



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Ciências Sociais e Humanas

**Monitorização dos estados de humor,
das concentrações de cortisol e testosterona
salivar e do desempenho individual de jogadoras
profissionais de futebol durante jogos oficiais
consecutivos**

Natalina Maria Machado Roque Casanova

Tese para obtenção do Grau de Doutor em
Ciências do Desporto
(3º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Aldo Filipe Matos Moreira Carvalho da Costa
Co-orientadora: Prof.^a Doutora Ana Cristina Palmeira de Oliveira

Covilhã, março de 2016

Casanova, N (2015). Monitorização dos estados de humor, das concentrações de cortisol e testosterona salivar e do desempenho individual de jogadoras profissionais de futebol durante jogos oficiais consecutivos. Universidade da Beira Interior.

Palavras chave:

Futebol, Mulher, POMS, Cortisol, Testosterona, Competição, Performance desportiva

Agradecimentos

O trabalho desenvolvido nesta investigação e agora apresentado, só foi possível graças a algumas pessoas que disponibilizaram tempo e sabedoria, não nos sendo por isso possível iniciar sem antes deixar os meus agradecimentos a todos aqueles que de alguma forma mais ou menos intensa, sempre me ajudaram a vencer todos os obstáculos encontrados.

Em primeiro lugar um agradecimento muito especial para o meu orientador do estudo, Professor Doutor Aldo Costa que com a sua sabedoria, disponibilidade, competência e profissionalismo, manteve durante todo o tempo um apoio constante na orientação do trabalho desenvolvido, com apoio científico, revisão de texto, produção de sugestões pertinentes, tornando-se para mim uma referência científica, pedagógica e humana. Também à minha coorientadora Professora Doutora Ana Palmeira de Oliveira, pela sua capacidade científica e disponibilidade, o meu muito obrigada pelo incentivo e encorajamento. São com certeza uma “*dupla imbatível*”;

Aos restantes docentes que colaboraram na produção dos documentos científicos de suporte do trabalho desenvolvido, Prof. Bruno Travassos, Prof.^a Ana Pereira, Prof. Nuno Serra, Prof. Nuno Garrido, Prof. Vítor Reis, Prof.^a Sandra Ferreira, Prof. Marta e Prof. Sacadura, obrigada pela vossa ajuda;

Às atletas da seleção feminina de futebol (atletas de 2012) que se disponibilizaram para constituir a amostra desta investigação, grupo muito profissional, motivado, que luta todos os dias para um melhor reconhecimento no futebol português. Uma palavra de apreço para a respetiva equipa técnica e equipa médica, que desde sempre se disponibilizaram para a participação na recolha dos dados necessários para o estudo;

Um agradecimento muito especial aos colegas e amigos de trabalho do IPG, pelas sugestões e apoio nos melhores momentos, instalando um bom ambiente de trabalho, com constante motivação para a procura de uma melhor formação no domínio das Ciências do Desporto;

Uma palavra de gratidão a todos os verdadeiros amigos e família, obrigada pelo vosso constante interesse e apoio, a partir de agora vou ter mais tempo para vocês.

Todo este trabalho é dedicado ao Jorge aos meus filhos Iris Maria e João Pedro e à minha mãe, Salomé, Sem vocês não teria valido a pena!!!

Resumo

Introdução

No desporto, cada atleta procura manter o seu estado ótimo em cada competição, para que, com o aproveitamento máximo das suas capacidades, obtenha um desempenho desportivo o mais elevado possível. Assim, têm sido desenvolvidas diversas investigações que estudam as determinantes da performance desportiva em situação de treino e de competição. Os indicadores de performance desportiva são definidos pela combinação de inúmeras variáveis que determinam o comportamento competitivo do atleta. Nestas variáveis, encontramos determinantes psicológicas, fisiológicas e, no domínio das modalidades coletivas as determinantes situacionais e notacionais. Neste contexto, o futebol aparece como uma modalidade transdisciplinar com associação evidente entre o desempenho desportivo do atleta e o stresse psicofisiológico resultante da situação competitiva que desencadeia nos atletas, processos cognitivos que parecem determinar respostas hormonais características, das quais o cortisol e a testosterona são as que reúnem maior número de estudos.

Objetivos

Considerando que em situação de competição, o treinador deve conhecer as determinantes do desempenho desportivo dos seus atletas, para obtenção da melhor performance, este trabalho teve os seguintes objetivos: (i) analisar a informação científica resultante dos diversos estudos publicados sobre o assunto em causa; (ii) avaliar em competição, os estados de humor associados à variável psicológica e as concentrações hormonais de cortisol e testosterona associadas à variável neuroendócrina; (iii) avaliar as concentrações hormonais em competição, em função do desempenho individual de cada atleta.

Método

O processo metodológico decorreu em duas fases distintas, numa primeira fase procedemos a um estudo de revisão, efetuado nas bases científicas *Sciende Direct* e *Medline/PubMed*, tendo sido definidos critérios de inclusão e exclusão que permitiram selecionar 18 artigos para análise; Numa segunda fase procedemos à realização de dois estudos experimentais, realizados com a equipa feminina de futebol da seleção nacional, durante um torneio de âmbito internacional constituído por quatro jogos oficiais. O primeiro estudo foi realizado com 20 atletas (idade = $22,85 \pm 4,2$ anos) que acederam em participar nesta investigação e assinaram o respetivo consentimento informado. Os estados de humor foram avaliados pelo questionário POMS e as concentrações hormonais foram avaliados na saliva, pelo método de imunoensaio. As avaliações foram realizadas em momento de repouso, três dias antes da primeira competição (M1) e nos dias dos jogos (M2 a M5), com recolhas realizadas antes e após competição nos dias dos jogos. O segundo estudo, foi realizado com 18 atletas (as

guarda-redes foram excluídas) (idade = 23.06 ± 4.33 anos). Para avaliação da concentração hormonal, foi coletada saliva, com os procedimentos metodológicos já referidos no estudo anterior e foi registado o desempenho técnico individual de cada atleta, através de um sistema de análise notacional com quantificação das ações de envolvimento com bola (positivas e negativas) que permitiu o cálculo do índice de eficácia individual.

Resultados

As investigações publicadas na área utilizam de uma forma geral pequenas amostras, e em maior número no sexo masculino, tanto em modalidades individuais como coletivas. De uma forma geral, apresentam um efeito à competição, com alterações das concentrações de ambas as hormonas, cortisol e testosterona, nos dias da competição. Estas alterações parecem depender de outras variáveis da competição (resultado da competição, qualidade dos adversários, local de realização, género e nível dos atletas). As atletas de futebol da seleção nacional apresentam em todas as avaliações estados de humor característico de atletas de elite, com configuração de perfil de “*iceberg*” e associação de estados mais positivos com vitórias e estados mais negativos com derrotas. O cortisol não apresenta diferenças significativas após competição (exceção para M5), enquanto a testosterona diminui de forma significativa após competição, tanto em derrotas, como em vitórias. Não se encontraram diferenças nas concentrações hormonais de C, T e T:C, entre as atletas de melhor e de menor desempenho individual. Nas atletas de melhor desempenho individual verificou-se uma subida de C e uma descida de T e T:C nas concentrações avaliadas antes das competições com derrota. A relação linear entre a variação de ambas as hormonas durante o jogo e a eficácia individual não se mostrou significativa nos quatro jogos avaliados.

Conclusão

As investigações publicadas apresentam alterações hormonais associadas a situações competitivas dependentes de fatores associados à competição: resultado, local de realização e género e nível desportivo dos atletas. Verificou-se um perfil de estados de humor característico de atletas de alta competição, sem relação significativa com as concentrações hormonais. As atletas de elite de futebol demonstram uma boa adaptação ao efeito do stresse competitivo, não mostrando concentrações hormonais dependentes do resultado do jogo. Nas atletas do nosso estudo verificaram-se diferenças no desempenho individual em competição, mas sem relação com o comportamento hormonal do C e da T antes e após competição.

