modo geral, esses estudos parecem indicar que situações de estresse somadas ao treinamento intenso podem proporcionar uma redução nos níveis de IgAs, embora nem sempre isso tenha sido relacionado ao aumento do risco de ITRS. Além disso, não há dados sobre o impacto dessas alterações sobre o desempenho dos atletas ^(18, 48-51).

Tiollier *et al.* ⁽⁴⁸⁾ avaliaram o impacto um período de 3 semanas de treinamento militar, seguido por 5 dias de um curso de combate intensivo, sobre as concentrações de IgAs e a incidência de ITRS. Durante o curso de combate, os militares passaram por várias situações de estresse, tais como restrição alimentar, privação de sono e treinamento físico extenuante. Eles verificaram que embora as concentrações de IgAs não tenham se alterado após 3 semanas de treinamento, uma queda nas concentrações de IgAs foi observada logo após os 5 dias do curso

de combate, que retornou aos valores pré-treinamento após uma semana de recuperação dos militares. No entanto, embora a incidência de ITRS tenha aumentado no decorrer do experimento, não foram encontradas correlações entre os níveis de IgAs e ITRS.

Moreira *et al.* ⁽⁴⁹⁾ investigaram o impacto de um período de 17 dias de treinamento prévios aos Jogos Panamericanos sobre os níveis de IgAs em jogadores da seleção brasileira de basquete. Eles reportaram uma queda nos níveis de IgAs dos atletas após o treinamento. Apenas um episódio de ITRS foi reportado durante o período, e a redução nos níveis de IgAs não estava relacionada ao desenvolvimento de ITRS.

Resultados semelhantes foram encontrados por Tsai *et al.* ⁽¹⁸⁾, que verificaram que a combinação de treinamento intenso somada a perda rápida de peso levou a uma redução nos níveis de IgAs de lutadores de tkd previamente a competição. Novamente, essa redução nos níveis de IgAs foi apenas transitório e já havia retornado aos valores de linha de base 24 horas após a competição

Um recente estudo com jogadores de basquete, acompanhados numa temporada de treinamento, também observou que os níveis de IgAs eram significativamente menores durante os períodos de treinamento intenso e competitivo quando comparados ao período de recuperação. Além disso, foi encontrada uma correlação negativa entre os níveis de cortisol salivar e IgAs ($r = - 0,28$). Esses resultados sugerem que nessa amostra a IgAs parece ser sensível às alterações nas cargas de treinamento e que pode ser afetada negativamente por níveis altos de cortisol sustentados por um período longo de tempo ⁽⁵⁰⁾.

Corroborando esses resultados, Kon *et al.* ⁽⁵¹⁾ verificaram um aumento na taxa de secreção da IgAs salivar após o período de polimento em 8 patinadores de velocidade. No entanto, nesse estudo a queda dos níveis de IgAs observada após a competição foi acompanhada pelo aparecimento de sintomas ITRS em 2 atletas, o que levou os pesquisadores a concluir que a incidência de ITRS nesses atletas pode ter sido relacionada aos níveis de IgAs.

Os mecanismos fisiológicos envolvidos com essa redução nos níveis de IgAs observada após períodos longos de treinamento ou durante períodos mais curtos de intensificação do treinamento ainda não estão claros e necessitam de mais evidências científicas. Embora alguns estudos não tenham verificado relação entre os níveis de cortisol e a taxa de secreção de IgAs em resposta ao exercício agudo, é

possível que os níveis altos de cortisol sustentados durante períodos prolongados contribuam para a morte ou anergia de células B precursoras dos plasmócitos produtores de IgAs ⁽⁵²⁾. Além disso, Bishop e Glesson ⁽⁴⁰⁾ hipotetizaram que de modo crônico, uma repetida mobilização dos receptores Poli-Ig, envolvidos com o processo de transcitose da IgAs (transporte da IgAs da lâmina basal para o lúmen), poderia levar a uma redução da disponibilidade dos mesmos, com consequente redução da secreção da IgAs.

Por fim, pode-se concluir que de um modo geral os estudos demonstram que os níveis de IgAs são passíveis de redução após períodos muito longos de treinamento de atletas de alto nível ou após períodos curtos de intensificação do treinamento, especialmente quando isso é somado a outros fatores estressantes tais como restrição alimentar, ansiedade prévia a uma competição importante, entre outros. No entanto, os dados são um pouco mais contraditórios no que diz respeito à relação entre a IgAs e o risco de ITRS, especialmente quando os períodos de treinamento intenso são relativamente curtos.

Novos estudos são necessários para identificar o papel da IgAs na detecção do quadro *overreaching*, *overtraining* e risco de ITRS, especialmente em modalidades de caráter intermitentes, como lutas e esportes coletivos.

4.5 TNF-_{ALFA} E PCR

A resposta de alguns marcadores inflamatórios ao treinamento, tais como os níveis de fator de necrose tumoral alfa (TNF- α), tem sido alvo de estudos no campo do treinamento esportivo que têm se dedicado a identificar marcadores biológicos envolvidos com o processo de *overreaching* e *overtraining* ^(53, 54).

A inflamação consiste em uma série de respostas celulares e humorais que ocorrem após lesões ou infecções, no sentido de limitar o dano ao tecido, isolar e destruir o organismo invasor, e ativar o processo de reparo. As reações inflamatórias agudas são geralmente auto-limitantes. Porém, se por alguma razão a lesão ou trauma inicial não se resolve, como por exemplo, devido a uma repetição do estímulo que levou ao trauma, pode se estabelecer um quadro indesejável de inflamação crônica ^(53, 54).

Smith ⁽⁵⁴⁾ propôs que pequenas microlesões nos tecidos muscular, esquelético e articular decorrentes do processo de treinamento possam desencadear a síndrome do *overtraining*. Embora níveis baixos de inflamação sejam considerados como parte de um processo benéfico para adaptação desses tecidos ao treinamento, essa hipótese sugere que durante períodos de treino intenso e alto volume, com períodos inadequados de recuperação, a inflamação aguda e local possa evoluir para um quadro de inflamação crônica e acarretar, posteriormente, uma inflamação sistêmica.

Uma característica presente tanto na inflamação aguda, quanto na crônica, é o aumento da produção de citocinas. As citocinas são consideradas como moléculas sinalizadoras do sistema imunológico que podem atuar de modo autócrino, parácrino e endócrino, sendo capazes de induzir uma variedade de respostas em diversos tipos de tecidos ⁽⁵⁵⁾.

Entre as citocinas pró-inflamatórias estão o TNF- α , a interleucina-1 beta (IL-1 β), e a interleucina-6 (IL-6) (muito embora a IL-6 possa exercer tanto uma função inflamatória, quanto anti-inflamatória, dependendo das circunstâncias) ^(55, 56). Embora existam algumas distinções, as funções biológicas do TNF- α por muitas vezes se sobrepõem as da IL-1 e IL-6. O TNF- α é produzido principalmente por fagócitos mononucleares, embora também seja produzido por linfócitos T, células de Kupfer, células do sistema nervoso, e células endoteliais ⁽⁵⁷⁾. Praticamente todas as células apresentam receptores para TNF- α e o aumento de suas concentrações

pode induzir a uma série de respostas semelhantes às observadas em indivíduos com *overtraining*, tais como um aumento do catabolismo no tecido muscular, aumento da atividade nervosa simpática e distúrbios de humor^(53, 57-60).

Numa condição de inflamação sistêmica ocorre um grande aumento na produção de citocinas pró-inflamatórias, devido à ativação de monócitos circulantes, os quais podem sintetizar grandes quantidades de TNF- α e outras citocinas pró-inflamatórias como IL-6 e IL-1. De acordo com a hipótese de Smith^(53, 54), o quadro de inflamação sistêmica que pode se instalar em função de treino com alto volume e intensidade e períodos insuficientes de recuperação, tem com consequência um aumento pronunciado nos níveis circulantes dessas citocinas, que por sua vez, podem interagir com diversos sistemas fisiológicos, os quais, sob influência dessas moléculas, desencadeariam grande parte dos sinais e sintomas típicos as associados ao *overreaching* e *overtraining*.

Com base nisso, vários estudos procuraram investigar a utilidade de citocinas como o TNF- α como um marcador biológico do processo de *overreaching/overtraining*. Por exemplo, Main *et al.*⁽¹¹⁾ estudaram a resposta de citocinas pró-inflamatórias (TNF- α , IL-6 e IL-1) e do estresse percebido em atletas de remo durante um período de 8 semanas prévio ao campeonato mundial de remo. Durante as 3 primeiras semanas de treino foi verificado um aumento no estresse, percebido que foi associado aos níveis de TNF- α e IL-6. Além disso, os níveis de TNF- α foram associados com o aumento na distância percorrida e com a duração do treinamento, sugerindo que essas citocinas podem ser marcadores úteis do estresse proporcionado pelo treinamento.

Um posterior estudo desse mesmo grupo de pesquisadores⁽⁶¹⁾ dá suporte a esses resultados. Novamente, atletas de remo foram estudados durante um período de 8 semanas. A cada 15 dias um questionário para medida do estresse de treinamento era aplicado e eram realizadas coletas de sangue para análises de citocinas pró-inflamatórias. Consistentemente com os resultados de estudo anterior, esses autores encontraram associações entre os níveis de TNF- α e IL-1 com medidas de depressão, distúrbios de sono e estresse. No entanto, nenhum desses dois estudos realizou medidas de desempenho, o que impossibilita maiores conclusões no que diz respeito à aplicabilidade dessas medidas na detecção do *overreaching* ou do *overtraining*.

Alguns estudos procuram responder a essas questões, verificando o impacto das alterações nas cargas de treinamento sobre o desempenho e sobre marcadores biológicos, como citocinas pró-inflamatórias. Farhangimaleki *et al.* ⁽⁶²⁾ investigaram o efeito de 2 períodos de polimento (1 e 3 semanas) posteriores a 8 semanas de treinamento intensificado (aumento progressivo do volume), sobre os níveis pós-exercício de TNF- α , IL-6 e IL-1 e sobre o desempenho de atletas de ciclismo. Após 1 e 3 semanas de polimento foi observado um aumento no desempenho dos ciclistas. Porém, uma redução nos níveis de TNF- α pós-exercício só foi observada após 3 semanas de polimento.

Esses resultados são interessantes porque demonstram que uma redução nas cargas de treinamento pode ser acompanhada por uma atenuação da resposta aguda de marcadores inflamatórios. Contudo, também demonstram que pode ocorrer um aumento do desempenho esportivo mesmo que os níveis de citocinas pós-exercício ainda permaneçam elevados. Vale ressaltar que como nesse estudo análises das citocinas foram feitas após o exercício, refletem mais uma adaptação proporcionada pelo treinamento ao estresse agudo do exercício do que uma resposta crônica decorrente do estresse semanal de treinamento ⁽⁶²⁾.

Recentemente, um estudo similar foi realizado por Bresciani *et al.* ⁽⁶³⁾, que avaliaram os efeitos de 9 semanas de treinamento aeróbio intensificado (aumento progressivo do volume de treinamento a cada semana) seguido de 3 semanas de recuperação sobre marcadores de estresse de treinamento em indivíduos fisicamente ativos. Após a intensificação do treinamento, ocorreu um aumento do estresse e ansiedade reportados em questionários, porém não foram verificadas alterações nos níveis de citocinas no decorrer de todo o experimento. No entanto, como foi observado um aumento do desempenho após o final do período intenso de treinamento, não é possível estender os resultados desse estudo para uma situação de *overreaching*.

Neste sentido, um excelente trabalho foi realizado por Halson *et al.* ⁽³⁶⁾. Esses pesquisadores acompanharam ciclistas por um período de 6 semanas, dividido em 2 semanas de treino normal, 2 semanas de treino intenso e 2 semanas de recuperação. Os resultados indicaram que ocorreu um declínio significativo no desempenho após o período de treino intenso, juntamente com um aumento em distúrbios de humor e do estresse reportados, que retornaram aos níveis basais após o período de recuperação, caracterizando os atletas em *overreaching*.

funcional. No entanto, nenhuma mudança significativa foi observada para os níveis de TNF- α e IL-6, o que levou os autores a concluir que o comportamento dessas variáveis não parece estar relacionado com o declínio no desempenho e com os distúrbios de humor durante o *overreaching*.

Sendo assim, pode-se dizer que atualmente os dados da literatura ainda são inconclusivos no que diz respeito à aplicabilidade de citocinas como o TNF- α na detecção do *overreaching* e do *overtraining* ⁽¹¹⁾. Um dos maiores problemas em relação a essa questão consiste no fato de que a maior parte dos estudos não chegou a observar reduções no desempenho, ou seja, não estudou a situação de *overreaching*, muito menos a de *overtraining* ^(11, 61-63).

