

Alessandro Siqueira Rodrigues

**MARCADORES BIOQUÍMICOS, FISIOLÓGICOS E  
PSICOLÓGICOS NO OVERTRAINING:  
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2017

Alessandro Siqueira Rodrigues

**MARCADORES BIOQUÍMICOS, FISIOLÓGICOS E  
PSICOLÓGICOS NO OVERTRAINING:  
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Educação Física da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Preparação Física e Esportiva.

Orientação: Prof<sup>a</sup> Dra. Kátia Lemos.

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2017

## RESUMO

O treinamento desportivo de atletas é um processo de sobrecarga progressiva que leva a uma melhora no desempenho. Porém, a intensidade, o volume e o tempo de recuperação entre as sessões sucessivas do treino são fatores que podem determinar resultados positivos como aprimoramento da condição física e dos resultados negativos como *overtraining*. O *overtraining* pode ser evitado pelo monitoramento dos efeitos do treinamento através de variáveis bioquímicas, fisiológicas e psicológicas. O objetivo deste estudo de revisão é apresentar e analisar a partir dos dados da literatura especializada, a fidedignidade dos marcadores bioquímicos, fisiológicos e psicológicos no *overtraining*. O método utilizado foi uma revisão bibliográfica de estudos publicados a partir de 2005 e para a busca utilizou-se os bancos de dados Scielo, Bireme e Medline/PubMed. Sete estudos de revisão foram selecionados. Os estudos pesquisados mostram que não há consenso sobre a eficiência de alguns marcadores, mas quando analisados, correlacionando-os, pode-se ajudar na prevenção do *overtraining* e fazer parte da estratégia de treinamento. Há necessidade de outros estudos acerca deste tema e padronização de protocolos de alguns testes.

**Palavras-Chave:** *Overtraining*. Marcadores. Treinamento.

## **ABSTRACT**

Sports training for athletes are a process of progressive overload that leads to an improvement in performance. However, the intensity, volume, and recovery time between successive training sessions are factors that can determine the positive results like improvement of the physical condition and the negative results like overtraining. Overtraining can be avoided by monitoring the effects of training through biochemical, physiological and psychological variables. The objective this review study is to present and analyze from the data of the specialized literature, the reliability of the biochemical, physiological and psychological markers in overtraining. The method used was a bibliographical review of studies published from 2005 and for the search was used the databases Scielo, Bireme and Medline/PubMed. Seven review studies were selected. In the studies surveyed, there is no consensus about the efficiency of some markers, but when analyzed correlating them, one can help prevent overtraining and be part of the training strategy. There is a need for further studies on this topic and standardization of protocols for some tests.

**Keywords:** Overtraining. Markers. Training.

## SUMÁRIO

|                                          |           |
|------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>               | <b>5</b>  |
| 1.1 Objetivo .....                       | 7         |
| <b>2. DESENVOLVIMENTO .....</b>          | <b>8</b>  |
| 2.1 Revisão da Literatura .....          | 8         |
| 2.2 Metodologia .....                    | 12        |
| <b>3. RESULTADOS .....</b>               | <b>15</b> |
| <b>4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b> | <b>17</b> |
| <b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>     | <b>22</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                 | <b>24</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

O treinamento desportivo de atletas de elite é um processo de sobrecarga progressiva usado para perturbar a homeostase e que resulta em fadiga e, posteriormente, em uma supercompensação, levando a uma melhora no desempenho (MIRANDA; BARA FILHO, 2008). Este processo é, entretanto, fonte causadora de estresse em consequência de fatores psicofisiológicos (KETTÄ; HASSMÉN, 1998).

O treinamento bem sucedido deve envolver sobrecarga, mas também deve evitar a combinação de sobrecarga excessiva com recuperação inadequada. Por isso, é fundamental que haja um período suficiente de recuperação para a ocorrência de supercompensação (MEEUSEN et al., 2013; GARET et al., 2004).

O processo de intensificação de treinamento é comumente usado em atletas como tentativa de melhorar o desempenho. Consequentemente, o atleta pode sentir fadiga e diminuição do desempenho como resultado de sessões intensas de treinamento ou um intenso período de treinamento. A fadiga aguda no período de repouso adequado pode ser seguida de uma adaptação ou melhoria positiva do desempenho e é a base de programas de treinamento eficazes (SMITH, 2003).

Os profissionais que trabalham com os atletas durante as sessões de treinamento, devem preocupar-se com a intensidade, o volume e o tempo de recuperação entre as sucessivas sessões de treino, já que estes são fatores que podem determinar resultados positivos que aprimoram a condição física dos atletas, mas também tem resultados negativos, com efeitos deletérios (MEEUSEN et al., 2013).

O estresse provocado pelos treinamentos e a recuperação inadequada, podem acarretar reações negativas quando as cargas impostas são incompatíveis com a capacidade de resposta do atleta; uma formação de resposta anormal pode ocorrer e um estado de *overreaching* (OR) pode se desenvolver (MEEUSEN et al., 2013; ROGERO; MENDES; TIRAPEGUI, 2005; SMITH, 2003).

O *overreaching* (OR) é um processo de acúmulo de treinamento e estresse, resultando na queda de desempenho em curto prazo, com ou sem alterações fisiológicas e de sinais e sintomas psicológicos de má adaptação, no qual o restabelecimento da capacidade de desempenho pode ser de dias a semanas (KREIDER; FRY; O'TOOLE, 1998). O OR pode ainda ser entendido como parte do processo da supercompensação, e é frequentemente usado por atletas durante um ciclo de treinamento para melhoria do desempenho (MEEUSEN et al., 2013; PURGE; JÜRIMÄE; JÜRIMÄE, 2006). Nessa situação, as respostas compensarão o estresse relacionado ao treinamento.