Palavras-chave

Futebol, Mulher, POMS, Cortisol, Testosterona, Competição, Performance desportiva

Abstract

Introduction

In sport each athlete seeks to keep his great state in any competition, so that it is possible to achieve the highest level of his capacities during them. Therefore, many investigations, which study the sportive performance determinants, have been developed both in training and competition situations. The sportive performance indicators are defined by the combination of a whole range of variables that determine the athlete's competitive behavior. In these variables many psychological, physiological determinants can be found and according to each team sports modality the situational and notational determinants may be established. In this context, football seems to be a transdisciplinary modality with an obvious association between the athlete's competitive behavior and the psycho-physiological stress resulting from a competitive situation that unleashes in athletes cognitive processes which can determine specific hormonal answers. Cortisol and testosterone are the ones that gather higher number of studies.

Aims

Taking into account that in any competition situation the trainer should know the sportive determinants of his athletes in order to obtain the best performance, this work has the following aims: (i) to analyze the scientific information from the several studies about the theme which have already been published; (ii) to evaluate in competition the mood associated with the psychological variable and the hormonal concentrations of cortisol and testosterone associated with the neuroendocrine variable; (iii) to evaluate the hormonal concentrations in competition, according to the individual performance of each athlete in competition.

Method

The methodological process had two distinct stages. On the first one, we made a review study, under the scientific bases of *Science direct* and *Medline/Pubmed*, in which inclusion and exclusion criteria were defined and which allowed to select 18 articles to analysis; on the second one, two experimental studies were developed in the female football national team, during an international tournament with four official matches. The first study was developed with 20 athletes (age = 22, 85 + 4, 2 years old) who agreed to participate in this investigation and signed an informed consent. The moods were evaluated by the POMS questionnaire and the hormonal concentrations were evaluated through the saliva, by the immunoassay method. The evaluations were performed during a moment of rest, three days before the first competition (M1) and on the days on the matches (M2 and M5), with the collections performed before and after each competition on the days of the matches. The second study, was performed with 18 athletes (goalkeepers including) (age = 23.06 + 4.33 years old). To the

evaluation of the hormonal concentration, saliva was collected with the methodological procedures which have already been mentioned in the previous study, and the individual technical performance was recorded through a system of notational analysis with quantification of the actions with the ball (positive and negative), which allowed the calculation of the individual effectiveness index.

Results

All the investigations published about this theme use small samples, with a greater number of men both in individual and collective modalities. In general, they presented alteration of the hormones, cortisol and testosterone concentrations during the days of competition. These ones seem to depend on other variables of competition (a result of the competition, quality of the opponent, place of the match, gender and level of the athletes). The female football national team presented in every evaluations, humor characteristic in high level athletes with “iceberg” profile, more positive states with victories and more negative states with defeats. Cortisol does not present significant differences after competitions (except to M5), while testosterone is reduced after competitions, both in defeats and victories. In the C, T and T:C concentrations differences were not found between the athletes of better and lower individual performance. On athletes with a better individual performance an increase of C and a decrease of T was demonstrated, and T:C in concentrations performed before the competitions with defeats. A linear relation between the variation of both hormones during the match and an individual effectiveness was not significantly presented in the four evaluated matches.

Conclusion

The published investigations show hormonal alterations associated to competitive situations dependent of factors associated to the competition: score, place of the match, gender and level of the athletes. It was verified a mood which is characteristic of high level athletes, without significant relation of the hormonal concentrations. The football high level athletes show a good adaptation to the competitive stress effect. Moreover, they do not show hormonal concentrations dependent of the match result. In the athletes who were part of this study there were differences in the individual performance during the competition but without relation between the hormonal behavior of C and T before and after the competition.

Keywords

Football, women, POMS, Cortisol, Testosterone, Competition, Sport Performance.

Procedimentos experimentais	33
Avaliação Hormonal	34
Avaliação Psicológica	34
Análise Estatística	35
Resultados	35
Estados de humor	35
Concentrações de cortisol e testosterona	36
Discussão	37
Conclusões	40
Referências	41

CAPITULO IV - CONCENTRAÇÃO DE CORTISOL E TESTOSTERONA SALIVAR EM JOGADORAS DE ELITE DE FUTEBOL: INFLUÊNCIA NO DESEMPENHO INDIVIDUAL EM JOGOS OFICIAIS CONSECUTIVOS

Resumo	45
Abstract	47
Introdução	48
Método	50
Amostra (atletas e competições)	50
Procedimentos experimentais	50
Avaliação do desempenho desportivo individual	50
Avaliação hormonal	52
Análise estatística	53
Resultados	53
Discussão	57
Conclusões	61
Referências	62

CAPITULO V - CONCLUSÃO GERAL, LIMITAÇÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

Conclusões	67
Limitações do estudo	70
Sugestões para futuras investigações	73

ANEXOS

Anexo 1 - Lista de publicações	76
Anexo 2 - Questionário POMS	77
Anexo 3 - Consentimento informado aplicado aos atletas	79
Anexo 4 - Grelha de observação	80

Lista de Figuras

Capítulo 2:

Figura 1 – Diagrama de descrição da pesquisa apresentando as várias fases de exclusão de artigos	16
--	----

Capítulo 4:

Figura 2 – Regressão linear simples entre a eficácia individual em cada jogo e os respectivos valores de ΔC e ΔT durante o jogo	57
---	----

Lista de Tabelas

Capítulo 2:

Tabela 1 – Relação dos 18 artigos resultantes da pesquisa	17
Tabela 2 – Síntese dos resultados obtidos pelos estudos consultados a respeito da resposta hormonal antecipatória à competição e após a competição	20
Tabela 3 – Síntese dos resultados obtidos pelos estudos consultados a respeito da resposta hormonal em relação ao resultado da competição	22

Capítulo 3:

Tabela 4 – Scores dos estados de humor (POMS) das avaliações ao longo do Torneio	35
Tabela 5 – Níveis de cortisol salivar e testosterona em repouso e ao longo do Torneio	36

Capítulo 4:

Tabela 6 – Ações desenvolvidas com bola [adaptado de Lago-Penas, Lago-Ballesteros & Roy (2011) e de Hughes & Bartlett (2002)]	51
Tabela 7 - Resumo dos centróides finais calculados para ambos os <i>clusters</i> , para cada variável classificativa e respectivos resultados da análise de variância simples	54
Tabela 8 - Desempenho individual médio das jogadoras ao longo da competição (valor absoluto e para cada um dos <i>clusters</i> gerados)	55
Tabela 9 - Concentração hormonal (cortisol e testosterona salivar) e nível do rácio T:C em cada um dos <i>clusters</i> ao longo da competição	56

Lista de Siglas e Abreviaturas

Conceitos:

ACTH	Hormona adrenocorticotrópica
C	Cortisol
CK	Creatina quinase
Conf	Confusão
CRH	Corticotrofina
Dep	Depressão
DHEA	Hormona Desidroepiandrosterona
e.g.	Por exemplo
F	Feminino
Fad	Fadiga
Fig.	Figura
FSH	Hormona Folículo-estimulante
Hos	Hostilidade
LH	Hormona Luteinizante
M	Masculino
M1	Momento 1
M2	Momento 2
M3	Momento 3
M4	Momento 4
M5	Momento 5
NR	Não referido
POMS	<i>Profile of Mood States</i>
PTH	Perturbação Total de Humor
p-valores	Nível de significância
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
T	Testosterona
T:C	Rácio Testosterona:cortisol
Ten	Tensão
Vig	Vigor

Símbolos matemáticos e estatísticos:

\approx	Sem alterações significativas
ΔC	Diferença no cortisol
ΔT	Diferença na testosterona
Σ	Somatório
\uparrow	Aumento significativo
\downarrow	Diminuição significativa
\pm	Mais ou menos
SD	Desvio padrão

Unidades de medida:

pg.ml^{-1}	Picograma por mililitro
$\mu\text{g.dl}^{-1}$	Microgramas por decilitro

Capítulo 1:

Definição do problema e estrutura geral da tese

Introdução

O desporto de alto rendimento encontra-se cada vez mais organizado e profissionalizado, implicando ao atleta um proveito máximo das suas capacidades, na procura do melhor desempenho em competição. Por inerência, o processo de treino deve proporcionar estímulos através da aplicação de cargas que quebram o equilíbrio interno do atleta e lhe permitem a adaptação e melhoria do seu rendimento (Gleeson, 2002; Hackney & Machado, 2012).