Novos estudos, que procurem estudar o impacto do treinamento sobre alterações no desempenho e dos níveis de TNF- α são necessários para que se determine o papel desse marcador inflamatório no desenvolvimento do *overreaching*, ou do *overtraining*. Além disso, em modalidades de luta como o tkd, onde os atletas frequentemente sofrem lesões por trauma ⁽⁶⁴⁾, são necessários estudos para esclarecer o papel de marcadores inflamatórios como TNF- α no monitoramento do estresse proporcionado pelo treinamento.

4.6 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC)

Vários estudos têm observado que o sistema nervoso autônomo (SNA) sofre alterações no seu funcionamento em resposta ao estresse proporcionado pelo treinamento. É bem estabelecido que a síndrome do *overtraining* pode causar um desequilíbrio autonômico em atletas ⁽⁷⁾. No entanto, o modo com que ocorrem as alterações na atividade do SNA durante o processo de *overtraining* ainda é bastante controverso ⁽⁶⁵⁾. Tem sido proposto que o *overtraining* tanto pode levar a um predomínio simpático, quanto parassimpático, sendo que o tipo simpático é mais comumente observado em atletas de modalidades com característica de força e potência (ex.: levantamento olímpico e corridas de velocidade como 100m rasos), e o tipo parassimpático é mais frequentemente observado em modalidades predominantemente aeróbias ou de resistência (ex.: maratona, esqui cross-country) ⁽⁶⁶⁾.

Contudo, também existe a proposta que a predominância de um dos ramos do SNA pode ser característica de fases do *overtraining*. De acordo com

Kuipers (1998), nas fases iniciais do continuum do *overtraining* (*overreaching*), haveria uma alteração na atividade do SNA em direção a um predomínio da atividade simpática, que seria seguido por um predomínio parassimpático na fase posterior do *continuum* do *overtraining* (*overtraining*). Com base nisso, tem sido sugerido que as alterações neuro-endócrinas promovidas pelo SNA durante o *continuum* do *overtraining*, são semelhantes ao proposto pelo modelo de síndrome de adaptação geral proposto por Seyle⁽⁶⁷⁾.

Nesse sentido, a exposição inicial ao período de estresse como o que ocorre durante o *overreaching* levaria a um aumento da atividade nervosa simpática, o que seria uma parte favorável das repostas ao estresse, e a exposição prolongada ao estresse, como no caso do *overtraining*, levaria a exaustão do sistema, o que explicaria a predominância parassimpática nesse período⁽⁶⁸⁾. De fato, tem sido observado que durante o *overtraining* parece ocorrer uma redução da atividade simpática intrínseca e da sensibilidade dos órgãos alvo às catecolaminas, o que tem sido indicado por um decréscimo na excreção noturna de catecolaminas e da densidade de receptores beta-adrenérgicos^(7, 69).

Em função disso, vários estudos tem procurado estudar o comportamento do SNA na tentativa de identificar um possível marcador para detecção precoce do *overtraining*. A VFC reflete as oscilações entre os batimentos cardíacos consecutivos, por análise dos intervalos R-R do complexo QRS, e é considerada um método válido de mensurar a atividade autonômica sobre o coração. A VFC apresenta algumas vantagens pelo fato de ser um método não invasivo, de fácil aplicação e custo relativamente acessível quando comparado com outras medidas da atividade do SNA^(65, 70).

Os estudos que têm sido realizados na tentativa de verificar o comportamento da VFC em atletas com *overtraining* ainda são relativamente escassos e apresentam resultados controversos. Tem sido observado tanto um predomínio simpático, quanto parassimpático, ou mesmo uma redução da atividade de ambos os ramos do SNA durante o *overtraining*⁽⁷¹⁻⁷⁴⁾.

Por exemplo, Hedelin *et al.*⁽⁷¹⁾ realizaram um estudo de caso com um atleta de esqui *cross-country* da categoria juvenil e observaram maiores valores para o componente de alta frequência da VFC (HF) durante o período em que o atleta foi diagnosticado com *overtraining*. Isso indica que ocorreu um desequilíbrio autonômico a favor da atividade parassimpática enquanto o atleta se encontrava em

overtraining, o qual foi revertido após o atleta ter se recuperado dessa condição. Porém, como esse resultado veio de uma observação individual, não se pode generalizar os dados.

Por sua vez, Hynynen *et al.* ⁽⁷⁴⁾ realizaram medidas da VFC durante o período noturno e logo após o despertar em atletas diagnosticados com *overtraining* e em atletas considerados bem treinados, e verificaram que embora os índices noturnos da VFC não tenham se alterado, após o despertar os índices da VFC que representam a atividade de ambos os ramos do SNA, especialmente os relacionados a atividade parassimpática, apresentavam-se menores nos atletas com *overtraining*.

Dados semelhantes foram reportados por Mourout *et al.* ⁽⁷³⁾, que verificaram que atletas de modalidades predominantemente aeróbias diagnosticadas com *overtraining* apresentavam uma predominância simpática quando comparados a atletas saudáveis e a um grupo controle formado por mulheres sedentárias. No entanto, como esses estudos foram de caráter transversal, não necessariamente refletem o que ocorreu com essas atletas devido o *overtraining*.

Um estudo de Uusitalo *et al.* ⁽⁷²⁾ ilustra bem como é difícil tirar conclusões sobre as respostas da VFC ao *overtraining*. Eles estudaram as respostas da VFC no repouso e em resposta a um teste de estresse ortostático em 9 atletas do sexo feminino de modalidades de resistência aeróbia, submetidas a um período de intensificação de seu treinamento. O resultado da intensificação das cargas de treino fez com que 5 atletas fossem diagnosticadas em *overtraining*.

Nesse experimento as alterações no desempenho aeróbio das atletas foram relacionadas às alterações na potência total da análise espectral da VFC (P_{tot}), indicando que uma redução de ambos os ramos do SNA estava envolvida com a queda no desempenho das atletas. Também foi observada uma tendência de diminuição de índices da atividade global da VFC (ambos os ramos) na posição em pé. No entanto, as repostas foram bastante variadas em relação ao balanço simpato-vagal, de maneira que os autores concluíram que as repostas da VFC durante o *overtraining* não seguem necessariamente um padrão e podem conduzir para ambos os tipos de *overtraining* (simpático ou parassimpático). Além disso, esse mesmo padrão de respostas não foi exclusivo do grupo com *overtraining*, o que dificulta ainda mais as conclusões nesse sentido ⁽⁷²⁾.

Os resultados de estudos com *overreaching* também apresentam algumas divergência. Porém, embora alguns estudos tenham reportado uma ausência de alterações na VFC em resposta ao *overreaching* ^(75, 76) a maior parte dos estudos demonstram que em geral ocorre um aumento da atividade nervosa simpática após períodos de intensificação das cargas de treinamento que conduziram ao *overreaching* funcional ou não funcional, que é seguido de uma recuperação parassimpática quando períodos de recuperação são aplicados aos atletas ⁽⁷⁷⁻⁷⁹⁾.

Pichot *et al.* ⁽⁷⁸⁾ avaliaram a VFC em atletas de corrida que foram submetidos a protocolo de treinamento de 3 semanas de treinamento intenso, seguidas por uma semana de treinamento regenerativo. Eles observaram uma redução progressiva dos índices parassimpáticos ao longo das 3 semanas de treinamento intenso, que foi seguida por um aumento após a semana de treino regenerativo, ao passo que índices simpáticos apresentaram um comportamento oposto, indicando que o treino intenso propiciou uma alteração no balanço autonômico cardíaco a favor de um aumento na atividade nervosa simpática. No entanto, nesse estudo não foram observadas medidas do desempenho e, portanto, não se pode ampliar as conclusões no que diz respeito à aplicabilidade da medida no monitoramento do *overreaching*.

Porém, esse mesmo grupo de pesquisadores procurou responder essa questão realizando um experimento onde indivíduos previamente sedentários foram submetidos a um protocolo de treinamento no qual inicialmente treinavam por 2 meses e em seguida eram submetidos a um período de 1 mês de aumento abrupto nas cargas de treinamento, após o qual era aplicado um período de 2 semanas de recuperação ⁽⁷⁷⁾. Os resultados demonstraram que o desempenho se elevou após os primeiros 2 meses de treinamento (VO_{2max} e máxima potência gerada em 5 minutos num teste realizado em cicloergômetro), bem como a maior parte dos índices globais da VFC e os relacionados à atividade parassimpática. Além disso, houve uma clara predominância parassimpática nesse período.

Por outro lado, após o período mais intenso de treinamento, foi observada uma redução do desempenho. No decorrer das semanas de treino intenso ocorreu uma estagnação dos índices parassimpáticos, juntamente com um aumento progressivo na atividade simpática, o qual foi revertido após o período de recuperação, com rebote favorável para todos os índices de atividade

parassimpática. Desse modo, os resultados desse estudo demonstram que a VFC pode ser uma ferramenta útil no monitoramento do estresse proporcionado pelo treinamento. Além disso, foi observada uma correlação positiva entre os valores de VO_{2max} e de índices globais da VFC ($r^2 = 0,63$) obtidos antes do experimento, após os primeiros 2 meses de treinamento e após o período de intensificação do treinamento, sugerindo que uma maior responsividade de ambos os ramos da atividade autonômica, especialmente do parassimpático, foi importante para o aumento do desempenho aeróbio nessa amostra ⁽⁷⁷⁾.

Porém, devido à amostra ser constituída por indivíduos previamente sedentários, os resultados encontrados não necessariamente refletem como seria o comportamento do SNA em atletas. Além disso, a falta de medidas de desempenho após o período de recuperação dificulta a interpretação desses dados no que diz respeito a sua aplicabilidade no monitoramento do *overreaching*.

Resultados semelhantes a esses foram observados por Iellamo *et al.* ⁽⁸⁰⁾, que acompanharam atletas de remo durante os últimos 9 meses de sua preparação para o campeonato mundial. Eles encontraram um aumento na atividade simpática e redução parassimpática após um bloco de treinamento de 3 meses onde os atletas aumentaram de 75% para 100% da carga máxima de treinamento (último bloco de treino prévio ao polimento). Um dado muito importante desse estudo é que 3 dos 7 atletas que participaram do estudo foram campeões mundiais. Contudo, não foram realizadas medidas da VFC após o polimento, ou medidas do desempenho ao longo do experimento.

Um estudo de Ataloui *et al.* ⁽¹⁰⁾ foi muito bem delineado nesse sentido. Esses pesquisadores investigaram as relações entre as mudanças da VFC e as variações nas cargas de treinamento e no desempenho de atletas de natação. Para tanto, eles avaliaram as respostas da VFC em atletas de natação que foram submetidos a 4 semanas de treinamento intenso, seguidos de 3 semanas de redução de cargas. Os atletas participaram de competições ao final de cada período e as medidas de VFC foram realizadas antes e após cada um dos períodos de treinamento. Embora esses pesquisadores não tenham encontrado alterações no comportamento médio dos índices de VFC entre as fases de treinamento, eles observaram uma correlação positiva ($r = 0,81$) entre as alterações na atividade parassimpática observadas e o desempenho dos atletas após o período de redução de cargas.

Por outro lado, após o período de redução de cargas, as alterações nos índices de atividade simpática foram inversamente correlacionadas com o desempenho dos atletas ($r = -0,81$), e os escores de fadiga foram inversamente correlacionados com as alterações no HF ($r = -0,58$). Os resultados desse estudo demonstram que em atletas de natação, um importante aspecto de um polimento bem sucedido é um rebote da atividade parassimpática após um período intenso de treinamento ⁽¹⁰⁾.

Garet *et al.* ⁽⁸¹⁾ também verificaram uma redução de índices parassimpáticos e globais da VFC em atletas de natação, após 3 semanas de treinamento de treinamento intenso, que foi revertida após 2 semanas de recuperação. Assim como no estudo de Atlaoui *et al.* ⁽¹⁰⁾ não foram observadas diferenças na média da maior parte dos índices da VFC. Porém, esses pesquisadores também verificaram que as alterações na atividade parassimpática estavam relacionadas com o desempenho dos atletas. Além disso, após o polimento, quanto maior foi a recuperação autonômica (indicadores globais da VFC) melhor foi o desempenho dos atletas, o que sugere novamente que uma recuperação da atividade de ambos os ramos do SNA é um aspecto importante da resposta positiva do organismo após o polimento.