Essa forma de OR de curto prazo também pode ser chamada de *Overreaching Funcional* (FOR) (MEEUSEN et al., 2013). Quando este treinamento intensificado continua, o atleta pode evoluir para um estado de extrema OR ou *Overreaching não Funcional* (NFOR) que irá diminuir seu desempenho por várias semanas ou meses. No entanto, eventualmente, este atleta será capaz de recuperar completamente após descanso suficiente (MEEUSEN et al., 2013).

Já o *Overtraining* (OT) é um processo de acúmulo de treinamento e estresse, resultando em diminuição em longo prazo no desempenho, com ou sem alterações fisiológicas e sinais e sintomas psicológicos de má adaptação, quando a restauração da capacidade de desempenho pode levar vários meses ou anos (KREIDER; FRY; O'TOOLE, 1998). O OT é uma síndrome complexa que resulta em desequilíbrio entre o estresse do treinamento e outros estressores psicossociais (trabalho, equipe, treinador, familiares), mas o principal fator causal é a baixa qualidade de recuperação (KENTTÄ; HASSMÉN, 1998; KELLMAN, 2002). Usa-se a expressão Síndrome de *Overtraining* (OTS) para enfatizar a etiologia multifatorial e não apenas a carga intensa de treinamento e a recuperação inadequada são fatores únicos que influenciam no processo.

A distinção entre NFOR e Síndrome de *Overtraining* (OTS) não é determinada pela gravidade dos sintomas, mas pela duração do tempo necessário para a recuperação que, atualmente, é identificada mais facilmente após o repouso completo (MEEUSEN et al., 2013).

Nesta fase, os primeiros sinais e sintomas são: queda de desempenho, diminuição do vigor e aumento da fadiga, podendo ocorrer também infecções do trato respiratório superior, imunossupressão, percepção de pernas pesadas, fadiga generalizada, distúrbios do sono e do apetite, aumento da percepção subjetiva do esforço e alterações da frequência cardíaca (SMITH, 2003; GLEESON, 2002; KENTTÄ; HASSMÉN, 1998).

Os sintomas associados ao OT podem ser divididos em quatro categorias de avaliação: psicológicos, fisiológicos, bioquímicos e imunológicos (SMITH, 2003; KENTTÄ; HASSMÉN, 1998). Assim, fazem-se necessários instrumentos diagnósticos precisos e confiáveis para identificar o OT, para que as intervenções de recuperação possam ser implementadas e evitar consequências negativas.

Busca-se com esse estudo, contribuir para a fundamentação de treinadores e/ou preparadores físicos que atuam no esporte de alto rendimento.

## 1.1 OBJETIVO

O objetivo deste estudo de revisão é apresentar e analisar a partir dos dados da literatura especializada, a fidedignidade dos marcadores bioquímico, fisiológico e psicológico no *overtraining*.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com Freitas, Miranda e Bara Filho (2009), o *overreaching* e o *overtraining* são processos nos quais o atleta apresenta uma queda de rendimento esportivo; no *overreaching* o atleta consegue se recuperar rapidamente em, no máximo, duas semanas, já no *overtraining* o período de sua recuperação pode ser muito maior, podendo durar vários meses ou anos.

Os autores informam que a síndrome do *overtraining* também está associada ao esgotamento, pois o atleta que apresenta esse problema tem dificuldades para manter o treinamento e, conseqüentemente, tem queda de desempenho, podendo apresentar infecção no trato respiratório superior, imunossupressão, pernas pesadas, fadiga, aumento da percepção do esforço, alterações na frequência cardíaca, alterações no sistema nervoso autônomo, distúrbios do sono e do apetite, do humor, depressão, etc.

A pesquisa para o desenvolvimento desse estudo mostrou poucos trabalhos descrevendo o que seja o processo do *overtraining* e como se desenvolvem as adaptações positivas e negativas das cargas de treinamento, mas o que ficou claro foram alguns processos como monotonia de treinamentos, excesso de pressão, grande número de competições que fazem o atleta sofrer *overtraining*. Entretanto, o principal fator é a recuperação inadequada (FREITAS; MIRANDA; BARA FILHO, 2009).

Segundo informam Cunha, Ribeiro e Oliveira (2006), o treinamento esportivo visa aumentar e melhorar o desempenho físico do indivíduo; esse treinamento costuma ser diário e intenso e quando a intensidade, a duração e a carga de trabalho diário dos exercícios são apropriadas, ocorrem adaptações fisiológicas positivas. Mas sabe-se que a divisória entre o desempenho satisfatório e sua diminuição em face do *overtraining*, é uma linha muito tênue, quase imperceptível que o treinador e o atleta nem sempre percebem. Apenas quando os sintomas começam aparecer, mas

quando o *overtraining* já se acha instalado é que os indivíduos se dão conta do ocorrido.

Ainda segundo esses autores, já foram realizados muitos estudos sobre o *overtraining*, buscando descobrir suas causas, sintomas, hipóteses e marcadores para sua identificação, entretanto, a maioria desses estudos não foi pesquisa de campo e, devido a esse fato, não existem muitas informações obtidas diretamente de atletas e treinadores sobre os sintomas iniciais e posteriores ao aparecimento do *overtraining* e também sobre quais são os principais marcadores que poderiam preveni-lo.