Não obstante a assertividade dos atuais processos de preparação desportiva, a modelação da performance continua a ser um dos maiores desafios das ciências do desporto (Gómez & Mendo, 2012). A inquietude dos investigadores nessa busca hercúlea está repleta de problemas de simplificada atribuição mas de enorme dificuldade resolutiva (Maia, 2007). Mesmo assim, inúmeras investigações têm sido desenvolvidas no sentido de estudar os diversos indicadores e fatores de rendimento para melhor orientar o processo de treino, prever o desempenho em competição ou selecionar talentos (Hughes & Bartlett, 2002; Ali, 2011).

A estrutura multidimensional da performance desportiva estará sempre presente, seja qual for o propósito da modelação. Assim, a previsão do rendimento desportivo não pode ser um exercício de extrapolação circunscrito a uma área científica mas sim de cooperação transdisciplinar. Esta perspetiva é, quanto a nós, ainda mais aplicável no panorama das modalidades desportivas coletivas (entre as quais o futebol), onde o resultado depende dos efeitos de variáveis situacionais e notacionais na capacidade dos jogadores e equipas (Taylor et al., 2008; Lago, 2009; Gómez & Mendo, 2012, Lago-Peñas, 2012), incluindo o adversário. Este foi, de certo modo, o caminho que escolhemos para este trabalho.

O futebol é uma modalidade desportiva com um elevado dispêndio energético e caracterizada por esforços tipicamente intermitentes com alterações de intensidade todos os 4-6 segundos (Bangsbo, 1994). Mais de 90% da energia despendida num jogo oficial de futebol é suprida pelo metabolismo aeróbio (Bangsbo, Norregaard & Thorso, 1991). No entanto, a maioria das ações realizadas no jogo (e.g., passes, dribles e cabeceamentos) são de carácter anaeróbio; um atleta internacional de futebol realiza cerca de 1350 ações durante um jogo que incluem cerca de 220 corridas de alta intensidade (Mohr, Krstrup & Bangsbo, 2003).

No futebol marcar golo é determinante para o sucesso pelo que tem merecido particular atenção dos investigadores (Jones, James & Mellalieu, 2004; Katis et al., 2013). Contudo, considerando o reduzido número de golos por competição, torna-se necessário operacionalizar diferentes determinantes que contribuem para o sucesso e explicam a lógica do jogo. Repare-

se que a pesquisa científica no domínio do futebol tem-se debruçado essencialmente em três categorias de indicadores: (i) os fatores físicos e fisiológicos (estudo da atividade física desenvolvida em competição/treino); (ii) os fatores psicológicos e contextuais (estudo do ambiente contextual em que se encontra o jogador e os seus estados emocionais e personalidade) e; (iii) os fatores técnico-táticos e estratégicos específicos da modalidade (Gómez & Mendo 2012). Todavia, carecem trabalhos de interação entre estas categorias, quer no contexto da preparação desportiva sistemática, quer no da competição propriamente dita.

O estudo do stresse, em particular nas suas implicações na performance do atleta, é uma área de pesquisa inegavelmente aglutinadora de determinantes multidimensionais do desempenho desportivo, compreendendo aspetos cognitivos, comportamentais e fisiológicos. Conceptualmente, o stresse é entendido como uma perturbação do equilíbrio entre a pessoa e o meio ambiente. No contexto do desporto, e em especial no de alto rendimento, existe uma diversidade de fatores (e.g. intensidade do esforço, condições ambientais, nível de habilidade, agressividade de colegas e adversários, entre outros) que originam diferentes níveis de stresse no atleta (Hackney & Machado, 2012; Salvador & Costa, 2009). Nesse contexto salienta-se particularmente a competição desportiva, na qual são criadas situações *stressantes* que podem alterar o estado fisiológico e psicológico do atleta, e determinam respostas específicas do sistema endócrino (Salvador & Costa, 2009; Santos et al., 2014).

O estado psicológico do atleta numa situação competitiva causa alterações no seu estado emocional, podendo afetar o seu humor (Samulski, 2002). Neste âmbito, várias pesquisas têm procurado estudar a relação entre variáveis hormonais e estados psicológicos de atletas em contextos competitivos específicos. Um dos instrumentos de maior utilização na avaliação dos estados emocionais e estados de humor é o “Questionário de Perfil de Estados de Humor” - POMS (*Profile of Mood States*), construído por Mc Nair, Lorr & Droppleman (1971). Apesar do POMS ter sido originalmente orientado para avaliar populações psiquiátricas, a sua utilização no contexto não clínico e em particular no desportivo tem sido comum, nomeadamente para avaliar as variações emocionais associadas à carga imposta pela competição (Filaire et al., 2001, Oliveira, Gouveia & Oliveira, 2009; Salvador et al., 2003) ou pelo treino (Michailis, 2014; Handziski et al., 2006; Hough et al., 2013).

A ativação do sistema endócrino, e em especial da glândula supra-renal, origina uma maior libertação de hormonas glucocorticoides, das quais o cortisol é a mais importante (Jorge, Santos, & Stefanello, 2010; Helhammer, Wüst & Kudielka, 2009). Na literatura, o cortisol é assim considerada a hormona do stresse (Santos et al., 2014; Crewther et al., 2011; Jorge et al., 2010), cuja produção e secreção se altera perante fatores stressores, comuns em competições desportivas que podem desestabilizar física e psiquicamente o atleta antes e durante a competição (Peñailillo et al., 2015). Por efeito, a sua avaliação tem vindo a ser utilizada como uma importante medida de controlo de stresse em situações desportivas, podendo ser uma alternativa aos questionários de subjetividade de emoções e sentimentos (Bateup et al., 2002; Carré et al., 2006). Uma elevada concentração de cortisol pode causar

inibição do sistema imunitário e proteico e por esta razão é indicado como controlador do sistema catabólico no organismo humano (Gleeson, 2002).

A testosterona surge também como uma hormona com relação direta com o exercício físico (Wood & Stanton, 2012) e em especial com o momento competitivo, sendo assim estudada em inúmeras situações que envolvem a competição desportiva (Edwards, Wetzel & Wyner, 2006; Oliveira et al., 2009; Sedghoohi et al., 2011; Jiménez, Aguilar & Alvero-Cruz, 2012; Aguilar, Jiménez & Alvero-Cruz, 2013). É uma hormona esteroide sexual que tem a sua origem nos homens, nas células intersticiais de *Leyding* (testículos) e nas mulheres nos ovários e numa pequena quantidade nas glândulas supra-renais, atuando a nível do desenvolvimento das estruturas reprodutoras e das características sexuais secundárias (Seeley, Stephens, & Tate, 2003). Distinguem-se ainda efeitos anabólicos decorrentes da sua ação de estímulo à fixação do nitrogênio e de síntese proteica em vários tecidos (Chichinadze & Chichinadze, 2008).