Manzi *et al.* ⁽⁸²⁾ observaram um padrão de respostas semelhantes em relação ao modo como o SNA responde às alterações nas cargas de treinamento, durante a periodização do treinamento de corredores de maratona. Embora não tenham sido observadas alterações significantes para quaisquer dos índices da VFC ao longo do experimento, eles demonstraram que os índices relacionados aos componentes simpático, e parassimpático, apresentaram um comportamento inverso em resposta às cargas de treinamento. Após realizarem um ajuste não linear da curva de resposta dos índices da VFC, eles verificaram que o componente parassimpático inicialmente se elevava e gradualmente ia caindo com o aumento progressivo nas cargas de treinamento ao longo do tempo, enquanto o componente simpático apresentava o comportamento oposto. No entanto, ao contrário dos resultados encontrados por Atlaoui *et al.* ⁽¹⁰⁾, estes autores observaram que o tempo na prova de maratona estava negativamente correlacionado com o componente simpático da VFC e positivamente correlacionado com o componente parassimpático da VFC. Ou seja, de acordo com esses dados, o aumento na atividade simpática é que seria ligada ao sucesso na prova de maratona. Para

explicar seus resultados os autores sugeriram a hipótese de que em indivíduos com alto nível de aptidão física um aumento da atividade nervosa simpática seria reflexo de um estímulo ótimo de treinamento. Além disso, sugeriram ainda que possa haver diferenças nas respostas autonômicas às cargas de treino em função de características do treinamento, como tipo de treinamento e modalidade.

Uma possível explicação para as diferenças entre esses estudos é a ausência de medidas da VFC após o polimento dos atletas no estudo de Manzi *et al.* ⁽⁸²⁾, o que pode ter levado os autores à conclusões prematuras. Analisando os resultados dos dois estudos, é possível sugerir que uma mudança do equilíbrio autonômico em direção a um predomínio da atividade simpática, é parte importante da resposta de adaptação ao estresse do treinamento. Porém, se esse comportamento for mantido após o polimento, pode levar a redução do desempenho ^(10, 82).

No entanto, não há como deixar de levar em consideração a hipótese de Manzi *et al.* ⁽⁸²⁾, de modo que novos estudos são necessários para verificar o comportamento da VFC em modalidades onde o tipo de treinamento e a distribuição das cargas de treinamento seja diferente.

5 METODOLOGIA

5.1 SUJEITOS

Inicialmente foram inclusos 12 atletas de tkd nesse estudo, sendo que 5 atletas foram excluídos das análises em função de lesões decorrentes de trauma ou por uso de medicamentos que poderiam influenciar em parâmetros inflamatórios, imunológicos ou autonômicos. Desse modo, participaram deste estudo 7 atletas de taekwondo de ambos os sexos, sendo quatro do sexo masculino (idade: $22,7 \pm 3,7$ anos; IMC: $20,1 \pm 1,6$ kg/m²) e 3 do sexo feminino (idade: $20,3 \pm 3,5$ anos; IMC: $20,9 \pm 2,3$ kg/m²), com no mínimo três anos de experiência em competições da modalidade, que treinavam em média seis dias por semana e aproximadamente 4 horas por dia.

5.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A tabela 1 traz um esquema organizacional do delineamento do estudo. As coletas de dados referentes à quantificação das cargas de treinamento foram realizadas ao longo de um período de 7 semanas de treinamento dos atletas. A primeira semana de treinamento serviu como medida de linha de base por ter sido considerada como uma semana de treino relativamente fraca e que marcava o retorno dos atletas de um período curto de férias. Após a primeira semana de treinamento, os atletas foram submetidos a um período de 3 semanas de intensificação das cargas de treinamento, que foi seguido de 3 semanas de redução das cargas de treinamento. Ao final da quarta semana e da sétima semana de treinamento os atletas participaram de uma competição de nível regional (considerada de nível fácil pelo treinador) e nacional respectivamente (considerada difícil pelo treinador). As medidas de desempenho e coletas de sangue e saliva ao final da quarta e da sétima semana de treinamento foram realizadas 48 horas antes da competição, no sentido de evitar uma possível redução do desempenho dos atletas.

A quantificação de carga foi realizada em todas as sessões de treinamento dos atletas, individualmente, por meio do método de PSE da sessão.

As medidas indiretas da função do sistema nervoso autônomo foram realizadas por meio da técnica de análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Dados sobre o estresse e recuperação, e equilíbrio entre estresse e recuperação durante o processo de treinamento, foram analisados por meio do questionário Rest-Q. Além disso, foi avaliado o impacto do treinamento sobre os níveis de TNF- α e de IgAs. Essas medidas foram realizadas antes do início do período de treinamento, e ao final de cada semana de treinamento dos atletas, não sendo permitida a ingestão de bebidas alcoólicas e cafeínadas nas últimas 24h antecedentes às coletas.

Para avaliação do impacto do treinamento sobre a o desempenho dos atletas em testes de avaliação das capacidades físicas envolvidas com o desempenho na luta de tkd, foi aplicado um teste para determinação da potência aeróbia (30-15_{IFT}) em 3 momentos: previamente ao início dos treinamento, após o bloco de intensificação e após uma semana de redução das cargas.

Tabela 1– Esquema do delineamento experimental

Períodos	LB	IT				RC	
Semanas	LB (0)	S1	S2	S3	S4*	S5	S6#
Medidas	30-15 _{IFT}	Sangue	Sangue	30-15 _{IFT}	30-15 _{IFT}	Sangue	Sangue
	Sangue	Saliva	Saliva	Sangue	Sangue	Saliva	Saliva
	Saliva	DALDA	DALDA	Saliva	Saliva	DALDA	DALDA
	DALDA	REST-Q	REST-Q	DALDA	DALDA	REST-Q	REST-Q
	REST-Q	VFC	VFC	REST-Q	REST-Q	VFC	VFC
	VFC			VFC	VFC		

* Competição nível regional; # Competição nível nacional

5.3 CÁLCULO DAS CARGAS DE TREINO POR MEIO DA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO (PSE) DA SESSÃO

O cálculo das cargas de treinamento por meio do método de PSE da sessão, que consiste na multiplicação da duração de cada sessão de treinamento em minutos pelo valor apontado pelo atleta na escala de PSE referente à sessão de treinamento como um todo (incluindo aquecimento, alongamento e resfriamento), como descrito por Foster (1998).

O valor de PSE de cada atleta foi obtido 30 min após a sessão de treinamento para assegurar que a percepção de esforço referiu-se a sessão de treino como um todo, e não apenas ao exercício mais recente.

Para este estudo, foi utilizada a escala de Borg CR-10, modificada por Foster (1998), e traduzida para língua portuguesa (figura 1).

Figura 1 – Escala de Borg CR-10 modificada por Foster (1998)

0	Repouso
1	Muito, muito fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um pouco difícil
5	Difícil
6	
7	Muito difícil
8	
9	
10	Máximo

5.4 QUESTIONÁRIO “RECOVERY-STRESS QUESTIONNAIRE FOR ATHLETES” (REST-Q)

Para o preenchimento do questionário, os atletas foram orientados a escolherem as respostas que mais precisamente demonstrassem seus pensamentos e atividades, indicando em qual frequência cada afirmação se encaixavam no seu caso, nas últimas 72 horas.

Para aplicação do RESTQ, os atletas foram previamente familiarizados durante 4 semanas com o instrumento, traduzido para a língua portuguesa ⁽³⁰⁾. O RESTQ foi aplicado ao final de cada semana de treinamento dos atletas. Para fins de análise foi utilizada a média dos valores de cada semana.

5.5 PARÂMETRO DE DESEMPENHO AERÓBIO (30-15_{IFT})

O desempenho dos atletas foi medido por meio de um teste que consiste em um protocolo incremental aeróbio máximo de natureza intermitente (30-15 Intermittent Fitness Test - 30-15_{IFT}), no qual os atletas realizaram 30 segundos de corrida bidirecional em uma distância de 40 m em ritmo determinado por sinais sonoros, com intervalos apropriados para controlar a velocidade de corrida, intercalados por 15 segundos de recuperação passiva. A velocidade adotada para início do teste era de 8 km.h⁻¹ com incrementos de 0,5 km.h⁻¹ a cada estágio de 45 s. Em cada sinal sonoro emitido, os sujeitos deveriam estar dentro de zonas de 3 m, as quais eram colocadas nas extremidades e no meio do trajeto. Durante o período de recuperação (15 s) os sujeitos deveriam caminhar até a próxima linha de marcação, onde iniciavam o próximo estágio. Os sujeitos eram instruídos a completarem o maior número possível de estágios. O teste foi encerrado quando o sujeito não era capaz de manter a velocidade imposta ou quando não se encontrava, por três vezes consecutivas no mesmo estágio, dentro da zona de tolerância de 3 m no momento do sinal sonoro. O último estágio completo era considerado como a velocidade máxima atingida pelo sujeito (V_{IFT}) ⁽⁸³⁾.

Durante todo o teste, a FC foi monitorada por um cardiofrequencímetro (POLAR RS800, Polar Electro ® - Kempele, Finlândia. Para obtenção do VO_{2max} foi aplicada a equação proposta por Buchheit *et al.* ⁽⁸³⁾:

$$VO_{2max} = 28,3 - 2,15 * G - 0,741 * I - 0,0357 * P + 0,0586 * I * VIFT + 1,03 * VIFT.$$

Onde, G = gênero (masculino = 1; feminino =2); I = idade em anos; P = peso corporal em kg; VIFT = a máxima velocidade completa alcançada no teste 30-15IFT.

5.6 ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA (VFC)

A FC de repouso foi mensurada batimento-a-batimento, por um cardiofrequencímetro (POLAR®, modelo RS800 - Kempele, Finlândia). Este equipamento apresenta validade para os propósitos deste estudo ⁽⁸⁴⁾. Os sujeitos foram orientados a permanecerem sentados, em repouso e com o mínimo de movimentação possível durante 10 minutos, sendo que os primeiros 5 minutos serviram para que os indivíduos entrassem em real estado de repouso e os últimos 5 minutos foram utilizados para análise da VFC por meio dos intervalos R-R estacionários (sem tendência sistemática de variação ao longo do tempo).

Os dados foram coletados com frequência de amostragem de 1.000 Hz e os registros dos intervalos R-R foram filtrados para eliminar possíveis ruídos provenientes de batimentos ectópicos ou erros de leitura do aparelho na ordem de 20 bpm ⁽⁸⁵⁾, sendo que o percentual de correção dos intervalos R-R não ultrapassou 2%. Este procedimento foi realizado por meio do *software Polar Pro trainer versão 5.35 (Polar Electro®)*, Kempele, Finlândia).

Os dados foram então analisados por meio do software Kubios HRV versão 1.1 (Biosignal Analysis and Medial Image Group, Kuopio, Finlândia). Caso necessário, os dados eram novamente corrigidos por esse software antes de serem analisados. O cálculo dos parâmetros no domínio do tempo foi realizado a partir dos índices de RR médio (média dos intervalos R-R normais), RMSSD (raiz quadrada da média das diferenças sucessivas ao quadrado, entre intervalos R-R adjacentes) e o desvio padrão dos intervalos R-R normais (SDNN). O RMSSD é considerado como indicador parassimpático e o SDNN como indicador global autonômico pela VFC⁽⁸⁶⁾. Os dados foram interpolados a uma frequência cúbica de 2 Hz em séries corrigidas de intervalos normais, sendo utilizada a transformada rápida de Fourier pela janela de Welch para estimar a densidade espectral. Foram estimados os componentes de

baixa frequência (LF: 0,04 – 0,15 Hz) como indicador simpático e parassimpático, e de alta frequência (HF: 0,15 – 0,4 Hz) como indicador parassimpático, que por sua vez é influenciado pela frequência respiratória. Tanto LF quanto HF foram expressos em valores absolutos (ms^2) e em unidades normalizadas (un). Os dados em unidades normalizadas (LFun e HFun) foram utilizados para diminuir o efeito da variação interindividual nas escalas absolutas (ms^2), sendo obtidos a partir da equação $[(\text{HF ou LF})/(\text{HF} + \text{LF})]*100$. O balanço simpato-vagal foi expresso pela razão entre eles (razão LF/HF) ⁽⁸⁶⁾.

5.7 COLETA DE SANGUE

Foram coletadas amostras de sangue ao final de cada semana de treinamento, no mesmo período do dia (entre 10 -12 horas da manhã), com um intervalo mínimo de 24 horas de repouso após a última sessão de treinamento semanal. As amostras foram coletadas em tubos de Vacutainer® não-heparinizado, 10 ml, e após a coagulação, as amostras foram centrifugadas em 4000g durante 4 minutos, a 4°C, e o soro foi separado e congelado a -20°C antes do uso. As amostras de soro foram utilizadas para dosagem de TNF- α .

5.7.1 Detecção de Marcadores Inflamatórios Plasmáticos

A dosagem da citocina pró-inflamatória TNF- α , foi realizada por imunoenensaio enzimático (ELISA) utilizando-se kits comerciais (Human TNF- α Elisa set, Becton Dickson, Franklin Lakes, EUA) conforme instruções do fabricante.