De acordo com Cunha, Ribeiro e Oliveira (2006), não existe atualmente, um marcador único que prevê o aparecimento do *overtraining* e que a diminuição do desempenho físico é o principal deles. São muitos os marcadores utilizados para se obter resposta para sua prevenção, entre eles, estão os marcadores hormonais, bioquímicos, imunes, psicológicos e o estresse oxidativo que servem para dar informações relevantes a um diagnóstico final.

Sabe-se que existe risco contínuo de desequilíbrio entre treinamento e recuperação e que o OT é um problema comum entre atletas de alta performance: 6% dos corredores de longa distância, 21% dos nadadores australianos e mais de 50% dos jogadores de futebol têm sido diagnosticados com OT e estima-se que 70% dos atletas de *endurance* de alto nível tenham entrado em OT durante suas carreiras. Atualmente, de acordo com Cunha, Ribeiro e Oliveira (2006), o único tratamento conhecido é a diminuição dos treinamentos ou o repouso completo por um determinado período, pois o atleta que desenvolveu OT deve ficar de repouso completo por 6 a 12 semanas. Entretanto, segundo os autores, são muito poucos os marcadores confiáveis que servem para diagnosticar o OT.

Essa pesquisa tratou apenas dos marcadores bioquímicos, fisiológicos e psicológicos.

A medição da creatina quinase (CK) é utilizada como uma ferramenta que identifica estágios recentes de lesão muscular. Em atletas cuja modalidade esportiva

predomina atividades excêntricas, não apresentam grandes aumentos nos níveis de CK devido uma adaptação ao treinamento, apesar de terem dores musculares, elas podem ter origem em inflamações ou lesões no tecido muscular conjuntivo (CUNHA; RIBEIRO; OLIVEIRA, 2006).

O lactato sanguíneo é um dos marcadores bioquímicos mais utilizados nas atividades esportivas para detectar as causas de fadiga muscular, principalmente (CUNHA; RIBEIRO; OLIVEIRA, 2006). Segundo esses autores, trata-se de um método bastante utilizado como indicador de desempenho físico e prescrição do tipo de treinamento. Atualmente, muitos métodos são utilizados para determinar o lactato sanguíneo em um atleta, mas ainda não existe um consenso internacional sobre qual seria o melhor método para determinar seu limiar.

O lactato sanguíneo responde ao exercício de forma a identificar vários parâmetros: aptidão aeróbia, limiar de lactato, limiar anaeróbio individual, lactato mínimo e a fase máxima e estável do lactato, fatores esses que costumam ser usados para referenciar a prescrição e o controle de intensidades do treinamento físico e os diferentes protocolos que avaliam a corrida, o ciclismo e a natação, além dos exercícios que exigem mais resistência (CUNHA; RIBEIRO; OLIVEIRA, 2006).

Os marcadores psicológicos servem para alertar aqueles que pensam que um atleta só precisa de bom preparo físico e uma técnica apropriada para alcançar os resultados desejados. Os aspectos psicológicos são fundamentais para o desempenho esportivo, pois aqueles que sabem manejar suas emoções estarão a frente em qualquer competição. De acordo com Meeusen et al. (2013), se o atleta trabalha bem seus pensamentos disfuncionais, sua concentração, autoconfiança, sua motivação e é capaz de se manter calmo, ele será capaz de aumentar seu rendimento em treinos e competições. Porém, para alcançar esse nível, a despeito dos momentos difíceis que todo atleta pode passar um dia, como problemas em sua vida pessoal e com sua família, sofrer lesões, atritos com companheiros de equipe, problemas financeiros, ele precisará da ajuda do psicólogo do esporte, cujo atendimento com atletas de alto nível pode ser com o grupo todo ou pessoal.

São vários os autores que ao tratarem dos marcadores psicológicos, inclusive Meeusen et al. (2013), que citam o que ocorre em competições de alto nível e rendimento, como Olimpíadas, costumam surpreender atletas e público quando vitórias tidas como certas escapam inexplicavelmente, mesmo para aqueles extremamente bem preparados. E qual a resposta para esse "Porquê"? As explicações podem ser várias, mas uma das principais é a falta de preparação psicológica de atletas e equipes. O que ocasiona essa falha no último momento é a dificuldade de lidar com pressões em busca de resultados ansiosamente aguardados pelo público, pela família, pelas federações, pelos treinadores e, claro, pelo atleta que falha no último instante.

A dificuldade em lidar com as pressões em busca de resultados cada vez mais expressivos pode ser a principal responsável por uma performance fraca. E, nesta hora, o papel do psicólogo do esporte, especialista em "treinamento" das emoções de esportistas é muito importante. A psicologia do esporte estuda dois objetivos: o de tentar entender como os fatores psicológicos afetam o desempenho físico de um indivíduo e o de entender como a participação em esportes e exercícios afeta o desenvolvimento psicológico, a saúde e o bem-estar de uma pessoa.

De acordo com Meeusen et al. (2013), com Miranda e Bara Filho (2008), a Federação Europeia de Associações de Psicologia do Esporte (FEPSAC), do American College of Sports Medicine e do *European College of Sport Science*, a psicologia do esporte está direcionada aos fundamentos psicológicos, aos processos e às consequências da regulação psicológica das atividades esportivas de uma ou mais praticantes. Portanto, de acordo com os autores citados acima, a psicologia do esporte e do exercício é o estudo científico de pessoas e seus comportamentos dentro do contexto esportivo e dos exercícios físicos e a aplicação desses conhecimentos.