Considerando a função inversa que estas duas hormonas esteroides desempenham no organismo, a relação existente entre as suas concentrações tem sido empregue na monitorização do exercício físico, podendo dar indicações sobre o nível de stresse imposto pelo treino e/ou pela competição (Filaire et al., 2001; Hough et al., 2013). Um estado anabólico favorável, resultante de um aumento na razão testosterona/cortisol, parece ser essencial para a performance desportiva (Gleeson, 2002), sendo indicativo de uma resposta positiva ao treino. Por outro lado, uma redução significativa neste rácio sugere que o treino (ou a competição) estará a exercer um efeito stressor intenso no organismo (Gleeson, 2002; Maso et al., 2004).

Desta forma, as hormonas cortisol e testosterona (bem como o seu rácio) poderão ser utilizadas (isoladamente ou em combinação com outros) como biomarcadores de stresse e de recuperação em treino e em competição (Michailidis, 2014, Hayes et al., 2015), otimizando deste modo os processos de preparação desportiva e as condições psicofisiológicas do atleta para a obtenção de performances elevadas. Nesse âmbito de estudo, este trabalho focou-se na análise dos processos psicofisiológicos a que se encontram sujeitos os atletas de elite nas competições de elevada importância, e que resultam numa resposta específica do sistema nervoso central e do sistema endócrino perante o *stresse* competitivo imposto (Salvador & Costa, 2009; Hellhammer et al., 2009). No entanto, estamos cientes que a previsão da resposta hormonal ao *stresse* competitivo ainda representa um desafio, sobretudo porque parece ser pouco padronizável, nomeadamente quando alteramos os fatores estressantes ou o contexto de ação, sendo também necessário uniformizar os procedimentos de quantificação (Santos et al., 2014) e de controlo das variações circadianas (Shirakawa, Mitome & Oguchi, 2004; Teo, Newton & McGuigan, 2011; Georgopoulos et al., 2011; Hayes, Bickerstaff & Baker, 2010). Para além disso, a cinética hormonal encontra-se dependente da intensidade do exercício (Hayes et al., 2015) e das adaptações ao treino prévio, da experiência e nível competitivo dos atletas (Kivlighan, Granger & Booth, 2005), sendo ainda diferente entre géneros (Hayes et al., 2015; Kivlighan et al., 2005; Jiménez et al., 2012).

Definição do problema e dos objetivos

No breve enquadramento teórico anterior começamos por sublinhar que no desporto de alto rendimento, a exigência competitiva subentende a aplicação de cargas de elevada exigência física e psicológica. Com efeito, o stresse competitivo a que o atleta fica sujeito terá que ser considerado como um fator adicional que pode influenciar o seu estado fisiológico e psicológico. Realçamos, de uma forma geral, que o stresse competitivo desencadeia respostas do sistema nervoso endócrino que preparam o organismo para a ação, sendo o cortisol e a testosterona considerados bons indicadores do nível de stresse no contexto desportivo (Gleeson, 2002; Hellhammer et al., 2009).

Porém, essa relação entre a resposta hormonal e o estado psicológico do atleta, nomeadamente em modalidades coletivas, parece dependente da natureza do confronto (Salvador, 2005; Sedghroohi et al., 2011), e variável consoante o resultado final do jogo (Edwards et al., 2006; Oliveira et al., 2009; Jiménez et al., 2012) e do seu local de realização (Carré et al., 2006; Arruda et al., 2014). A literatura demonstra também alguma divergência de resultados de acordo com a experiência e nível competitivo dos atletas (Kivlighan et al., 2005). Verifica-se ainda que os estudos publicados são na sua maioria efetuados em homens, sendo o género um fator de variabilidade na resposta hormonal perante o stresse competitivo (Kivlighan et al., 2005; Jiménez et al., 2012).

Alguns estudos mais recentes têm vindo ainda a evidenciar que o cortisol e a testosterona podem regular a performance neuromuscular através de vários mecanismos fisiológicos de acção aguda (ver por exemplo, Crewther et al., 2011). De facto, foi recentemente reportada uma clara relação entre o decréscimo da testosterona após a competição e a diminuição da performance (Peñailillo et al., 2015), embora, por vezes, possa estar associada a situações de excesso de fadiga nos atletas (Maso et al., 2004; Hough et al., 2013). O mesmo já não se verifica de forma tão evidente com a concentração de cortisol, que pode manter-se estável após o esforço (Peñailillo, 2015) ou inclusivamente diminuir (Hough et al., 2013). Contudo os desenhos experimentais resumem-se à análise de uma competição (real ou simulada), sendo inexistentes (do nosso conhecimento) os trabalhos que analisam a cinética hormonal ao longo de uma fase concentrada de competições.

Tendo por base este enquadramento e as respetivas necessidades de pesquisa, o propósito principal desta tese encontra-se centrado na monitorização de marcadores psicológicos, endócrinos e de performance individual de jogadoras de futebol de elevado nível, ao longo de um período competitivo concentrado e importante. Este propósito foi operacionalizado em 3 estudos independentes, com os seguintes objetivos gerais:

- **Elaborar uma revisão sistemática da literatura sobre a resposta do cortisol e da testosterona em atletas de diferentes modalidades desportivas e nível desportivo perante o stresse imposto pela competição (estudo 1).** Considerando a existência de padrões comportamentais típicos de resposta hormonal ao stresse competitivo, este

primeiro trabalho teve por base a análise das publicações mais recentes que avaliaram a resposta hormonal destas hormonas esteroides em situação de competição formal ou simulada. Os resultados foram organizados em função de dois parâmetros situacionais - o momento da competição e o resultado final da mesma. Verificamos, porém, que a resposta hormonal não segue um padrão simples de sistematizar, dado que é dependente de diversos fatores que se encontram diretamente relacionados com a competição, tais como o resultado final (vitória/derrota), o local de realização (casa/fora), o nível desportivo dos adversários (fracos e fortes) e, inclusive, as características da modalidade (individual/coletiva) e do próprio atleta (idade, género e experiência competitiva na modalidade).

- **Analisar o comportamento dos parâmetros psicológicos (estados de humor - POMS) e hormonais (cortisol e testosterona) de jogadoras de futebol de elevado nível ao longo de um período competitivo concentrado (estudo 2).** Este trabalho experimental nasce da diversidade de resultados encontrados e anteriormente sistematizados no estudo 1. Procuramos não apenas avaliar os estados de humor percebidos pelas atletas num contexto competitivo exigente (pela sua importância e concentração) mas sobretudo em paralelo com a resposta hormonal pré e pós jogo, considerando diferentes resultados finais (derrota e vitória).
- **Analisar a variabilidade da concentração salivar de cortisol e testosterona de jogadoras de futebol de elevado nível durante jogos oficiais consecutivos na dependência do seu desempenho individual em jogo (estudo 3).** Partimos do pressuposto científico que a atividade neuromuscular é influenciada pelos níveis hormonais de cortisol e testosterona. Portanto, parece-nos igualmente espectável, teoricamente, um efeito na performance individual em jogo. Assim, neste estudo exploratório foi monitorizada a eficácia das ações técnicas das jogadoras, tendo sido estudada a existência de diferenças na resposta hormonal em função de diferentes níveis de performance em jogo.

As características dos programas de treino das equipas de elite e a importância internacional das competições fazem destes atletas uma população de estudo ideal para avaliar a resposta do sistema endócrino ao stress competitivo. Com efeito, a amostra utilizada nesta tese foi constituída pelas atletas da seleção feminina de futebol sénior de Portugal, tendo sido avaliadas durante a sua participação no Torneio Mundial de Futebol Feminino que ocorre todos os anos em Portugal (Algarve Cup).