5.7.2 Análise de IgA Secretória Salivar (IgAs)

Amostras de saliva foram coletadas ao final de cada semana de treinamento. As coletas ocorrem no mesmo período do dia, por meio de salivação não estimulada durante 2 minutos, em recipientes plásticos esterilizados. Após centrifugação (400g, 5 minutos, a 4°C) o volume de sobrenadante foi medido e armazenado a -80°C. A concentração salivar de IgAs foi analisada por meio de ensaio ELISA, utilizando kit comercial (Bethyl, Montgomery, USA), conforme as

recomendações do fabricante. A taxa de secreção de IgAs foi determinada em μg secretados por min ($\mu\text{g}/\text{min}$).

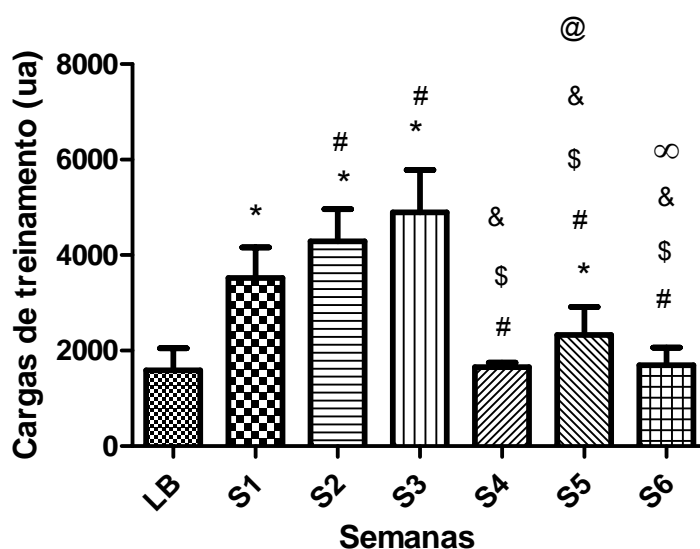
5.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram expressos em média \pm desvio padrão (DP). Para comparação entre as estimativas da carga de treinamento, testes indicadores de desempenho, bem como entre os valores de RESTQ, VFC, cortisol, IgAs e TNF – α obtidos durante o treinamento, foi utilizada a ANOVA para medidas repetidas, na qual a esfericidade dos dados foi verificada por meio do teste de *Mauchly*. Caso os valores do teste de *Mauchly* fossem significativos, a correção de *Greenhouse-Geisser* era utilizada. Caso o valor de *F* fosse significativa, a análise era complementada por meio do teste de *post hoc* de LSD para identificar as diferenças pontuais. A significância das análises foi assumida quando $P < 0,05$. Os dados foram tratados utilizando-se o programa SPSS *for Windows*, versão 17.0.

6 RESULTADOS

A figura 2 mostra a distribuição das cargas de treinamento ao longo do estudo. Os resultados demonstram que durante o período de intensificação de cargas, os atletas realmente reportaram maiores valores de PSE em relação aos períodos de linha de base (LB) e de redução das cargas de treinamento (REC – semanas 4,5 e 6).

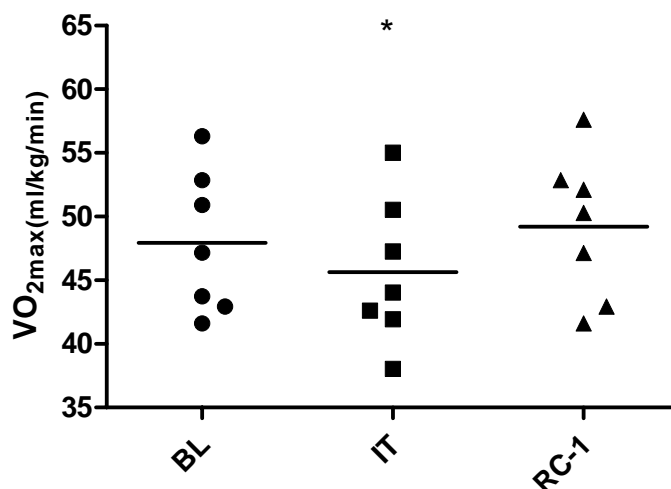
Figura 2- Comparação entre as médias PSE da sessão de cada semana de treinamento. LB = semana de linha de base; S = semana.



* diferença significativa em relação à LB; # diferença significativa em relação a S1; \$ diferença significativa em relação a S2; & diferença significativa em relação a S3; @ diferença significativa em relação a S4; ∞ diferença significativa em relação a S5; $P < 0,05$.

A figura 3 apresenta os valores de VO_{2max} obtidos por meio do teste 30-15_{IFT} ao final da semana de LB, após as 3 semanas do período de intensificação das cargas de treinamento (S3) e após 1 semana de redução das cargas de treinamento (S4). Após o aumento das cargas de treinamento foi observada uma redução significativa do desempenho no 30-15_{IFT}, que retornou a valores semelhantes aos de LB após 1 semana de redução de cargas. Embora não tenha sido encontrada diferença significativa, após 1 semana de redução das cargas de treinamento, alguns atletas apresentaram um aumento do desempenho aeróbio (supercompensação).

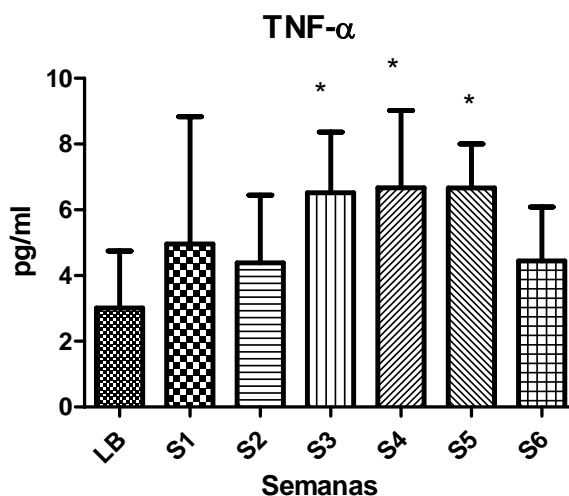
Figura 3- Comparação entre as médias de VO_{2max} (indicadas pelas barras) obtidas no teste 30-15 IFT.



LB = medidas realizadas ao final da linha de base; IT = medidas realizadas ao final de 3 semanas de intensificação de cargas; RC-1 = medidas realizadas ao final da primeira semana do período de redução de cargas. * diferença significativa em relação aos períodos de BL e REC; $P < 0,05$.

Os resultados das análises de $TNF-\alpha$ estão apresentados na figura 4. Foi observado um aumento dos níveis de $TNF-\alpha$ após o período de intensificação de cargas que foi mantido por duas semanas após a redução das cargas de treinamento.

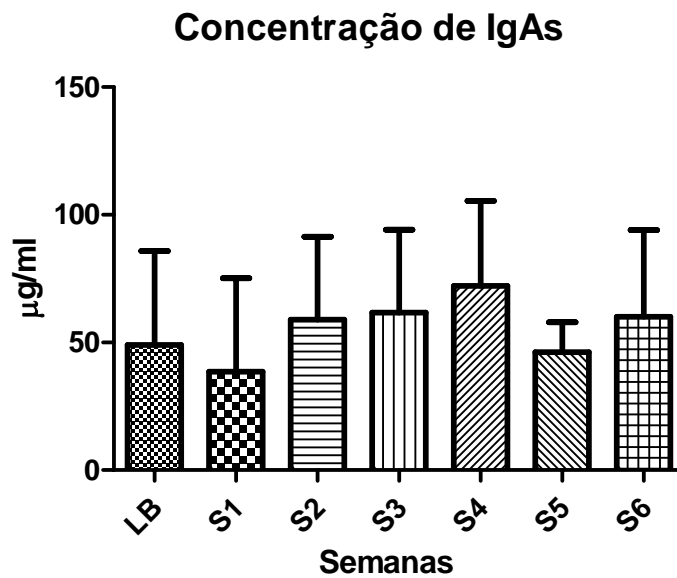
Figura 4- Comparação entre as médias de $TNF-\alpha$ obtidas ao final de cada semana de treinamento.



LB = semana de linha de base; S = semana. * diferença significativa em relação à LB; $P < 0,05$.

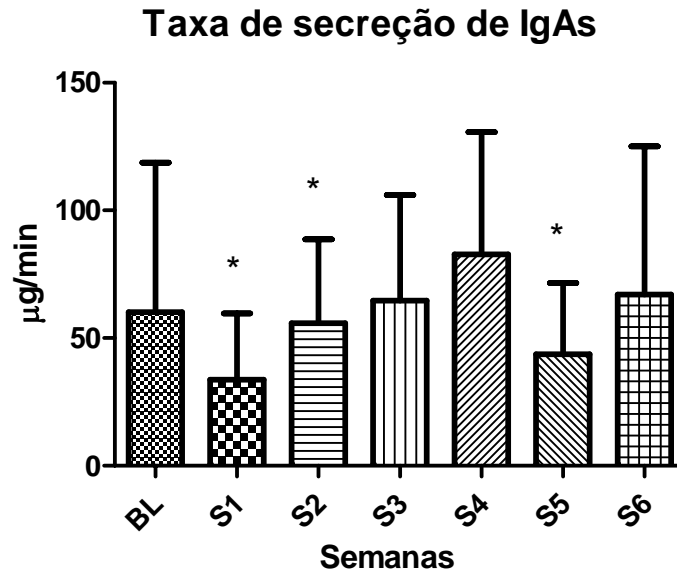
As análises referentes à concentração e taxa de secreção de IgAs podem ser observadas nas figuras 5 e 6. Não foram observadas alterações nas concentrações de IgAs no decorrer do estudo. No entanto, foi observada uma redução da taxa de secreção durante as duas primeiras semanas de treinamento intenso, que foi seguida de um retorno aos valores iniciais e nova queda após 1 semana de redução das cargas de treinamento.

Figura 5- Comparação entre as médias das concentrações de IgAs obtidas ao final de cada semana de treinamento.



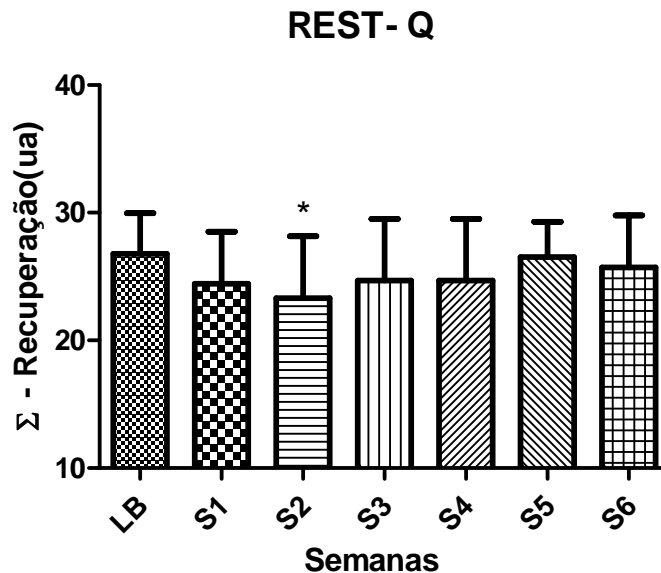
LB = semana de linha de base; S = semana.

Figura 6- Comparação entre as médias dos valores de taxa de secreção de IgAs obtidas ao final de cada semana de treinamento.



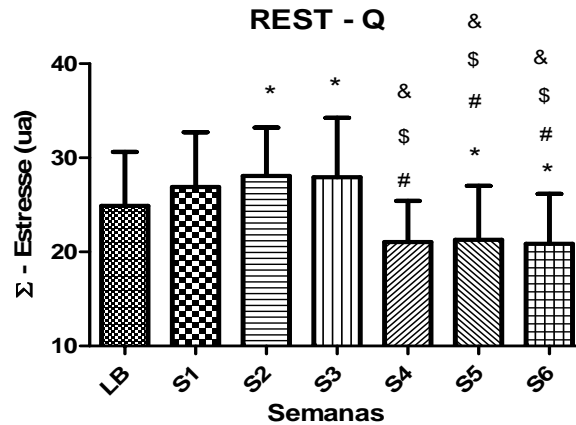
LB = semana de linha de base; S = semana * diferença significativa em relação à LB; $P < 0,05$.

Figura 7- Comparação entre as médias dos escores de Σ - recuperação do REST - Q obtidas ao final de cada semana de treinamento.