As práticas da Psicologia do Esporte não se aplicam somente para dirimir situações extremas, como a de um atleta em depressão profunda, ou com qualquer outro problema psicológico crítico, esse tipo de trabalho pode ser feito para a melhoria da performance do atleta em busca do seu desenvolvimento. Os marcadores psicológicos podem ser assim definidos: iniciativa própria, compreensão, confiança,

individualidade, disciplina, método de ação, economia de tempo para exercícios e treinamentos, integração, aconselhamento, sucesso e motivação (MIRANDA; BARA FILHO, 2008).

Os principais objetivos do treinamento psicológico podem ser entendidos como: desenvolvimento das capacidades psíquicas do rendimento, criação de um bom estado emocional durante os treinos e competições e, finalmente, desenvolvimento de uma boa qualidade de vida de atletas, técnicos e outras pessoas envolvidas no esporte.

Os objetivos principais podem ser alcançados com medidas psicológicas de treinamento: (i) melhoria planejada e sistemática das capacidades e habilidades psíquicas individuais do rendimento; (ii) estabilização e otimização do comportamento na competição; (iii) aceleração e otimização de processos de recuperação e regeneração psicológica; (iv) otimização dos processos de comunicação social (MEEUSEN et al., 2013; MIRANDA; BARA FILHO, 2008).

Os autores explicam que no treinamento psicológico, deveriam ser considerados os seguintes princípios éticos: (i) a participação no treinamento psicológico deve acontecer por interesses próprio e sem pressão externa, principalmente, como é o caso de alguns esportes como o tênis, da família; (ii) antes de aplicar o treinamento psicológico, deve-se informar os atletas sobre seus objetivos, métodos, indicações e efeitos; (iii) 3) os métodos aplicados no treinamento psicológicos devem ser cientificamente aprovados; (iv) o treinamento psicológico deve contribuir para o desenvolvimento da personalidade e desenvolver saúde, bem-estar, autodeterminação e responsabilidade social.

## 2.2 METODOLOGIA

Essa pesquisa utiliza a revisão bibliográfica para sua construção. Para a busca utilizou-se os bancos de dados Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (BIREME), o da MEDLINE/PubMed e Scientific Electronic Library Online (SciELO). As palavras-chaves tiveram como referência os Descritores

em Ciências da Saúde (DeCS), nos idiomas português e inglês, respectivamente, marcador bioquímico, marcador fisiológico, marcador psicológico, sobretreinamento e suas similaridades em inglês biochemical markers, biomarkers, physiological markers, psychological markers e *overtraining*.

O tipo de pesquisa aqui utilizado é a bibliográfica, pois essa modalidade teórica pressupõe que se irá trabalhar com um arsenal bibliográfico suficiente e de excelente qualidade para se aproximar dos problemas, sustentando a abordagem de seu objeto.

De acordo com Gil (2007), a pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas e publicadas em meios impressos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Porém, algumas pesquisas, como esta que aqui se desenrola, se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, pois procuram referências teóricas publicadas objetivando recolher informações ou conhecimentos prévios sobre algum problema a respeito do qual se procura a resposta (GIL, 2007)

Para Gil (2007), os exemplos mais característicos desse tipo de pesquisa são investigações sobre ideologias ou as que se propõem analisar as diversas posições acerca de um problema, o qual no caso desse estudo, investiga os marcadores bioquímicos, fisiológicos e psicológicos no *overtraining* em atletas. Segundo o autor, as técnicas de coleta de dados são instrumentos de levantamento de dados e informações, visando analisar e explicar os aspectos teóricos pesquisados.

Os critérios de inclusão dos dados pesquisados foram: estudos publicados a partir de 2005, estudos realizados com atletas homens e/ou mulheres e sem restrição de idade, estudos de revisão e estudos que abordavam apenas marcadores bioquímicos, fisiológicos e psicológicos.