Pressupostos da investigação

Considerando as características particulares desta investigação, suportada na recolha alargada de informação durante um curto período de tempo (10 dias), foi necessário estabelecer os seguintes pressupostos de exequibilidade, validação e fiabilidade das análises e dos resultados obtidos:

- Apenas foram consideradas no estudo as atletas que manifestaram expressa concordância em participar (por escrito), após conhecimento dos propósitos, riscos e implicações do mesmo. Isso também determinou um sério compromisso das atletas para com os investigadores, nomeadamente no preenchimento sincero do questionário POMS ao longo do período de recolhas. Foram apenas considerados para tratamento os resultados respeitantes às atletas que tiveram intervenção na competição (em cada jogo isoladamente), excetuando as guarda-redes, no estudo 3.
- Os parâmetros registados e os respetivos procedimentos de recolha de dados foram estabelecidos na perspetiva de gerarem pouco constrangimento e adulteração da rotina das atletas. Por isso, e no que se refere à recolha de amostras biológicas, optamos pela quantificação da concentração de hormonas esteroides na saliva¹ dado que se constitui como uma medida eficaz, acessível, rápida e não invasiva, possibilitando a sua recolha em situações competitivas ou fora da competição, sem qualquer constrangimento prático ou ético (Papacosta & Nassis, 2011). A análise da performance individual recorreu a registos de vídeo oficiais, gentilmente cedidos pela Federação Portuguesa de Futebol.
- Para a recolha das amostras biológicas (saliva), assumiram-se os procedimentos habituais e recomendados pela literatura de referência. Cuidados especiais foram ainda considerados no seu armazenamento e transporte até ao local e data onde foram efetivamente analisadas. O desenho do estudo previu ainda o controlo das variações hormonais em função do ciclo circadiano das atletas, no sentido de aumentar a confiabilidade dos dados (Jorge et al., 2010; Filaire et al., 2001).
- As análises laboratoriais foram realizadas em instituições de referência (Centro Hospitalar da Cova da Beira e Centro de Investigação em Ciências da Saúde da Universidade da Beira Interior) e cumpriram todos os procedimentos científicos e laboratoriais estabelecidos pela literatura e fabricantes dos equipamentos e materiais usados. Para além disso, todos os procedimentos laboratoriais foram executados por pessoal técnico habilitado e experiente, com a participação da investigadora principal na seleção e preparação preliminar das amostras.
- A informação dada pela equipa técnica respeitante às sessões de treino que ocorreram entre as competições, não foi adulterada, sendo estas sessões essencialmente

¹ Ambas as hormonas podem ser avaliadas através do plasma sanguíneo, da saliva ou urina (Santos et al., 2014).

aproveitadas para recuperação ativa e correção de estratégias táticas e detalhes técnicos.

Estrutura da tese

A tese encontra-se organizada por artigos em cinco capítulos, assumindo um modelo estrutural típico da Europa do Norte (habitualmente conhecido por modelo Escandinavo), dos quais três correspondem aos estudos realizados durante o processo de investigação. A composição sumária de cada um dos capítulos é a seguinte:

- **Capítulo 1** - contém o enquadramento teórico breve à temática de estudo, a clarificação do problema e dos objetivos de cada um dos estudos desenvolvido e, por último, a definição da estrutura geral da tese;
- **Capítulo 2** - inclui o estudo de revisão sistemática realizado, oferecendo um suporte teórico importante à pesquisa experimental consequente, incluída nos dois capítulos seguintes;
- **Capítulo 3** - inclui o primeiro estudo experimental, que monitoriza a resposta psicológica e hormonal ao longo do quadro competitivo analisado;
- **Capítulo 4** - inclui o segundo estudo experimental, que analisa a variabilidade da resposta hormonal na dependência da performance individual das jogadoras (em 4 jogos oficiais consecutivos);
- **Capítulo 5** - sistematiza os resultados obtidos, estabelecendo uma conclusão final da tese, incluindo ainda as limitações do estudo, e deixa em aberto algumas sugestões para futuras investigações.

Por último, nos anexos encontramos Lista das publicações resultantes dos estudos e cópia dos documentos utilizados no decorrer da investigação, designadamente o consentimento informado assinado pelos atletas, o Questionário POMS e a grelha de registo das observações dos jogos em vídeo.

Referências

- Aguilar R, Jiménez M & Alvero-Cruz JR (2013). Testosterone, Cortisol and anxiety in elite field hockey players. *Physiology & Behavior*, 119, 38-42. Doi: 10.1016/j.physbeh.2013.05.043.
- Ali A (2011). Measuring soccer skill performance: a review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21, 170-183. Doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01256.x.
- Arruda AF, Aoki MS, Freitas CG, Drago G, Oliveira R, Crewther BT & Moreira, A (2014). Influence of competition playing venue on the hormonal response, state anxiety and perception of effort in elite basketball athletes. *Physiology & Behavior*, 130, 1-5. Doi:10.1016/j.physbeh2014.03.007.
- Bangsbo J (1994). The Physiology of soccer - with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 151 (suppl.619), 1-155.
- Bangsbo J, Nørregaard L & Thorsø F (1991). Activity Profile of Competition Soccer. *Canadian Journal of Sports Science*, 16 (2), 110-116. Doi: 10.2478/hukin-2013-0060.
- Bateup HS, Booth A, Shirtcliff EA & Granger, DA (2002). Testosterone, cortisol, and women's competition. *Evolution and Human Behavior*, 23(2), 181-192. Doi:10.1016/S1090-5138(01)00100-3.
- Carré J, Muir C, Belanger J & Putnam SK (2006). Pre-competition hormonal and psychological levels of elite hockey players: Relationship to the "home advantage". *Physiology & Behavior*, 89, 392-398. Doi:10.1016/j.physbeh.2006.07.011.
- Chichinadze K & Chichinadze N (2008). Stress-induced increase of testosterone: contributions of social status and sympathetic reactivity. *Physiology & Behavior*, 94(4), 595-603. Doi: 10.1016/j.physbeh.2008.03.020.
- Crewther BT, Cook C, Cardinale M, Weatherby RP & Lowe T (2011). Two Emerging Concepts for Elite Athletes - The Short-Term Effects of Testosterone and Cortisol on the Neuromuscular System and the Dose-Response Training Role of these Endogenous Hormones. *Sports Medicine*, 41 (2), 103-123. Doi: 10.2165/11539170-000000000-00000.
- Edwards DA, Wetzel K & Wyner D.R. (2006). Intercollegiate soccer: Saliva cortisol and testosterone are elevated during competition, and testosterone is related to status and social connectedness with teammates. *Physiology & Behavior*, 87(1), 135-143. Doi:10.1016/j.physbeh.2005.09.007.
- Filaire E, Bernain X, Sagnol M & Lac G. (2001). Preliminary results on mood state, salivary testosterone: cortisol ratio and team performance in a professional soccer team. *European Journal of Applied Physiology*, 86 (2), 179-184. Doi:10.1007/s004210100512.