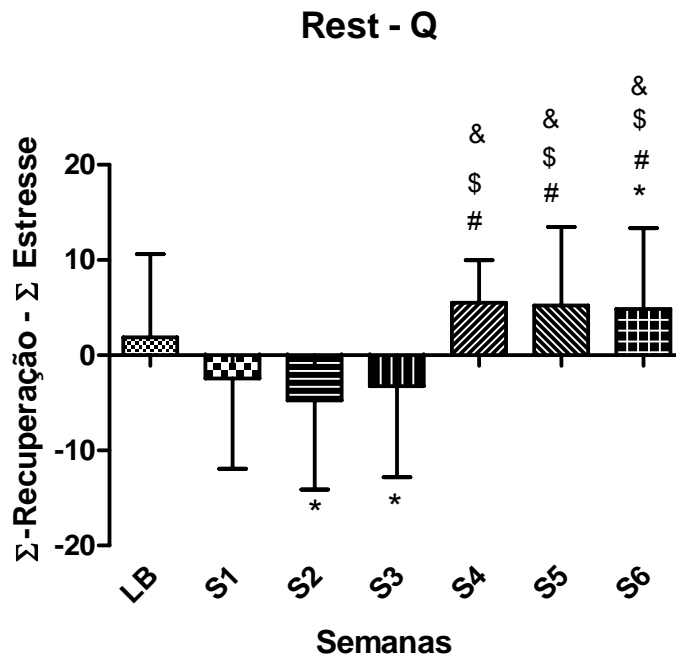
LB = semana de linha de base; S = semana. * diferença significativa em relação à LB; $P < 0,05$.

Figura 8- Comparação entre as médias dos escores de Σ - estresse do REST-Q obtidas ao final de cada semana de treinamento.



LB = semana de linha de base; S = semana. * diferença significativa em relação à LB; # diferença significativa em relação a S1; \$ diferença significativa em relação a S2; & diferença significativa em relação a S3; $P < 0,05$.

Figura 9- Comparação entre as médias dos valores do equilíbrio entre estresse e recuperação



(Σ - recuperação - Σ - estresse) do REST-Q ao final de cada semana de treinamento. LB = semana de linha de base; S = semana. * diferença significativa em relação à LB; # diferença significativa em relação a S1; \$ diferença significativa em relação a S2; & diferença significativa em relação a S3; $P < 0,05$.

Os resultados do questionário REST-Q estão apresentados nas figuras 7, 8 e 9. De um modo geral os resultados das análises demonstram que houve um predomínio dos escores de estresse em relação aos de recuperação após a segunda semana do período de intensificação de cargas, que foi revertida após o período de redução das cargas de treinamento.

Os dados referentes ao comportamento da VFC estão apresentados na tabela 2. Os resultados demonstram que houve uma alteração de alguns dos índices do domínio da frequência, indicando um aumento da atividade parassimpática e uma redução da atividade simpática ao final da primeira semana de treinamento do período de intensificação do treinamento (aumento do HF, redução do LF/HF e LFnu) os quais retornaram os níveis de linha de base ao final da semana seguinte (S2).

Um aumento dos índices do domínio do tempo relacionados à atividade global e parassimpática da VFC foi observado ao final da segunda semana do período de redução de cargas de treinamento (S5) os quais tornaram a regredir aos níveis de linha de base na última semana de treinamento (S6). Além disso, o aumento dos valores de LF sugere um aumento da atividade simpática nessa semana.

Tabela 2– Media e desvio padrão dos índices de VFC obtidos ao final de cada semana de treinamento.

	BL	Semana1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
R-R	952,2 ± 172,5	943,4 ± 95,4	929,0 ± 130,9	972,5 ± 145,9	937,7 ± 142,2	959,3 ± 154,1	956,7 ± 191,3
SDNN	61,9 ± 24,8*	66,2 ± 24,2	59,6 ± 23,1*	69,7 ± 23,2	65,6 ± 20,6	73,3 ± 26,4	64,9 ± 28,9
RMSSD	66,0 ± 40,1*	72,0 ± 30,4	67,8 ± 37,0	73,8 ± 34,6	67,9 ± 33,3	78,5 ± 39,9	71,0 ± 39,8
LF	1856 ± 1001	2503 ± 1684	1618 ± 1345	2770 ± 2503	2513 ± 1796	2735 ± 1540	2032 ± 1434*
HF	1663 ± 1575	2357 ± 2246	1862 ± 1669	1992 ± 1492	1855 ± 1900	2272 ± 2289	1711 ± 1507
LF+HF	3519 ± 2537	4860 ± 3575	3480 ± 2745	4762 ± 3731	4368 ± 3536	5007 ± 3624	3743 ± 2882
LF/HF	1,7 ± 1,1	1,3 ± 0,8 #	1,6 ± 1,8	1,5 ± 1,0	2,1 ± 1,7	1,6 ± 0,8	1,6 ± 1,2
LF_nu	58,5 ± 14,1	54,6 ± 14,9#	50,0 ± 21,9	55,4 ± 14,7	60,2 ± 17,6	56,4 ± 15,8	55,1 ± 15,8
HF_nu	41,5 ± 14,1	45,4 ± 14,9#	50,0 ± 21,9	44,6 ± 14,7	39,8 ± 17,6	43,6 ± 15,8	45,0 ± 15,7

* = Diferenças significativas em relação à Semana 5; # = Diferenças significativas em relação à LB ($P < 0,05$).

7 DISCUSSÃO

O principal objetivo desse estudo foi investigar o efeito das cargas de treinamento sobre a resposta de marcadores biológicos de estresse e sobre o um teste que serviu como indicativo do desempenho aeróbio de atletas de tkd, no intuito de identificar possíveis marcadores de *overreaching* para o controle do treinamento na modalidade.

As cargas de treinamento foram calculadas por meio do método de PSE da sessão.⁽⁵⁾ Estudos prévios demonstraram que esse parece ser um método um válido para a quantificação da carga interna de treinamento em atletas de tkd^(27, 28). As análises referentes à distribuição das cargas de treinamento indicam que o método da PSE de sessão refletiu a periodização planejada pelo treinador, sendo que durante o período projetado pelo para a intensificação das cargas de treinamento e possível indução do *overreaching* os atletas realmente reportaram maiores valores de PSE quando comparados aos períodos de linha da base e de redução de cargas de treinamento (Figura 2).

Para verificarmos se realmente ocorreu o *overreaching* foi aplicado um teste para determinação da potência aeróbia (30-15 IFT) previamente ao período de linha de base e após os períodos de intensificação e de redução das cargas de treinamento. Dentre outras capacidades físicas tidas como importantes para o desempenho na luta de tkd, a potência aeróbia máxima tem sido reconhecida como fundamental para o sucesso na modalidade. Isso pode ser observado pelos valores relativamente altos de VO_{2max} apresentados por atletas de tkd e pela alta demanda cardiovascular observada durante a luta.^(12, 13, 16, 87) Além disso, um recente estudo de Campos *et al.*⁽⁸⁸⁾ observou que a durante uma situação de luta simulada a maior contribuição energética durante o combate se deu pela via aeróbia ($66 \pm 6\%$).

Os resultados das análises do desempenho no teste 30-15 IFT demonstram que ao menos para essa capacidade física, os atletas apresentaram um quadro de *overreaching* funcional, caracterizado pela redução do desempenho no 30-15 IFT ao final do período de intensificação de cargas (semana 3) que retornou aos níveis iniciais após a primeira semana do período de recuperação (semana 4) (Figura 3). Vale ressaltar que embora não tenham sido encontradas diferenças significativas, alguns atletas apresentaram aumento do desempenho aeróbio ao final da primeira semana de recuperação (supercompensação).

Resultados semelhantes aos nossos foram encontrados por Coutts e Reaburn ⁽²⁵⁾ que observaram uma redução do desempenho aeróbio em atletas de rugby após duas semanas de intensificação de seu treinamento que retornou aos valores de linha de base após uma semana de redução das cargas de treino. Coutts *et al.* ⁽³⁵⁾ também observaram uma redução do desempenho aeróbio de triatletas após um período de quatro semanas de intensificação de cargas de treinamento. No entanto, nesse estudo eles reportaram um aumento do desempenho aeróbio acima dos valores de linha de base após duas semanas de redução de cargas.

É possível que os atletas que participaram do nosso estudo tivessem apresentado uma melhora significativa do desempenho aeróbio ao final da segunda ou da terceira semana de redução de cargas (semanas 5 e 6, respectivamente). No entanto novos testes não foram realizados nesse período porque o estresse físico gerado pelos testes poderia ter impacto negativo sobre o desempenho dos atletas durante os treinos desse período, o qual antecedia sua principal competição do ano. É importante destacar que dos 7 atletas que participaram do estudo, 3 conseguiram vaga para equipe olímpica nacional como resultado da competição realizada ao final do experimento.

Em relação aos marcadores biológicos de estresse, as análises sanguíneas demonstraram que os níveis de TNF- α apresentaram um aumento significativo após o período de intensificação das cargas de treinamento (Figura 4). Um comportamento semelhante foi reportado por Main *et al.* ⁽¹¹⁾ que encontraram um aumento dos níveis de TNF- α após um período de 6 semanas de intensificação do treino de endurance em remadores. Dados similares aos nossos também foram apresentados por Farhangimaleki *et al.* ⁽⁶²⁾ os quais também *observaram* um aumento dos níveis de TNF- α após 8 semanas de aumento progressivo da carga de treinamento em atletas de ciclismo. No entanto, alguns estudos foram incapazes de verificar quaisquer alterações nos níveis de TNF- α ao longo de um período de treinamento. ^(36, 61) É possível que parte dessas discrepâncias possam ter ocorrido devido ao menor tempo de exposição às cargas elevadas aplicado nesses experimentos.

Durante o período de redução de cargas de treinamento os resultados de nossas análises demonstraram que os níveis de TNF- α mantiveram-se elevados até o final da segunda semana desse período (semana 5) apesar da queda dos níveis de PSE da sessão semanal (Figura 4). Nós hipotetizamos que as

concentrações de TNF- α possam ter sofrido influência dos traumas sofridos durante a competição realizada ao final da primeira semana de redução das cargas de treinamento, o que pode ter contribuído para manutenção dos níveis elevados de inflamação. Além disso, foi observado um aumento da carga interna de treinamento ao final da segunda semana de treinamento (semana 5) em relação a primeira e a terceira semana do período de redução de cargas, o que também pode ter contribuído para a manutenção dos níveis elevados de TNF- α .

O fato dos níveis de TNF- α permanecerem elevados não influenciou negativamente o desempenho no teste 30-15 IFT ao final da primeira semana de redução de cargas. Farhangimaleki *et al.* ⁽⁶²⁾ reportaram resultados semelhantes tendo encontrado um aumento no desempenho em um teste de contra-relógio de 40 min em ciclistas após uma semana de redução das cargas de treinamento, apesar dos níveis de TNF- α ainda permanecerem elevados. Assim como em nosso estudo, uma redução dos níveis de TNF- α só foi observada após 3 semanas de redução das cargas de treinamento. Halson *et al.* ⁽³⁶⁾ também não verificaram influência das concentrações de TNF- α sobre o desempenho de ciclistas caracterizados em *overreaching* funcional. Esses dados em conjunto com os nossos, parecem sugerir que o comportamento dessa variável não está necessariamente ligado às alterações no desempenho de atletas e, portanto devem ser analisados com cautela especialmente em modalidades onde as lesões por trauma são frequentes.

O comportamento da IgAs frente as alterações nas cargas de treinamento pode ser observado nas figuras 5 e 6. A concentração de IgAs não sofreu alterações ao longo do tempo independente das mudanças na carga interna de treinamento (Figura 5). Dados semelhantes aos nossos foram apresentados por Halson *et al.* (2003), ⁽³⁶⁾ que não encontraram alterações nas concentrações de IgAs ao longo de um protocolo de manipulação de cargas de treinamento ciclistas desenhado para indução do *overreaching*. Uma ausência na alteração das concentrações de IgAs também foi observada ao longo do treinamento de nadadores acompanhados por um período de 6 meses ⁽⁴¹⁾ e após um treinamento 15 semanas de treinamento de atletas da seleção australiana de natação. ⁽⁴⁵⁾ No entanto, outros estudos como os de Glesson *et al.* ⁽⁴²⁾ e Novas *et al.* ⁽⁸⁹⁾ verificaram uma redução das concentrações de IgAs em função do aumento do volume de treinamento durante o treinamento de atletas de alto nível. Uma possível explicação

para as discrepâncias entre os resultados seja o maior tempo de exposição às cargas elevadas aos quais os atletas foram submetidos nesses estudos.