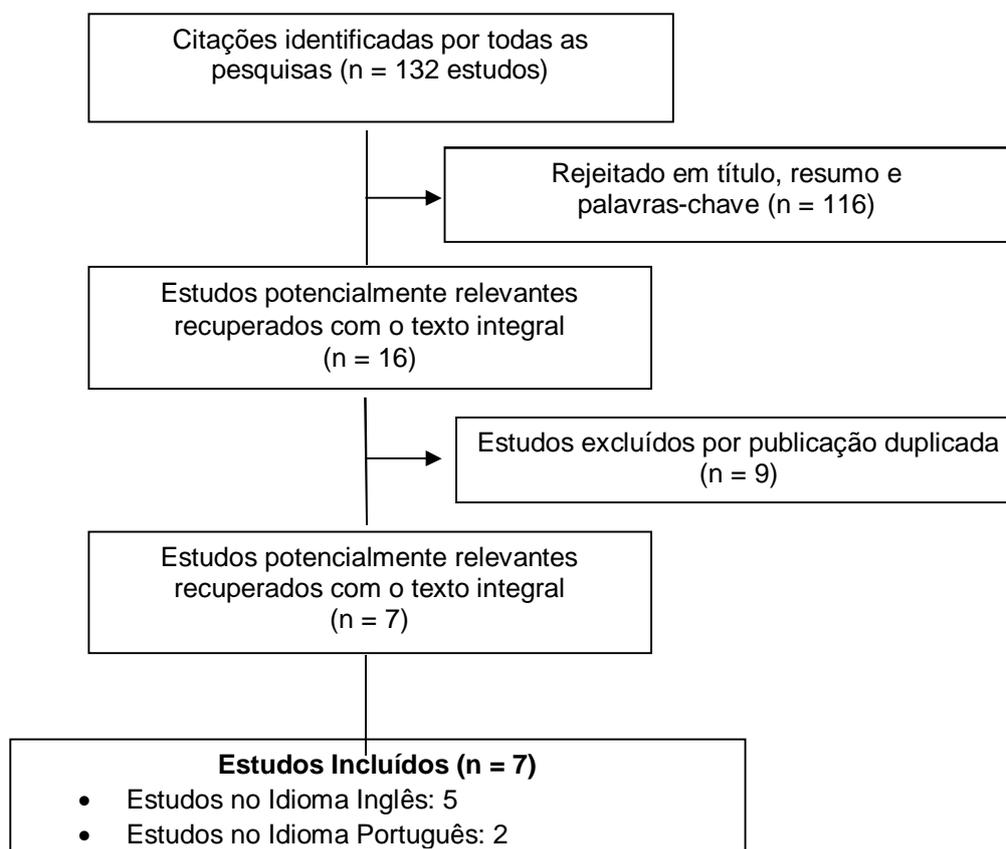
Os critérios de exclusão dos estudos foram: estudos que não foram realizados com atletas, que não tenham estudado o *overtraining*, estudos que não foram publicados em revistas científicas, estudos anteriores a 2005, estudos que não eram de revisão, estudos que não apresentavam textos completos e estudos que abordavam outros marcadores.

### 3. RESULTADOS

A produção deste artigo foi embasada em 16 artigos previamente selecionados e especificados quanto ao assunto estudado. Dentre os 132 estudos levantados previamente, foram excluídos 116 deles após leitura do título, do resumo e das palavras-chaves.

Na busca eletrônica nos bancos de dados, usando as palavras descritas na metodologia desse estudo e as suas combinações, foram encontrados 132 estudos, sendo que, dos 16 estudos restantes, nove foram excluídos por apresentarem duplicidade na publicação, permanecendo sete estudos considerados relevantes para a pesquisa, apesar de terem sido lidos, aproveitados e citados outros 13 para leitura na íntegra. Ao final da busca e leitura dos artigos, os sete estudos relevantes foram selecionados, sendo 5 no idioma inglês e 2 no idioma português (Figura 1). As descrições dos estudos considerados relevantes se encontram no Quadro 1.

**Figura 1** . Fluxograma com resultados da busca realizada nas bases de dados



FONTE: dados da pesquisa.

**Quadro 1** É Relação dos artigos de revisão selecionados por sua relevância

| Autores                                                 | Título                                                                                                                                                                             | Ano  |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| CARFAGNO, D. G.;<br>HENDRIX, J. C.                      | Overtraining syndrome in the athlete: current clinical practice.                                                                                                                   | 2014 |
| CUNHA, G. dos S.;<br>RIBEIRO, J. L.;<br>OLIVEIRA, A. R. | Sobretreinamento: teorias, diagnóstico e marcadores.                                                                                                                               | 2006 |
| FREITAS, D. S. de.;<br>MIRANDA, R.; BARA<br>FILHO, M.   | Marcadores psicológico, fisiológico e bioquímico para determinação dos efeitos da carga de treino e do overtraining.                                                               | 2009 |
| MEEUSEN, R. et al.                                      | Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. | 2013 |
| NEDERHOF, E. et al.                                     | Psychomotor speed. Possibly a new marker for overtraining syndrome.                                                                                                                | 2006 |
| PALACIOS, G. et al.                                     | Biomarkers of physical activity and exercise.                                                                                                                                      | 2015 |
| PURVIS, D.;<br>GONSALVES, S.;<br>DEUSTER, P. A          | Physiological and psychological fatigue in extreme conditions: overtraining and elite athletes.                                                                                    | 2010 |

FONTE: dados da pesquisa.

#### 4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O diagnóstico definitivo da Síndrome de Overtraining (OTS) é difícil porque as causas são desconhecidas. Porém, um diagnóstico pode ser feito excluindo outras doenças que degradam o desempenho e o humor (PURVIS; GONSALVES; DEUSER, 2010). Dentre essas doenças incluem: anemia, infecções virais, depressão, abuso de drogas, diabetes, distúrbios da tireoide, transtorno alimentar, hepatite e doenças cardiovasculares (CARFAGNO; HENDRIX, 2014; PURVIS; GONSALVES; DEUSTER, 2010).

Excluindo as causas orgânicas dos sintomas do atleta, instrumentos de avaliação (marcadores) podem ser considerados no diagnóstico da OTS (PURVIS; GONSALVES; DEUSTER, 2010). Muitas alterações bioquímicas, fisiológicas e psicológicas podem estar presentes na OTS e podem ser eventualmente úteis no diagnóstico (CARFAGNO; HENDRIX, 2014).

O marcador ideal deve ser fácil de medir, minimamente invasivo, acessível e ser objetivo e sensível à carga de treinamento e não afetado por outros fatores, como a dieta (PURVIS; GONSALVES; DEUSTER, 2010). Idealmente, o marcador deve ser derivado de exercício submáximo ou padronização de exercícios de curta duração. No entanto, nenhuma das opções atualmente disponíveis ou sugeridas de marcadores satisfaz todos estes critérios (CARFAGNO; HENDRIX, 2014).