- Georgopoulos NA, Rottstein L, Tsekouras A, Theodoropoulou A, Koukkou E, Mylonas P, Polykarpou G, Lampropoulou E, Iconomou G, Leglise M, Vagenakis AG & Markou KB (2011). Abolished circadian rhythm of salivary cortisol in elite artistic gymnasts. *Steroids*, 76 (4), 353-357. Doi: 10.1016/j.steroids.2010.10.013.
- Gleeson M. (2002). Biochemical and Immunological Markers of Overtraining. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1, 31-41.
- Gómez AR & Mendo HA (2012). Revisión de indicadores de rendimiento en fútbol. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 1 (1):1-14.
- Hackney AC & Machado, M. (2012). Hormonal status, creatine Kinase and soccer: a need for research. *Arq. Bra. Endocrinol Metab*, 56/9, 683-685.
- Hayes LH, Grace FM, Baker JS & Sculthorpe N. (2015). Exercise-Induced Responses in salivary Testosterone, Cortisol, and Their Ratios in Men: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 45(5), 713-726. Doi: 10.1007/s40279-015-0306-y.
- Hayes LD, Bickerstaff & Baker JS (2010). Interactions of Cortisol, Testosterone, and Resistance Training: Influence of Circadian Rhythms. *Chronobiology International*, 27 (4), 675-705. Doi: 10.3109/07420521003778773.
- Handziski Z, Maleska V, Petrovska S, Nikolok S, Mickoska E, Dalip M & Kostova E (2006). The Changes of ACTH, cortisol, testosterone and testosterone/cortisol ratio in professional soccer players during a competition half-season. *Bratislava Medical Journal*, 107 (6-7), 259-263.
- Hellhammer DH, Wüst S & Kudielka BM (2009). Salivary cortisol as a biomarker in stress research. *Psychoneuroendocrinology*, 34, 163-171. Doi: 10.1016/j.psyneuen.2008.10.026.
- Hough J, Corney R, Kouris A & Gleeson M (2013). Salivary cortisol and testosterone responses to high-intensity cycling before and after an 11-day intensified training period. *Journal of Sports Science*, 31 (14), 1614-1623. Doi: 10.1080/02640414.2013.792952.
- Hughes MD & Bartlett RM (2002). The use of performance indicators in performance analysis. *Journal of Sports Science*, 20 (10), 739-754. Doi:10.1080/026404102320675602.
- Jiménez M, Aguilar R & Alvero-Cruz JR (2012). Effects of victory and defeat on testosterone and cortisol response to competition: Evidence and response patterns in men and women. *Psychoneuroendocrinology*, 37(9), 1577-1581. Doi:10.1016/j.psyneuen.2012.02.011.
- Jones P, James N & Mellallieu S (2004). Possession as a performance indicator in soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 4 (1), 98-102.

- Jorge SR, Santos PB & Stefanello J M (2010). O Cortisol Salivar como uma Resposta Fisiológica ao Estresse competitivo: uma Revisão Sistemática. *Revista da Educação Física/UEM*, 4, 677-686. doi: 10.4025/reveducfis.v21i4.9053
- Katis A, Giannadakis E, Kannas T, Amiridis I, Kellis E & Lees A (2013). Mechanisms that influence accuracy of the soccer kick. *Journal of Electromyograph and Kinesiology*, 23:125-131. Doi:10.1016/j.jelekin.2012.08.020.
- Kivlighan KT, Granger DA & Booth A (2005). Gender differences in testosterone and cortisol response to competition. *Psychoneuroendocrinology*, 30 (1), 58-71. Doi:10.1016/j.psyneuen.2004.05.009.
- Lago C (2009). The influence of match location, quality of opposition, and match status on possession strategies in professional association football. *Journal of Sports Sciences*, 27 (13), 1463-1469. Doi:10.1080/02640410903131681.
- Lago-Peñas C (2012). The Role of Situational Variables in Analyzing Physical Performance in Soccer. *Journal of Human Kinetics*, 35, 89-95. Doi: 10.2478/v10078-012-0082-9
- Maia J A R (2007). Modelação da performance: um desafio interminável. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 7 (S1): 13-14.
- Maso F, Lac G, Filaire E, Michaux O & Robert A (2004). Salivary testosterone and cortisol in rugby players: correlation with psychological overtraining, *Br J Sports Med*, 38, 260-263. Doi: 10.1136/bjism.2002.000254.
- Mc Nair D, Lorr R & Droppleman L (1971). Profile of Mood States manual, San Diego, *Educational and Industrial Testing Service*.
- Michailidis Y (2014). Stress hormonal analysis in elite soccer players during a season. *Journal of Sport and Health Science*, 3, 279-283. Doi: 10.1016/j.jshs.2014.03.016.
- Mohr M; Krstrup P & Bangsbo J (2003). Match Performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sport Sciences*, 21, 519-528. Doi: 10.1080/0264041031000071182.
- Oliveira T, Gouveia M & Oliveira R (2009). Testosterone responsiveness to winning and losing experiences in female soccer players. *Psychoneuroendocrinology*, 34 (7), 1056-1064. Doi:10.1016/j.psyneuen.2009.02.006.
- Papacosta E & Nassis E (2011). Saliva as a tool for monitoring steroid, peptide and immune markers in sport and exercise science. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14, 424-434. Doi:10.1016/j.jsams.2011.03.004.
- Peñailillo L, Maya L, Niño G, Torres H & Zbinden-Foncea H (2015). Salivary hormones and IgA in relation to physical performance in football, *Journal of Sports Sciences*. Doi: 10.1080/02640414.2015.1064151.

- Salvador A & Costa R (2009). Coping with competition: Neuroendocrine responses and cognitive variables. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33 (2), 160-170. Doi:10.1016/j.neubiorev.2008.09.005
- Salvador A (2005). Coping with competitive situations in humans. *Neuroscience and Biobehavioral reviews*, 29(1), 195-205. Doi:10.1016/j.neubiorev.2004.07.004.
- Salvador A, Suay F, Gonzalez-Bono E & Serrano (2003). Anticipatory cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men. *Psychoneuroendocrinology*, 28, 364-375. Doi:10.1016/S0306-4530(02)00028-8.
- Samulski DM (2002). Psicologia do esporte: manual para a educação física, psicologia e fisioterapia. São Paulo.
- Santos BP, Machado TA, Osiecki AC, Góes SM, Leite N & Stefanello JM (2014). A necessidade de parâmetros referenciais de cortisol em atletas: Uma revisão sistemática. *Motricidade*, 10 (1), 107-125. Doi: 10.6063/motricidade.10 (1).2610.
- Sedghroohi G, Ravasi AA, Gaieni, AA & Fayazmilani R (2011). The effect of win or loss on serum testosterone and cortisol hormones in female Basketball players. *World Journal of Sport Sciences*, 5(4), 276-281.
- Seeley R, Stephens T & Tate P (2003). Anatomia e Fisiologia. *Lusociência*. ISBN:978-972-8930-62-2.
- Shirakawa T, Mitome M & Oguchi H (2004). Circadian rhythms of S-IgA and cortisol in whole saliva - Compensatory mechanism of oral immune system for nocturnal fall of saliva secretion. *Pediatric Dental Journal*, 14(1), 115-120. Doi:10.1016/S0917-2394(04)70017-8.
- Taylor JB, Mellalieu SD, James N & Shearer DA (2008). The influence of match location, quality of opposition, and match status on technical performance in professional association football. *Journal of Sports Science*, 26(9), 885-895. Doi: 10.1080/02640410701836887
- Teo W, Newton M & McGuigan M (2011). Circadian rhythms in exercise performance: Implications for hormonal and muscular adaptation. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 600-606.
- Wood R I & Stanton S J (2012). Testosterone and sport: Current perspectives. *Hormones and Behavior*, 61(1), 147-155. Doi: 10.1016/j.yhbeh.2011.09.010.