Outros estudos também têm verificado alterações nas concentrações de IgAs após períodos de curtos de treinamento intenso situações onde o estresse físico é a outros fatores estressantes ^(18, 48, 49). Tsai *et al.* ⁽¹⁸⁾ reportaram uma queda nas concentrações de IgAs de atletas de tkd uma semana antes e no dia prévio a participação a um campeonato. Essa queda nas concentrações de IgAs aconteceu paralelamente à uma rápida redução do peso dos lutadores, provavelmente em função do estresse de treinamento somado à restrição calórica e de fluidos que esses atletas se submeteram para conseguirem adequar-se às categorias de peso da competição. Após um período de apenas 24 horas após o campeonato, as concentrações de IgAs tornaram a valores semelhantes aos de linha de base (30 dias antes do campeonato) e 7 e 19 dias após a competição os valores de IgAs foram superiores aos de linha de base.

Infelizmente nós não realizamos medidas de acompanhamento do peso corporal ou do consumo energético em nossos sujeitos e as medidas de IgAs em nosso estudo foram realizadas sempre com um mínimo de 48 horas antecedentes às competições. Desse modo, é possível supor que uma redução das concentrações de IgAs tivesse sido observada se tivéssemos realizado medidas mais próximas do campeonato. Sendo assim, nossos resultados sugerem que a concentração de IgAs não parece refletir bem a carga de treinamento em atletas de tkd e, como base os resultados de Tsai *et al.* ⁽¹⁸⁾ é possível supor que talvez essa seja uma medida mais sensível a outros fatores estressantes como ansiedade prévia ao campeonato e restrição calórica.

Por sua vez, as análises do comportamento da taxa de secreção da IgAs revelaram um padrão de respostas mais coerente com a distribuição das cargas e com o estresse proporcionado pelo treinamento (Figura 6). Foi observada uma redução da taxa de secreção de IgAs durante as duas primeiras semanas do período de intensificação das cargas de treinamento, seguidas de um retorno aos níveis basais ao final da terceira semana desse período. Essa redução da taxa de secreção da IgA em função de um aumento das cargas de treinamento é coerente com os resultados apresentados por Glesson *et al.* ⁽⁴²⁾ e Novas *et al.* ⁽⁸⁹⁾ verificaram uma redução da taxa de secreção de IgA devido o aumento do volume de treinamento.

O retorno dos valores da taxa de secreção da IgAs encontrados ao final do período de intensificação de cargas (semana 3), embora pareça contraditório talvez possa ser explicado por uma melhor adaptação ao estresse proporcionado pelo treinamento durante essa semana, quando comparado à semana anterior (semana 2). Um menor nível de recuperação foi reportado pelos atletas durante a segunda semana de treinamento, o qual retornou aos níveis iniciais ao final da terceira semana (Figura 8).

Durante o período de redução de cargas a taxa de secreção de IgAs manteve-se semelhante aos níveis de linha de base ao final da primeira semana de polimento (semana 4) e tornou a cair ao final da segunda semana, tendo retornado aos níveis de linha de base ao final do polimento (semana 6). Nós acreditamos que essa elevação da taxa de secreção, retornando aos níveis de linha de base, tenha ocorrido em função do polimento e consequente diminuição da carga interna de treinamento aplicada previamente às competições (semanas 4 e 6). Dados semelhantes foram apresentados por Kon *et al.* ⁽⁵¹⁾ que observaram um aumento da taxa de secreção de IgAs após o polimento de patinadores de velocidade. Sobre a redução dos níveis de IgAs que verificamos ao final da segunda semana do período de redução de cargas (semana 5) nós hipotetizamos que tenha ocorrido em função de valores maiores da carga interna de treinamento nessa semana em relação às semanas 4 e 6 (Figura 2).

No que diz respeito à influência do comportamento de ambas as medidas dos níveis de IgAs sobre o desempenho no teste 30-15 IFT, nossos dados parecem indicar que uso da IgAs não parece ser um bom método para acompanhamento das alterações no desempenho aeróbio de atletas de tkd. Halson *et al.* ⁽³⁶⁾ chegaram a conclusões semelhantes, não tendo verificado alterações nas concentrações de IgAs apesar das modificações no desempenho de atletas de ciclismo. Em nosso estudo verificamos que uma redução do desempenho aeróbio dos atletas ocorreu independente do retorno dos valores de taxa de secreção da IgAs aos níveis de linha de base ao final do período de intensificação de cargas o que sugere que a IgAs não parece ser um bom indicador do *overreaching* do desempenho aeróbio em atletas de tkd.

Embora alguns estudos tenham reportado que o incremento das cargas de treinamento pode levar a uma alteração nos índices de VFC, onde em geral observa-se um aumento da atividade simpática e paralelamente uma redução

da atividade parassimpática, ^(77-79, 81) nós não fomos capazes de verificar o mesmo comportamento em nosso estudo. Não foram encontradas diferenças significativas para o comportamento de nenhum dos índices da VFC ao final do período de intensificação de cargas (semana 3) (Tabela 2). Resultados semelhantes aos nossos foram apresentados em outros estudos que não verificaram alterações nos índices de VFC apesar do incremento nas cargas de treinamento. ^(10, 75, 76)

No entanto, ao contrário do que esperávamos, um predomínio da atividade parassimpática foi observado ao final da primeira semana do período de intensificação das cargas de treinamento (LF/HF, LFnu, HFnu; Tabela 2). Recentemente Hellard *et al.* ⁽⁹⁰⁾ verificaram que ocorria aumento do risco do desenvolvimento de ITRS uma semana após o aumento dos valores de índices de VFC relacionados à atividade parassimpática. Embora não tenhamos avaliado o risco do desenvolvimento de ITRS, em nosso estudo nós observamos uma redução dos níveis de IgAs e um aumento dos níveis de TNF- α ao final da segunda semana de treinamento intenso (Figura 6, Figura 4), de modo que é possível especular que esse aumento da atividade parassimpática tenha ocorrido como uma resposta autonômica ao estresse de treinamento, no intuito de preservar a função imunológica e conter a inflamação. ^(90, 91)

Durante o período de redução de cargas nós observamos um aumento de índices da atividade global e parassimpática da VFC (SDNN e RMSSD, respectivamente) após 2 semanas de redução de cargas (semana 5), (Tabela 2). Um comportamento semelhante tem sido verificado em outros estudos, os quais têm reportado um rebote autonômico com predominância vagal após a redução das cargas de treinamento. ^(77-79, 81, 92) Porém, ao contrário desses estudos, nós verificamos um retorno da atividade parassimpática aos níveis iniciais em conjunto com um aumento dos valores de um índice relacionado ao aumento da atividade nervosa simpática ao final do período de redução de cargas (RMSSD; LF; semana 6). Embora nesse período tenhamos observado uma redução na carga interna de treinamento, somada a um melhor equilíbrio entre estresse e recuperação reportado pelos atletas no REST- Q (Figura 2 e 9), nós supomos que isso possa ter acontecido devido um maior nível de ansiedade e estresse emocional em razão da competição principal, uma vez que esses fatores podem induzir a um desequilíbrio autonômico a favor de um predomínio simpático. ^(93, 94)

Quanto à influência dos índices de VFC sobre o desempenho aeróbio, embora alguns estudos tenham demonstrado que o aumento do desempenho aeróbio está relacionado a uma maior atividade parassimpática, ^(95, 96) nossas análises sugerem que as alterações no VO_{2max} dos atletas de tkd podem ocorrer independente de variações na VFC, sugerindo que essa não é uma boa medida para monitoramento do *overreaching* funcional em atletas dessa modalidade. Dados similares aos nossos foram apresentados por Hedelin *et al.* ⁽⁹⁷⁾ e Bosquet *et al.* ⁽⁷⁶⁾ que não verificaram influência do comportamento da VFC sobre o desempenho de atletas em programas de treinamento desenhados para indução do *overreaching*. Porém, vale a pena destacar que em nosso estudo nós não realizamos medidas de desempenho ao final das 2 últimas semanas de treinamento dos atletas (semana 5 e 6) onde é possível que tivéssemos observado um aumento do desempenho aeróbio concomitante ao rebote vagal observado ao final da semana 5 (Tabela 2).

Outra possibilidade de análise seria verificar se apesar da ausência de alterações nos valores médios dos índices de VFC, houve relação entre o desempenho e o percentual de alteração no comportamento da VFC. Isso foi observado por Ataloui *et al.*, ⁽¹⁰⁾ que embora não tenham encontrado mudanças significativas no comportamento da VFC ao longo de um período de treinamento de atletas de natação, reportaram um relação positiva entre a atividade parassimpática e o desempenho numa competição. Nós não realizamos esse tipo de análise por acreditar que em função do número reduzido de sujeito poderíamos chegar a resultados estatísticos inadequados.

Nossas análises revelaram que o REST-Q apresentou um padrão de respostas coerente com as alterações nas cargas de treinamento e do desempenho aeróbio dos atletas de tkd, demonstrando que esse pode ser um método útil para o monitoramento do *overreaching* aeróbio nessa modalidade (Figuras 7, 8 e 9). Foi observada uma redução do equilíbrio entre os scores de estresse e recuperação (\sum recuperação - \sum estresse) a partir da segunda semana de intensificação de cargas, que se elevou acima dos valores de linha de base durante todo o período de redução de cargas (Figura 9). Nossos dados corroboram os de estudos prévios ^(25, 33-35, 63) que têm demonstrado que alterações negativas no REST-Q (aumento do score de estresse e/ou um pior equilíbrio entre os scores de recuperação e estresse) ocorrem paralelamente ao incremento de cargas e redução do desempenho, e que

alterações positivas no questionário (aumento na recuperação e/ou um melhor equilíbrio entre os scores de recuperação e estresse) ocorrem em conjunto a uma redução das cargas de treinamento e aumento do desempenho o que suporta a idéia de que medidas derivadas de testes com base psicofisiológicas podem apresentar resultados mais consistentes e mais sensíveis para o monitoramento do *overreaching* que parâmetros fisiológicos e imunológicos.

8 CONCLUSÃO

O principal achado de nosso estudo foi que o REST-Q pode ser utilizado como uma ferramenta para o monitoramento do *overreaching* aeróbio em atletas de tkd. Embora os parâmetros fisiológicos e imunológicos analisados em nosso estudo tenham apresentado alguma coerência com o padrão de distribuição da carga interna de treinamento, o REST-Q foi o que melhor adequou-se a variação nas cargas de treinamento e foi o único método que mostrou ser sensível às alterações no desempenho no 30-15 IFT. Isso é particularmente interessante uma vez que o REST-Q é um método simples, não invasivo e de baixo custo, o que facilita sua aplicação no decorrer do treinamento dos atletas. Nós sugerimos que novos estudos sejam realizados onde a seja verificada a eficiência do REST-Q e de outros parâmetros no monitoramento do *overreaching* de atletas de tkd mediante a análise não apenas do desempenho aeróbio, mas também de outras variáveis envolvidas no desempenho durante a luta de tkd.

REFERÊNCIAS

1. NAKAMURA F. Y., MOREIRA A., AOKI M. S. Monitoramento da carga de treinamento: A percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável?-doi: 10.4025/reveducfis. V21i1. 6713. **Revista da Educação Física/UEM**. v. 21, n.1, p. 1-11, 2010.
2. MEEUSEN R. et al. Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome. **European Journal of Sport Science**. v. 6, n.1, p. 1-14, 2006.
3. HALSON S. L. ,JEUKENDRUP A. E. Does overtraining exist?: An analysis of overreaching and overtraining research. **Sports Medicine**. v. 34, n.14, p. 967-981, 2004.
4. FOSTER C. et al. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength & Conditioning Research**. v. 15, n.1, p. 109-15, 2001.
5. FOSTER C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 30, n.7, p. 1164-8, 1998.
6. SUZUKI S. et al. Program design based on a mathematical model using rating of perceived exertion for an elite japanese sprinter: A case study. **Journal of Strength & Conditioning Research**. v. 20, n.1, p. 36-42, 2006.
7. LEHMANN M. et al. Autonomic imbalance hypothesis and overtraining syndrome. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 30, n.7, p. 1140, 1998.
8. LIN W. L. et al. Anaerobic capacity of elite taiwanese taekwondo athletes. **Science & sports**. v. 21, n.5, p. 291-293, 2006.
9. GLEESON M. Immune function in sport and exercise. **Journal of Applied Physiology**. v. 103, n.2, p. 693-9, 2007.
10. ATLAOUI D. et al. Heart rate variability, training variation and performance in elite swimmers. **International Journal of Sports Medicine**. v. 28, n.5, p. 394-400, 2007.
11. MAIN L. C. et al. Impact of training on changes in perceived stress and cytokine production. **Research in Sports Medicine**. v. 17, n.2, p. 121-32, 2009.
12. BOUHLEL E. et al. Heart rate and blood lactate responses during taekwondo training and competition. **Science & sports**. v. 21, n.5, p. 285-290, 2006.
13. BRIDGE C. A., JONES M. A., DRUST B. Physiological responses and perceived exertion during international taekwondo competition. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. v. 4, n.4, p. 485-93, 2009.
14. BRIDGE C. A. et al. Heart rate responses to taekwondo training in experienced practitioners. **Journal of Strength & Conditioning Research**. v. 21, n.3, p. 718-23, 2007.