O estudo de Carfagno *et al* (2014) evidencia a creatina quinase (CK), variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e lactato sanguíneo como marcadores que mostram alguma promessa como parte de um grupo de testes para identificar OTS numa fase inicial. Já os estudos de Purvis, Gonsalves e Deuster (2010) e os de Freitas, Miranda e Bara Filho (2009) mostram a importância de questionários psicológicos como marcadores, para avaliar os efeitos das cargas de treino e consultar o atleta sobre como ele se sente subjetivamente, já que, este questionamento é importante quando combinado com dados de desempenho.

A Creatina Quinase (CK) é usada como um marcador de dano muscular. As concentrações sanguíneas aumentam com o aumento da intensidade, duração do exercício e em exercícios excêntricos (PALACIOS et al., 2015; CARFAGNO; HENDRIX, 2014). Existe uma adaptação ao treinamento, permitindo que nas pessoas treinadas os níveis aumentem menos do que em sedentários (PALACIOS et al., 2015). A avaliação da atividade de enzima CK tem sido utilizada, mas não como um marcador de OTS e, sim, como uma ferramenta para identificar um estágio recente de lesão muscular ou de OR. Isso porque atletas bem treinados que realizam contrações musculares excêntricas não apresentam grandes aumentos na atividade da CK, mesmo que sintam dores musculares, talvez, em resultado de uma lesão ou inflamação no tecido conjuntivo (CUNHA; RIBEIRO; OLIVEIRA, 2006). Valores de linha de base do CK elevados, associados aos níveis de ureia medidos em repouso devem representar com precisão as manifestações musculares e/ou estirpe metabólica e podem indicar trauma ou OT, e sua concentração pode ser usada para monitorar a atividade em torno de atletas que têm lesão muscular, mas são ineficazes no reconhecimento de OTS (CARFAGNO; HENDRIX, 2014; CARFAGNO; HENDRIX, 2014).

O lactato é produzido sempre pelos músculos, mesmo em repouso e aumenta gradualmente com a intensidade do exercício. O lactato sanguíneo é um marcador estabelecido para medir não somente o limiar de lactato, mas também a intensidade correta do exercício e o tempo necessário para a recuperação. Pode ser considerado como padrão ouro atual para determinar a intensidade do exercício e determinar se o treinamento está produzindo ou não o efeito fisiológico desejado (PALACIOS et al., 2015). Os níveis máximos são consistentemente reduzidos na resistência de atletas com OTS em resposta ao exercício máximo, mas são observadas diminuições mínimas com exercícios submáximos. No entanto, a aplicação de lactato como biomarcador na OTS é limitada por que valores serão específicos para esportes e diferenças de lactato dentro de um indivíduo com a mesma intensidade de exercício são altamente variáveis (PURVIS; GONSALVES; DEUSTER, 2010).

Pessoas altamente treinadas podem ter concentrações sanguíneas de biomarcadores que seriam patológicas em pessoas não treinadas. Assim sendo, é importante adaptar os valores de referência tanto quanto possível e controlar regularmente cada indivíduo, a fim de estabelecer sua própria escala de referência (PALACIOS et al., 2015).

Os marcadores psicológicos têm sido muito utilizados na tentativa de avaliar os efeitos das cargas de treino. Alguns métodos têm sido utilizados para o acompanhamento e monitoramento dos treinamentos, tais como: o Perfil de Estado de Humor (POMS), Questionário de Estresse-Recuperação (REST-Q) e o Teste de Velocidade Psicomotora (FREITAS; MIRANDA; BARA FILHO, 2009; NEDERHOF et al., 2006). Porém, o POMS é o método que constitui uma das medidas mais completas para avaliar os efeitos do estresse da carga de treinamento em variáveis psicológicas (FREITAS; MIRANDA; BARA FILHO, 2009).

O POMS é uma ferramenta que mede o estresse psicológico através de seis escalas (tensão/ansiedade, depressão, raiva, vigor, fadiga e confusão mental), através de 65 itens. Avaliações mais frequentes mostram que o estado de humor apresenta uma relação de dose-resposta previsível com o treinamento, onde a variedade esportiva exija regimes de treinos rigorosos (MEEUSEN et al., 2013). Em atletas com OTS a pontuação na escala da *depressão* aumenta consideravelmente, quando comparados com atletas sem *overtraining*, indicando que atletas afetados apresentam sinais de depressão clínica (MEEUSEN et al., 2013).

De acordo com o relatado por Raglin e Morgan (1994) os distúrbios do estado de humor medidos pelo POMS, aumentam nos atletas durante uma temporada de treinamento de alto volume em proporção ao estímulo do treinamento. É importante notar que os resultados do estado de humor retornam à linha de base durante a recuperação. Ao administrar o POMS, o investigador pede à pessoa que avalie como ele ou ela se sentiu durante a semana passada em uma escala de cinco pontos de "nada" para "extremamente"; nove dos 30 itens referem-se especificamente à fadiga: desgastada, cansada, exausta, lenta, cansada, energética, viva e vigorosa. Assim, a fadiga / vigor é uma das principais características da OTS (MEEUSEN et al., 2013). O questionário de POMS é uma ferramenta útil para avaliar

os indicadores iniciais do *overtraining*, mas ele é incapaz de incluir informações sobre as causas (CARFAGNO; HENDRIX, 2014).