Capítulo 2:

Respostas hormonais da testosterona e do cortisol em contexto competitivo: uma revisão sistemática

Resumo

Nesta revisão foram analisados os estudos que apresentam resultados da resposta das hormonas consideradas de *stresse*, o cortisol e a testosterona, claramente associadas a um comportamento psicobiológico relacionado com a competição desportiva. Após uma pesquisa efetuada nas bases de dados *Scienccdirect e Medline/Pubmed*, foram selecionados sobre esta temática os estudos mais recentes (>2002). A maioria dos estudos recorre a amostras reduzidas e maioritariamente sobre o sexo masculino. O efeito antecipatório à competição, caracterizado por um aumento da ansiedade, geralmente determina alterações em ambas as concentrações hormonais, em especial um aumento da concentração do cortisol. Estas alterações na resposta hormonal surgem igualmente associadas ao resultado da competição, com a testosterona mais elevada nos vitoriosos do que nos perdedores, juntamente com estados psicológicos positivos associados à vitória e negativos associados à derrota. A idade, o género e o nível desportivo do atleta são igualmente considerados fatores diferenciadores do comportamento hormonal em contexto competitivo. Num futuro estudo deverão ser esclarecidos os efeitos a longo prazo nesta resposta hormonal em atletas de elite, considerando o treino intenso prévio e a participação regular em competições de elevado nível. Fica também por aprofundar o efeito que determinada resposta hormonal terá no desempenho desportivo sobretudo quando considerada ao longo de um determinado evento competitivo ou torneio.

Palavras-chave: Cortisol, Testosterona, Stresse, Desporto, Competição.

Testosterone and Cortisol responses in competition: a systematic review

Abstract

In this review we analyzed the results of studies that have considered the response of stress hormones, cortisol and testosterone, clearly associated with a psycho-biological behavior related to sports competition. After a search in databases Science direct and Medline/PubMed only post-2002 studies were selected. In general, study samples are usually small and composed of mostly males. The anticipatory effect of competition is characterized by an increase in anxiety which generally causes an increase in the concentration of cortisol. Such hormonal response also appears linked to the outcome of the competition, with testosterone being higher in winners than in losers, along with positive psychological states associated with victory and negative psychological states associated with defeat. Age, gender and experience of the athlete are considered differentiating factors of hormonal behavior in competitive situations that generate stress. It is unclear the long term effects of intensive training and high level competition on the hormonal levels in elite athletes. Furthermore, it remains to be elucidated what effect certain hormonal response will have on sports performance especially when considered over the course of one important tournament.

Keywords: Cortisol, Testosterone, Stress, Sports, Competition.

Introdução

Numa competição desportiva são naturalmente criadas situações *stressantes* que podem alterar o estado fisiológico e psicológico do atleta, de acordo com a valorização que este atribui ao resultado ou ao objetivo do confronto (Salvador, 2005). A avaliação da situação *stressante* realizada pelo atleta desencadeia processos cognitivos que parecem determinar respostas hormonais características (Salvador & Costa, 2009; Santos et al., 2014). De uma forma geral, o *stress* competitivo desencadeia respostas do sistema nervoso endócrino que preparam o organismo para a ação, sendo os corticosteroides considerados bons indicadores do nível de *stress* no contexto desportivo (Gleeson, 2002; Hellhammer; Wüst & Kudielka, 2009).

A resposta endócrina ao *stress* envolve o aumento da libertação de Corticotrofina (CRH) pelo hipotálamo e o aumento da estimulação simpática da medula supra-renal. A CRH estimula a secreção da hormona adrenocorticotrópica (ACTH) pela adeno-hipófise a qual, por sua vez, estimula no córtex supra-renal a produção da principal hormona glicocorticóide, o cortisol. Esta hormona, cuja concentração está claramente aumentada em situações de *stress*, é conhecida pela sua função catabólica, anti-inflamatória, homeostática e estimulante do metabolismo lipídico, glicolítico e proteico (Salvador & Costa, 2009; Hellhammer, et al., 2009). O cortisol é, deste modo, considerado o mais importante avaliador das situações indutoras de *stress*, como é o caso de uma competição desportiva (Santos et al., 2014), sendo utilizado como biomarcador tanto em modalidades coletivas (Bateup et al., 2002; Carré et al., 2006; Mclellan, Lovell, & Gass, 2010) como em modalidades individuais (Salvador et al., 2003; Kivlighan Granger & Booth, 2005; Panse et al., 2010; Panse et al., 2012).

Por outro lado, também a resposta da expressão da testosterona ao exercício físico parece ter uma relação direta com a competição (Wood & Stanton, 2012). A testosterona é uma hormona esteroide sexual, formada nos homens nas células intersticiais de *Leyding* (testículos), e nas mulheres nos ovários e numa pequena quantidade nas glândulas supra-renais. Esta hormona exerce efeitos androgénicos pelo seu papel no desenvolvimento e manutenção das estruturas reprodutoras e das características sexuais secundárias e ainda efeitos anabólicos dada a sua capacidade para estimular a fixação do nitrogênio e aumentar a síntese proteica numa extensa variedade de tecidos-alvo (Chichinadze & Chichinadze, 2008). A monitorização dos níveis de testosterona no contexto desportivo tem sido também objeto de estudo em várias modalidades, sendo um forte indicador do estado psicofisiológico do atleta e do seu próprio desempenho (Mehta & Josephs, 2006; Oliveira, Gouveia, & Oliveira, 2009; Van der Meij et al., 2010).

Adicionalmente, o rácio das concentrações de testosterona e de cortisol tem sido utilizado na monitorização do nível de *stress* imposto pelo treino e/ou pela competição (Salvador & Costa, 2009). De acordo com os efeitos anabólicos e catabólicos anteriormente descritos para cada uma das hormonas no organismo, é globalmente reconhecido que um rácio

testosterona/cortisol aumentado é geralmente indicador de uma reação positiva do atleta ao treino sendo o oposto um indicador de um efeito *stressante* intenso no organismo (Gleeson, 2002; Chichinadze & Chichinadze, 2008).

Embora a maioria dos estudos apontem para um aumento nos níveis endócrinos de ambas as hormonas perante situações *stressantes*, parecem existir diversas variáveis de natureza endógena e exógena que podem alterar essa cinética hormonal (Cook & Crewther, 2012). Por essa razão tem vindo a ser estudada a relação entre as concentrações de ambas as hormonas com os estados psicológicos do atleta ou da equipa perante diferentes situações competitivas, nomeadamente o seu local de realização (em ou fora de casa) (Carré et al., 2006; Arruda et al., 2014) e o resultado final da competição (Edwards, Wetzel, & Wyner, 2006; Oliveira et al., 2009; Jiménez, Aguilar, & Alvero-Cruz, 2012; Aguilar, Jiménez & Alvero-Cruz, 2013). Outros trabalhos procuram esclarecer a cinética de ambas as hormonas em diferentes momentos da competição (antes, durante e após competição) (Bateup et al., 2002; Salvador et al., 2003; Aizawa et al., 2006; McLelland et al., 2010; Balthazar, Garcia & Spadari-Bratfisch, 2012; Choi et al., 2013; Crewther et al., 2013; Arruda et al., 2014) e de acordo com o género (Kivlighan et al., 2005; Panse et al., 2010; Panse et al., 2012; Li et al., 2015). Não obstante o crescente interesse sobre a temática, a divergência de resultados obtidos tem sido considerável e parece depender da especificidade dos contextos competitivos de cada desporto, do género e das características de cada atleta ou equipa.

Neste domínio é importante clarificar o comportamento hormonal no contexto do desporto e verificar a sua relação com a situação competitiva. Que alterações verificadas nos atletas no dia da competição? De que forma se relacionam com o resultado da competição? No presente estudo de revisão sistemática pretendemos efetuar uma análise dos principais resultados de pesquisas que usam os valores de cortisol e testosterona como biomarcadores de avaliação do stresse gerado pela situação competitiva, em atletas de diferentes modalidades desportivas e diferentes níveis competitivos, em função de duas situações específicas da competição: o momento da competição (pré e pós competição) e o resultado da competição (vitória/derrota).