15. MELHIM A. Aerobic and anaerobic power responses to the practice of taekwondo. **British Journal of Sports Medicine**. v. 35, n.4, p. 231, 2001.
16. CHIODO S. et al. Stress related hormonal and psychological changes to official youth taekwondo competitions. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**. vn, p., 2009.
17. PILZ-BURSTEIN R. et al. Hormonal response to taekwondo fighting simulation in elite adolescent athletes. **European Journal of Applied Physiology**. v. 110, n.6, p. 1283-90, 2010.
18. TSAI M. L. et al. Changes of mucosal immunity and antioxidation activity in elite male taiwanese taekwondo athletes associated with intensive training and rapid weight loss. **British Journal of Sports Medicine**. vn, p., 2010.
19. BANISTER E., Modeling elite athletic performance. in: Kinetics, CH. **Physiological testing of elite athletes**. 1991. p. 403-24.
20. EDWARDS S., *High performance training and racing*. 1993, Sacramento, CA: Feet Fleet Press. p. 113-123.
21. SEILER K. S. ,KJERLAND G. O. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: Is there evidence for an "optimal" distribution? **Scandinavian Journal of Medicine Science and Sports**. v. 16, n.1, p. 49-56, 2006.
22. LAMBERT M. ,BORRESEN J. A theoretical basis of monitoring fatigue: A practical approach for coaches. **International Journal of Sports Science and Coaching**. v. 1, n.4, p. 371-388, 2006.
23. MARCORA S. M., BOSIO A., DE MORREE H. M. Locomotor muscle fatigue increases cardiorespiratory responses and reduces performance during intense cycling exercise independently from metabolic stress. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**. v. 294, n.3, p. R874, 2008.
24. IMPELLIZZERI F. M. et al. Use of rpe-based training load in soccer. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 36, n.6, p. 1042-7, 2004.
25. COUTTS A. J. ,REABURN P. Monitoring changes in rugby league players' perceived stress and recovery during intensified training. **Perceptual and Motor Skills**. v. 106, n.3, p. 904-16, 2008.
26. ALEXIOU H. ,COUTTS A. J. A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. **International journal of sports physiology and performance**. v. 3, n.3, p. 320, 2008.
27. PERANDINI L. A. B., *Controle autônomo e quantificação das cargas de treinamento em atletas de elite de taekwondo.*, in *Centro de Educação Física e Esportes*. 2008, Universidade Estadual de Londrina: Londrina.
28. HADDAD M C. A., CASTAGNA C , WONG DEL P , BEHM DG, CHAMARI K. The construct validity of session-rpe during an intensive camp in young male taekwondo athletes. **International journal of sports physiology and performance**. vn, p., ahead of print.

29. KENTTA G. ,HASSMEN P. Overtraining and recovery. A conceptual model. **Sports Medicine**. v. 26, n.1, p. 1-16, 1998.
30. COSTA L. O. P. ,SAMULSKI D. M. Processo de validação do questionário de estresse e recuperação para atletas (restq-sport) na língua portuguesa. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v. 13, n.1, p. 79-86, 2008.
31. KELLMANN M. Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. **Scandinavian Journal of Medicine Science Sports**. v. 20 Suppl 2, n, p. 95-102, 2010.
32. COUTTS A. J., SLATTERY K. M., WALLACE L. K. Practical tests for monitoring performance, fatigue and recovery in triathletes. **Journal of Science and Medicine in Sport**. v. 10, n.6, p. 372-381, 2007.
33. GONZALEZ-BOTO R. et al. Monitoring the effects of training load changes on stress and recovery in swimmers. **Journal of Physiological Biochemistry**. v. 64, n.1, p. 19-26, 2008.
34. FAUDE O. et al. Seasonal changes in stress indicators in high level football. **International Journal of Sports Medicine**. vn, p., 2011.
35. COUTTS A. J., WALLACE L. K., SLATTERY K. M. Monitoring changes in performance, physiology, biochemistry, and psychology during overreaching and recovery in triathletes. **International Journal of Sports Medicine**. v. 28, n.2, p. 125-34, 2007.
36. HALSON S. L. et al. Immunological responses to overreaching in cyclists. **Medice & Science in Sports & Exercise**. v. 35, n.5, p. 854-61, 2003.
37. LAMM M. E. Current concepts in mucosal immunity. Iv. How epithelial transport of iga antibodies relates to host defense. **American Journal of Physiology**. v. 274, n.4 Pt 1, p. G614-7, 1998.
38. TOMASI T. B. et al. Immune parameters in athletes before and after strenuous exercise. **Journal of Clininal Immunology**. v. 2, n.3, p. 173-8, 1982.
39. GLEESON M. ,PYNE D. B. Special feature for the olympics: Effects of exercise on the immune system: Exercise effects on mucosal immunity. **Immunology & Cell Biology**. v. 78, n.5, p. 536-44, 2000.
40. BISHOP N. C. ,GLEESON M. Acute and chronic effects of exercise on markers of mucosal immunity. **Frontiers Bioscience**. v. 14, n, p. 4444-56, 2009.
41. MACKINNON L. T. ,HOOPER S. Mucosal (secretory) immune system responses to exercise of varying intensity and during overtraining. **International Journal of Sports Medicine**. v. 15 Suppl 3, n, p. S179-83, 1994.
42. GLEESON M. et al. Salivary iga levels and infection risk in elite swimmers. **Medice & Science in Sports & Exercise**. v. 31, n.1, p. 67-73, 1999.
43. FRICKER P. A. et al. Exercise-associated hypogammaglobulinemia. **Clinical Journal of Sport Medicine**. v. 9, n.1, p. 46, 1999.

44. FAHLMAN M. M. ,ENGELS H. J. Mucosal iga and urti in american college football players: A year longitudinal study. **Medice & Science in Sports & Exercise**. v. 37, n.3, p. 374-80, 2005.
45. PYNE D. B. et al. Mucosal immunity, respiratory illness, and competitive performance in elite swimmers. **Medice & Science in Sports & Exercise**. v. 33, n.3, p. 348-53, 2001.
46. GLEESON M. et al. Immune status and respiratory illness for elite swimmers during a 12-week training cycle. **International Journal of Sports Medicine**. v. 21, n.4, p. 302-7, 2000.
47. SILVA R. P. et al. Imunoglobulina a salivar (iga-s) e exercício: Relevância do controle em atletas e implicações metodológicas; salivary immunoglobulin a (s-Iga) and exercise: Relevance of its control in athletes and methodological implications. **Revista brasileira de medicina do esporte**. v. 15, n.6, p. 459-466, 2009.
48. TIOLLIER E. et al. Intense training: Mucosal immunity and incidence of respiratory infections. **European Journal of Applied Physiology**. v. 93, n.4, p. 421-8, 2005.
49. MOREIRA A. et al. The impact of a 17 day training period for an international championship on mucosal immune parameters in top level basketball players and staff members. **European Journal of Oral Sciences**. v. 116, n.5, p. 431-437, 2008.
50. HE C. S. et al. Relationships among salivary immunoglobulin a, lactoferrin and cortisol in basketball players during a basketball season. **European journal of applied physiology**. vn, p. 1-7, 2010.
51. KON M. et al. Salivary secretory immunoglobulin a response of elite speed skaters during a competition period. **The Journal of Strength & Conditioning Research**. v. 24, n.8, p. 2249, 2010.
52. PEDERSEN B. K. ,HOFFMAN-GOETZ L. Exercise and the immune system: Regulation, integration, and adaptation. **Physiological Reviews**. v. 80, n.3, p. 1055-81, 2000.
53. SMITH L. L. Tissue trauma: The underlying cause of overtraining syndrome? **Journal of Strength Conditioning Research**. v. 18, n.1, p. 185-93, 2004.
54. SMITH L. L. Cytokine hypothesis of overtraining: A physiological adaptation to excessive stress? **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 32, n.2, p. 317, 2000.
55. SMITH L. L. Overtraining, excessive exercise, and altered immunity: Is this a t helper-1 versus t helper-2 lymphocyte response? **Sports Medicine**. v. 33, n.5, p. 347-364, 2003.
56. ROBSON P. Elucidating the unexplained underperformance syndrome in endurance athletes : The interleukin-6 hypothesis. **Sports Medicine**. v. 33, n.10, p. 771-81, 2003.

57. MOLDOVEANU A. I., SHEPHARD R. J., SHEK P. N. The cytokine response to physical activity and training. **Sports Medicine**. v. 31, n.2, p. 115-44, 2001.
58. REID M. B. ,LI Y. P. Tumor necrosis factor- and muscle wasting: A cellular perspective. **Respiratory research**. v. 2, n.5, p. 269, 2001.
59. ZHANG Z. H. et al. Cardiovascular and renal sympathetic activation by blood-borne tnf-alpha in rat: The role of central prostaglandins. **American Journal of Physiology Regulatory, Integrative & Comparative Physiology**. v. 284, n.4, p. R916-27, 2003.
60. TISDALE M. J. Mechanisms of cancer cachexia. **Physiological reviews**. v. 89, n.2, p. 381, 2009.
61. MAIN L. C. et al. Relationship between inflammatory cytokines and self-report measures of training overload. **Research in Sports Medicine**. v. 18, n.2, p. 127-139, 2010.
62. FARHANGIMALEKI N., ZEHSAZ F., TIIDUS P. M. The effect of tapering period on plasma pro-inflammatory cytokine levels and performance in elite male cyclists. **Journal of Sports Science and Medicine**. v. 8, n, p. 600-606, 2009.
63. BRESCIANI G. et al. Signs of overload after an intensified training. **International Journal of Sports Medicine**. vn, p., 2011.
64. KAZEMI M. et al. Nine year longitudinal retrospective study of taekwondo injuries. **The Journal of the Canadian Chiropractic Association**. v. 53, n.4, p. 272, 2009.
65. AUBERT A. E., SEPS B., BECKERS F. Heart rate variability in athletes. **Sports Medicine**. v. 33, n.12, p. 889-919, 2003.
66. HACKNEY A. C. ,BATTAGLINI C. The overtraining syndrome: Neuroendocrine imbalances in athletes. **Brazilian Journal of Biomotricity**. v. 1, n.2, p. 34-44, 2007.
67. SELYE H. The evolution of the stress concept. **American Scientist**. vn, p., 1973.
68. ARMSTRONG L. E. ,VANHEEST J. L. The unknown mechanism of the overtraining syndrome: Clues from depression and psychoneuroimmunology. **Sports Medicine**. v. 32, n.3, p. 185-209, 2002.
69. FRY A. C. et al. Beta2-adrenergic receptor downregulation and performance decrements during high-intensity resistance exercise overtraining. **Journal of Applied Physiology**. v. 101, n.6, p. 1664-72, 2006.
70. HALSON S. L. ,JEUKENDRUP A. E. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. **Sports Medicine**. v. 34, n.14, p. 967-81, 2004.
71. HEDELIN R. et al. Cardiac autonomic imbalance in an overtrained athlete. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 32, n.9, p. 1531-3, 2000.

72. UUSITALO A. L., UUSITALO A. J., RUSKO H. K. Heart rate and blood pressure variability during heavy training and overtraining in the female athlete. **International Journal of Sports Medicine**. v. 21, n.1, p. 45-53, 2000.
73. MOUROT L. et al. Decrease in heart rate variability with overtraining: Assessment by the poincare plot analysis. **Clinical Physiology and Functional Imaging**. v. 24, n.1, p. 10-8, 2004.
74. HYNYNEN E. et al. Cardiac autonomic responses to standing up and cognitive task in overtrained athletes. **International Journal of Sports Medicine**. v. 29, n.7, p. 552-8, 2008.
75. HEDELIN R. et al. Short-term overtraining: Effects on performance, circulatory responses, and heart rate variability. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 32, n.8, p. 1480-4, 2000.
76. BOSQUET L. et al. Night heart rate variability during overtraining in male endurance athletes. **Journal of sports medicine and physical fitness**. v. 43, n.4, p. 506-512, 2003.
77. PICHOT V. et al. Autonomic adaptations to intensive and overload training periods: A laboratory study. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 34, n.10, p. 1660-6, 2002.
78. PICHOT V. et al. Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 32, n.10, p. 1729-36, 2000.
79. BAUMERT M. et al. Heart rate variability, blood pressure variability, and baroreflex sensitivity in overtrained athletes. **Clinical Journal of Sports Medicine**. v. 16, n.5, p. 412-7, 2006.
80. IELLAMO F. et al. Conversion from vagal to sympathetic predominance with strenuous training in high-performance world class athletes. **Circulation**. v. 105, n.23, p. 2719-24, 2002.
81. GARET M. et al. Individual interdependence between nocturnal activity and performance in swimmers. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 36, n.12, p. 2112-8, 2004.
82. MANZI V. et al. Dose-response relationship of autonomic nervous system responses to individualized training impulse in marathon runners. **American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology**. v. 296, n.6, p. H1733-40, 2009.
83. BUCHHEIT M. et al. Supramaximal training and postexercise parasympathetic reactivation in adolescents. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 40, n.2, p. 362, 2008.
84. GAMELIN F. X., BERTHOIN S., BOSQUET L. Validity of the polar s810 heart rate monitor to measure rr intervals at rest. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 38, n.5, p. 887, 2006.