Com a tentativa de melhorar a sensibilidade do POMS, Raglin e Morgan (1994) criaram a Escala de Desajuste ao Treino (TDS), baseada em análises de função discriminante de dados do POMS. Os sete itens (cinco itens de depressão e dois de raiva) do TDS foram mais precisos na identificação de atletas com *overtraining* em comparação com as pontuações de POMS (MEEUSEN et al., 2013).

O REST-Q Sport foi desenvolvido para identificar os distúrbios do humor que afetam o treinamento. São 77 pontos que avaliam simultaneamente estresse e recuperação, e proporciona uma figura diferenciada do perfil atual de estresse e recuperação em atletas. Usando esses parâmetros, o REST-Q Sport é eficaz na identificação de indivíduos em risco para OTS, embora sozinha não possa fornecer o diagnóstico final de que alguém está em *overtraining* (CARFAGNO; HENDRIX, 2014; MEEUSEN et al., 2013).

Apesar do POMS e do REST-Q apresentarem subjetividades nas respostas com os questionários, podem ajudar no controle dos efeitos da carga de treino, otimizando o aprimoramento da condição física e auxiliando na prevenção de efeitos negativos como a síndrome de *overtraining* (FREITAS; MIRANDA; BARA FILHO, 2009).

O Teste de Velocidade Psicomotora é uma ferramenta de detecção precoce da NFO e, portanto, ferramenta preventiva no desenvolvimento de uma OTS. A velocidade psicomotora é supostamente reduzida em atletas com OTS e tem alta validade, porque os atletas com OT relatam regularmente sintomas como: problemas de concentração, alterações cognitivas e queixas de alterações de memória. A vantagem dos testes de velocidade psicomotora em comparação com outros testes é que é fácil de ser empregado no campo do esporte, apenas usando um simples computador pessoal (MEEUSEN et al., 2013; NEDERHOF et al., 2006).

Os testes não são invasivos e é barato. Nederhof *et al* (2006) constataram uma diminuição no tempo de reação de cinco ciclistas com NFO, após duas semanas de treinamento de recuperação, comparado com os tempos de reação do grupo

controle. No entanto, é necessário realizar mais estudos para obter uma visão da velocidade psicomotora (MEEUSEN et al., 2013; NEDERHOF et al., 2006).

Como marcador fisiológico, a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) tem sido o principal aspecto associado ao OT, já que a sua mensuração é não-invasiva e serve para examinar a função autonômica cardíaca (simpática e parassimpática) relacionada ao exercício. Alterações da frequência cardíaca em repouso, diminuição da frequência cardíaca máxima durante o exercício e mudanças na variabilidade da frequência cardíaca foram notadas como sinais de OTS (PURVIS; GONSALVES; DEUSTER, 2010). A maioria dos estudos envolvendo a VFC nos atletas induziu OTS através de protocolos de treinamento que aumentaram a intensidade drasticamente durante um curto período de tempo (CARFAGNO; HENDRIX, 2014).

Quando o treinamento físico é intensificado abruptamente, a atividade cardiovascular é alterada com diminuição da atividade parassimpática e elevação da atividade simpática e, essa resposta pode ser monitorada pela VFC em repouso. A VFC em repouso é inversamente relacionada ao volume e à intensidade do exercício, e pode ser usada no controle da carga de treino, principalmente, quando analisa os atletas individualmente, parecendo ser um marcador adequado para o *overreaching* (FREITAS; MIRANDA; BARA FILHO, 2009).

Os problemas com medidas fisiológicas através da VFC são as seguintes: a variabilidade da frequência cardíaca parece ser uma ferramenta em teoria, mas não fornece resultados consistentes. É preciso ter cuidado ao usar a VFC como medida de resultado, porque existem muitas maneiras de registrar e calcular os dados. Atualmente, não há consenso quanto à padronização necessária e o método de medição. E os dados atuais não permitem distinguir entre mudanças nas medidas fisiológicas resultantes de FOR, NFOR e OTS. Investigações da VFC nos atletas com OR ou OTS têm sido limitadas, mas se os protocolos forem padronizados, a VFC pode ser um método promissor (PURVIS; GONSALVES; DEUSTER, 2010).

Após apresentarmos esses marcadores e os métodos e testes desenvolvidos para suas análises, verificamos que ainda não existem valores e/ou medidas cientificamente comprovadas para estabelecer limites nos treinamentos. Entretanto,

o avanço nas pesquisas já é capaz de estabelecer referências que podem ajudar na eficiência do treinamento, minimizando os marcadores estressores.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os marcadores bioquímicos, fisiológicos e psicológicos aqui analisados não foram capazes de diagnosticar a OTS, entretanto, apesar de não diagnosticar, estas ações podem colaborar.

A creatina quinase em níveis elevados aliada com uma queda no desempenho do atleta pode fornecer informações importantes sobre as futuras lesões, já que é um marcador de dano muscular.

O lactato sanguíneo pode fornecer importantes informações principalmente se usado rotineiramente com atletas que apresentam indícios de OTS, podendo apresentar concentrações máximas diminuídas de lactato em resposta aos exercícios de intensidade máxima.

O monitoramento do humor e da fadiga tem grande potencial para reduzir casos de OTS. Esse monitoramento pode ajudar no controle dos efeitos da carga de treinamento, otimizando o aprimoramento da condição física e auxiliando na prevenção do OT.

Monitorar a FC dos atletas antes e durante as sessões de treinamento e compará-las com valores de linha de base para cada indivíduo pode ser outra ferramenta para ajudar a distinguir a OTS, além de ser uma ferramenta não invasiva.

Enquanto nenhum marcador puder ser tomado como um indicador do OT precocemente, o monitoramento regular do rendimento e das variáveis bioquímicas, fisiológicas e psicológicas poderia fazer parte da estratégia do treinamento. Dessa forma, a carga de treino pode ser melhor direcionada ao atleta, minimizando o risco do mesmo vir desenvolver a OTS. Fica notória a necessidade de padronizar os

protocolos de alguns testes. Espera-se que esse estudo motive pesquisas de campo incluindo validação de novos testes de medidas e a aplicabilidade no treinamento.

Ficou clara a necessidade de outros estudos, principalmente estudos de campo, para minimizar as dúvidas e aumentar o conhecimento a cerca desse assunto que é de grande interesse dos pesquisadores e profissionais que estão envolvidos com o esporte de rendimento.

## REFERÊNCIAS

CARFAGNO, D. G.; HENDRIX, J. C. Overtraining syndrome in the athlete: current clinical practice. **Current Sports Medicine Reports.**, v. 13, n. 1, p. 45-51, 2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?cmd=Link...from..>>.

CUNHA, G. dos S.; RIBEIRO, J. L.; OLIVEIRA, A. R. Sobretreinamento: teorias, diagnóstico e marcadores. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 5, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbme/v12n5/14.pdf>>

FREITAS, D. S. de.; MIRANDA, R.; BARA FILHO, M. Marcadores psicológico, fisiológico e bioquímico para determinação dos efeitos da carga de treino e do overtraining. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 11, n. 4, p. 457-65, 2009. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/238074953\\_Marcadores\\_psicologico\\_fisiologico\\_e\\_bioquimico\\_para\\_determinacao\\_dos\\_efeitos\\_da\\_carga\\_de\\_treino\\_e\\_do\\_overtraining](https://www.researchgate.net/publication/238074953_Marcadores_psicologico_fisiologico_e_bioquimico_para_determinacao_dos_efeitos_da_carga_de_treino_e_do_overtraining)>.

GARRET, M. et al. Individual interdependence between nocturnal ASN activity and performance in swimmers. **Med Sci Sports Exerc**, v. 36, n. 12, p. 2112-18, 2004. Disponível em: <<http://europepmc.org/abstract/med/15570148>>.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GLEESON, M. Biochemical and immunological markers of overtraining. **J Sports Sci Med**, v. 1, n. 2, p. 31-41, 2002. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24688268>>.

HALSTON, S. L.; JEUKENDRUP, A. E. Does overtraining exist? An analysis of overreaching and overtraining research. **Sports Med.**, v. 34, n. 14, p. 967. 81, 2004. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15571428>>.

KELLMANN, M. **Enhancing recovery: Preventing underperformance in athletes**. Champaign, IL: Human Kinetics, 2002, p.3-24.

KENTTÄ, G.; HASSMÉN, P. Overtraining and recovery. **Sports Med**, v. 26, n. 1, p. 1-16, 1998. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9739537>>.

KREIDER, R.; FRY, A. C.; O'TOOLE, M. Overtraining in sport: terms, definitions, and prevalence. In: KREIDER, R.; FRY, A. C.; O'TOOLE, M. (Ed.). **Overtraining in sport**. Champaign (IL): Human Kinetics, 1998.

MEEUSEN, R. et al. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 45, n. 1, p. 186-205, 2013. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23247672>>.

MIRANDA, R.; BARA FILHO, M. **Construindo um atleta vencedor: uma abordagem psicofísica do esporte**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

NEDERHOF, E. et al. Psychomotor speed. Possibly a New Marker for Overtraining Syndrome. **Sports Medicine**, v. 36, n. 10, p. 817-28, 2006. Disponível em: <[https://www.rug.nl/staff/e.nederhof/2006\\_nederhof\\_psychomotor\\_speed\\_new\\_marker\\_overtraining.pdf](https://www.rug.nl/staff/e.nederhof/2006_nederhof_psychomotor_speed_new_marker_overtraining.pdf)>.

PALACIOS, G. et al. Biomarkers of physical activity and exercise. **Nutr Hosp.**, v. 31, Suppl. 3, p. 237-44, 2015. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25719791>>.

PURGE, P.; JÜRIMÄE, J.; JÜRIMÄE, T. Hormonal and psychological adaptation in elite male rowers during prolonged training. **J Sports Sci**, v. 24, n. 10, p. 1075-82, 2006. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17115522>>.

PURVIS, D.; GONSALVES, S.; DEUSTER, P. A. Physiological and psychological fatigue in extreme conditions: overtraining and elite athletes. **PM R.**, v. 2, n. 5, p. 442-50, 2010. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20656626>>.

RAGLAN, J.; MORGAN, W. Development of a scale for use in monitoring training-induced distress in athletes. **Int J Sports Med**, v. 15, n. 3, p. 84-8, 1994. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8157374>>.

ROGERO, M. M.; MENDES, R. R.; TIRAPEGUI, J. Aspectos neuroendócrinos e nutricionais em atletas com overtraining. **Arq Bras Endocrinol Metab**, São Paulo, v. 49, n. 3, p. 359-68, 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-27302005000300006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302005000300006)>.

SMITH, L. L. Overtraining, excessive exercise, and altered immunity. **Sports Med**, v. 33, n. 5, p. 347-64, 2003. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/.../276966295\\_Overtraining\\_Excessi...](https://www.researchgate.net/.../276966295_Overtraining_Excessi...)>.