85. YAMAMOTO Y., HUGHSON R. L., PETERSON J. C. Autonomic control of heart rate during exercise studied by heart rate variability spectral analysis. **Journal of applied physiology**. v. 71, n.3, p. 1136, 1991.
86. TASK FORCE E. N. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task force of the european society of cardiology and the north american society of pacing and electrophysiology. **Circulation**. v. 93, n.5, p. 1043-65, 1996.
87. HELLER J. et al. Physiological profiles of male and female taekwon-do (itf) black belts. **Journal of sports sciences**. v. 16, n.3, p. 243-249, 1998.
88. CAMPOS F. A. D. et al. Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. **European journal of applied physiology**. vn, p. 1-8,
89. NOVAS A. M., ROWBOTTOM D. G., JENKINS D. G. Tennis, incidence of urti and salivary iga. **International Journal of Sports Medicine**. v. 24, n.3, p. 223-9, 2003.
90. HELLARD P. et al. Modeling the association between hr variability and illness in elite swimmers. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 43, n.6, p. 1063, 2011.
91. THAYER J. F. Vagal tone and the inflammatory reflex. **Cleveland Clinic Journal of Medicine**. v. 76 Suppl 2, n, p. S23-6, 2009.
92. IELLAMO F. et al. T-wave and heart rate variability changes to assess training in world-class athletes. **Medicine & Science Sports Exercise**. v. 36, n.8, p. 1342-6, 2004.
93. PORGES S. W. Cardiac vagal tone: A physiological index of stress. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**. v. 19, n.2, p. 225-233, 1995.
94. DAMPNEY R. et al. Central mechanisms underlying short and long term regulation of the cardiovascular system. **Clinical and experimental pharmacology and physiology**. v. 29, n.4, p. 261-268, 2002.
95. BUCHHEIT M. et al. Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. **European journal of applied physiology**. v. 108, n.6, p. 1153-1167, 2010.
96. BUCHHEIT M. ,GINDRE C. Cardiac parasympathetic regulation: Respective associations with cardiorespiratory fitness and training load. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**. v. 291, n.1, p. H451, 2006.
97. HEDELIN R. et al. Short-term overtraining: Effects on performance, circulatory responses, and heart rate variability. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 32, n.8, p. 1480, 2000.

ANEXOS

ANEXO A – VERSÃO TRADUZIDA DO REST-Q 76 SPORT

Código simples: _____ Código do grupo: _____

Nome: _____

Data: _____ Hora: _____ Idade: _____ Sexo: _____

Esporte/situação: _____

Nível educacional: () primeiro grau incompleto () primeiro grau completo
 () segundo grau incompleto () segundo grau completo () superior incompleto () superior completo

 R E S T Q - 76 Sport

Este questionário consiste numa série de afirmações. Estas afirmações possivelmente descreverão seu estado mental, emocional e bem estar físico, ou suas atividades que você realizou **nos últimos 3 dias e noites**.

Por favor, escolha a resposta que mais precisamente demonstre seus pensamentos e atividades. Indicando em qual frequência cada afirmação se encaixa no seu caso nos últimos dias.

As afirmações relacionadas ao desempenho esportivo se referem tanto a atividades de treinamento quanto de competição.

Para cada afirmação existem sete possíveis respostas.

Por favor, faça sua escolha marcando o número correspondente à resposta apropriada.

Exemplo:

Nos últimos (3) dias/noites

... Eu li um jornal

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

Neste exemplo, o número 5 foi marcado. O que significa que você leu jornais muitíssimas vezes nos últimos três dias.

Por favor, não deixe nenhuma afirmação em branco.

Se você está com dúvida em qual opção marcar, escolha a que mais se aproxima de sua realidade.

Agora vire a página e responda as categorias na ordem sem interrupção.

Copyright by M. Kellmann, K.W. Kallus, D. Samulski & L. Costa
University of Bochum (ALE), UFMG (BRA), 2002

Nos últimos (3) dias/noites

1) **...eu vi televisão**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

2) **...eu dormi menos do que necessitava**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

3) **...eu realizei importantes tarefas**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

4) **...eu estava desconcentrado**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

5) **...qualquer coisa me incomodava**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

6) **... eu sorri**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

7) **...eu me sentia mal fisicamente**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

8) **...eu estive de mau humor**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

9) **...eu me sentia relaxado fisicamente**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

10) **...eu estava com bom ânimo**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

11) **...eu tive dificuldades de concentração**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

12) **...eu me preocupei com problemas não resolvidos**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

13) **...eu me senti fisicamente confortável (tranquilo)**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

*Nos últimos (3) dias/noites*14) **...eu tive bons momentos com meus amigos**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

15) **...eu tive dor de cabeça ou pressão (exaustão) mental**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

16) **...eu estava cansado do trabalho**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

17) **...eu tive sucesso ao realizar minhas atividades**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

18) **...eu fui incapaz de parar de pensar em algo (alguns pensamentos vinham a minha mente a todo momento)**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

19) **...eu me senti disposto, satisfeito e relaxado**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

20) **...eu me senti fisicamente desconfortável (incomodado)**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

21) **...eu estava aborrecido com outras pessoas**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

22) **...eu me senti para baixo**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

23) **...eu me encontrei com alguns amigos**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

24) ... **eu me senti deprimido**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

25) ... **eu estava morto de cansaço após o trabalho**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

26) ... **outras pessoas mexeram com meus nervos**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

*Nos últimos (3) dias/noites*27) ... **eu dormi satisfatoriamente**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

28) ... **eu me senti ansioso (agitado)**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

29) ... **eu me senti bem fisicamente**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

30) ... **eu fiquei “de saco cheio” com qualquer coisa**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

31) ... **eu estava apático (desmotivado/lento)**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

32) ... **eu senti que eu tinha que ter um bom desempenho na frente dos outros**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

33) ... **eu me diverti**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

34) ... **eu estava de bom humor**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

35) ... **eu estava extremamente cansado**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

36) ... **eu dormi inquietamente**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

37) ... **eu estava aborrecido**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

38) ... **eu senti que meu corpo estava capacitado em realizar minhas atividades**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

39) ... **eu estava abalado (transtornado)**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

*Nos últimos (3) dias/noites*40) ...**eu fui incapaz de tomar decisões**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

41) ...**eu tomei decisões importantes**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

42) ... **eu me senti exausto fisicamente**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

43) ... **eu me senti feliz**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

44) ... **eu me senti sob pressão**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

45) ... **qualquer coisa era muito para mim**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

46) ... **meu sono se interrompeu facilmente**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

47) ... **eu me senti contente**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

48) ... **eu estava zangado com alguém**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

49) ... **eu tive boas idéias**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

50) ... **partes do meu corpo estavam doloridas**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

51) ... **eu não conseguia descansar durante os períodos de repouso**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

52) ... **eu estava convencido que eu poderia alcançar minhas metas durante a competição ou treino**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

*Nos últimos (3) dias/noites*53) ... **eu me recuperei bem fisicamente**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

54) ... **eu me senti esgotado do meu esporte**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

55) ... **eu conquistei coisas que valeram a pena através do meu treinamento ou competição**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

56) ... **eu me preparei mentalmente para a competição ou treinamento**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

57) ... **eu senti meus músculos tensos durante a competição ou treinamento**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

58) ... **eu tive a impressão que tive poucos períodos de descanso**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

59) ... **eu estava convencido que poderia alcançar meu desempenho normal a qualquer momento**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

60) ... **eu lidei muito bem com os problemas da minha equipe**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

61) ... **eu estava em boa condição física**

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

- | | | | | | | | |
|--|-------|-----------------------|--------------|---------------------|--------------|----------------------|--------|
| | nunca | pouquíssimas
vezes | poucas vezes | metade das
vezes | muitas vezes | muitíssimas
vezes | sempre |
|--|-------|-----------------------|--------------|---------------------|--------------|----------------------|--------|
- 62) **...eu me esforcei durante a competição ou treinamento**
- | | | | | | | | |
|--|-------|-----------------------|--------------|---------------------|--------------|----------------------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | nunca | pouquíssimas
vezes | poucas vezes | metade das
vezes | muitas vezes | muitíssimas
vezes | sempre |
- 63) **...eu me senti emocionalmente desgastado pela competição ou treinamento**
- | | | | | | | | |
|--|-------|-----------------------|--------------|---------------------|--------------|----------------------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | nunca | pouquíssimas
vezes | poucas vezes | metade das
vezes | muitas vezes | muitíssimas
vezes | sempre |
- 64) **... eu tive dores musculares após a competição ou treinamento**
- | | | | | | | | |
|--|-------|-----------------------|--------------|---------------------|--------------|----------------------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | nunca | pouquíssimas
vezes | poucas vezes | metade das
vezes | muitas vezes | muitíssimas
vezes | sempre |
- 65) **... eu estava convencido que tive um bom rendimento**
- | | | | | | | | |
|--|-------|-----------------------|--------------|---------------------|--------------|----------------------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | nunca | pouquíssimas
vezes | poucas vezes | metade das
vezes | muitas vezes | muitíssimas
vezes | sempre |

Nos últimos (3) dias/noites

- 66) **... muito foi exigido de mim durante os períodos de descanso**
- | | | | | | | | |
|--|-------|-----------------------|--------------|---------------------|--------------|----------------------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | nunca | pouquíssimas
vezes | poucas vezes | metade das
vezes | muitas vezes | muitíssimas
vezes | sempre |
- 67) **...eu me preparei psicologicamente antes da competição ou treinamento**
- | | | | | | | | |
|--|-------|-----------------------|--------------|---------------------|--------------|----------------------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | nunca | pouquíssimas
vezes | poucas vezes | metade das
vezes | muitas vezes | muitíssimas
vezes | sempre |
- 68) **...eu quis abandonar o esporte**
- | | | | | | | | |
|--|-------|-----------------------|--------------|---------------------|--------------|----------------------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | nunca | pouquíssimas
vezes | poucas vezes | metade das
vezes | muitas vezes | muitíssimas
vezes | sempre |
- 69) **...eu me senti com muita energia**
- | | | | | | | | |
|--|-------|-----------------------|--------------|---------------------|--------------|----------------------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | nunca | pouquíssimas
vezes | poucas vezes | metade das
vezes | muitas vezes | muitíssimas
vezes | sempre |
- 70) **...eu entendi bem o que meus companheiros de equipe sentiam**
- | | | | | | | | |
|--|-------|-----------------------|--------------|---------------------|--------------|----------------------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | nunca | pouquíssimas
vezes | poucas vezes | metade das
vezes | muitas vezes | muitíssimas
vezes | sempre |
- 71) **... eu estava convencido que tinha treinado bem**
- | | | | | | | | |
|--|-------|-----------------------|--------------|---------------------|--------------|----------------------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | nunca | pouquíssimas
vezes | poucas vezes | metade das
vezes | muitas vezes | muitíssimas
vezes | sempre |
- 72) **...os períodos de descanso não ocorreram nos momentos corretos**
- | | | | | | | | |
|--|-------|-----------------------|--------------|---------------------|--------------|----------------------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | nunca | pouquíssimas
vezes | poucas vezes | metade das
vezes | muitas vezes | muitíssimas
vezes | sempre |
- 73) **... eu senti que estava próximo de me machucar**
- | | | | | | | | |
|--|-------|-----------------------|--------------|---------------------|--------------|----------------------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | nunca | pouquíssimas
vezes | poucas vezes | metade das
vezes | muitas vezes | muitíssimas
vezes | sempre |

74) **...eu defini meus objetivos para a competição ou treinamento**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

75) **...meu corpo se sentia forte**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

76) **... eu me senti frustrado pelo meu esporte**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

77) **... eu lidei bem com os problemas emocionais dos meus companheiros de equipe**

0	1	2	3	4	5	6
nunca	pouquíssimas vezes	poucas vezes	metade das vezes	muitas vezes	muitíssimas vezes	sempre

Muito Obrigado!