Método

Foi efectuada uma pesquisa nas bases de dados *ScienceDirect* e *MedLine/Pubmed*, recorrendo a palavras chave pré-definidas e em inglês (*stress AND competition AND cortisol AND testosterone*), tendo sido identificados numa primeira fase 1152 artigos. Considerando o avanço da produção científica, optámos por incluir os estudos publicados desde 2002 até à atualidade, tendo sido excluídos as restantes. Assim, e de acordo com o objetivo definido para este estudo de revisão, foram tidos em conta os seguintes critérios de inclusão: (a) data de publicação (de 2002 à atualidade) (b) amostras exclusivamente com atletas, com idade

superior a 16 anos e (c) estudos originais com recolhas em simultâneo de C (cortisol) e T (testosterona), realizadas em situação de competição.

Este processo de seleção foi realizado em três etapas (ver fig.1) de forma a respeitar os critérios de inclusão já referidos e os critérios de exclusão decorrentes de cada uma das fases, designadamente: (a) títulos sem interesse e artigos repetidos; (b) estudos não realizados com humanos, estudos de revisão e estudos realizados com populações de não atletas; (c) análise da variação hormonal resultante da aplicação de um programa de treino ao longo de uma época desportiva, de utilização de estratégias de recuperação ou preparação, de utilização de suplementos ou em presença de distúrbios médicos e os estudo de caso. Relativamente à tipologia da competição abordada, foram ainda excluídos os estudos efetuados em competições com duração de esforço físico contínuo superior a 3h (maratonas) ou com esforço físico praticamente inexistente (competições de videogames e tabuleiro) e estudos retrospectivos.

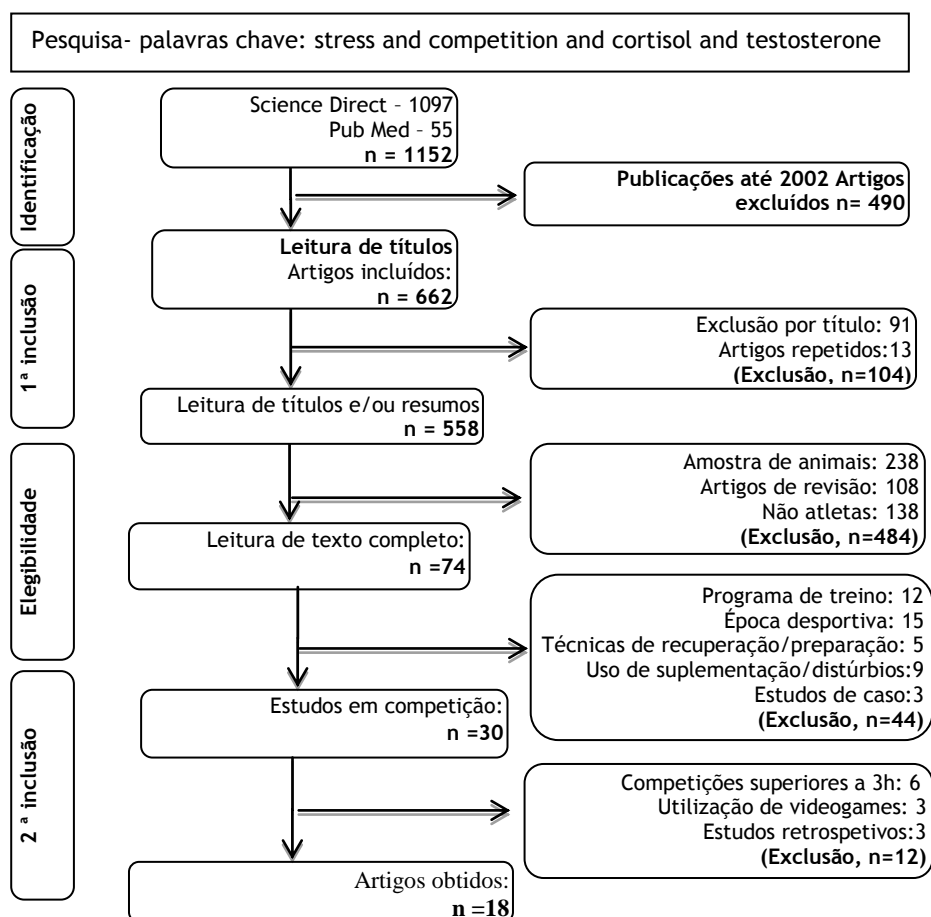


Figura 1. Diagrama de descrição da pesquisa apresentando as várias fases de exclusão de artigos.

Resultados

Após aplicação dos critérios indicados foram incluídos nesta revisão 18 artigos (ver tabela 1), dos quais 10 correspondem a estudos realizados em atletas de modalidades coletivas [futebol (4 artigos), rugby (3 artigos), basquetebol (1 artigo) e hóquei (2 artigos)] e 8 em atletas de modalidades individuais [luta (2 artigos), remo (1 artigo), *badminton* (1 artigo), halterofilismo (2 artigos), triatlo (1 artigo) e atletismo-5000M (1 artigo)] . De entre a totalidade dos artigos (tabela 1), 8 são relativos a estudos realizados com atletas do género masculino, 4 correspondem a atletas do género feminino e os restantes 6 incluem ambos os géneros, num total de 228 atletas do sexo masculino e 177 atletas do sexo feminino. O intervalo das idades dos atletas avaliados encontra-se entre os 17 e os 44 anos.

Tabela 1: Relação dos 18 artigos resultantes da pesquisa.

Referência	Título	Análise do resultado (método)
Bateup et al. (2002)	Testosterone, cortisol and womens's competition	Pré e Pós competição (saliva)
Salvador et al. (2003)	Antecipatory cortisol, testosterone and cortisol response to judo competition in young men	Pré-competição (saliva)
Kivlighan et al. (2005)	Gender differences in testosterone and cortisol response to competition	Pré e Pós competição (saliva)
Carré et al. (2006)	Pre-competition hormonal and psychological levels of elite hockey players: Relationship to the 'home advantage'	Pré-competição (saliva)
Aizawa et al. (2006)	Changes of pituitary, adrenal and gonadal hormones during competition among female soccer player	Pós-competição (sangue)
Edwards et al. (2006)	Intercollegiate soccer: saliva cortisol and testosterone are elevated during competition, and testosterone is related to status and social connectedness with team mates.	Vitória/Derrota (saliva)
Oliveira et al. (2009)	Testosterone responsiveness to winning and losing experiences in female soccer players	Vitória/Derrota (saliva)
McLellan et al. (2010)	Creatine Kinase and endocrine responses of elite players pre, during, and post rugby league match play	Pré e Pós competição (saliva)
Panse et al. (2010)	Cortisol, DHEA, and testosterone concentrations in saliva in response to an international powerlifting competition	Pré e Pós competição (saliva)
Panse et al. (2012)	Changes in steroid hormones during an international powerlifting competition	Pré e Pós competição (saliva)
Balthazar et al. (2012)	Salivary concentrations of cortisol and testosterone and prediction of performance in a professional triathlon competition	Pré e Pós competição (saliva)
Jiménez et al. (2012)	Effects of victory and defeat on testosterone and cortisol response to competition: Evidence for same response patterns in men and women	Vitória/Derrota (saliva)
Choi et al. (2013)	Changes in pain perception and hormones pre- and post-kumdo competition	Pós-competição (sangue)
Crewther et al. (2013)	Monitoring salivary testosterone and cortisol concentrations across an international sports competition: Data comparison using two enzyme immunoassays and two sample preparations	Pós-competição (saliva)
Aguilar et al. (2013)	Testosterone, cortisol and anxiety in elite field hockey players	Vitória/Derrota (saliva)
Arruda et al. (2014)	Influence of competition playing venue on the hormonal responses, state anxiety and perception of effort in elite basketball athletes	Pré e Pós competição (saliva)
Li et al. (2015)	Salivary Immune Factors, Cortisol and Testosterone Responses in Athletes of a Competitive 5,000m Race	Pós-competição (saliva)
Casanova et al. (2015)	Cortisol, testosterone and mood state variation during an official female football competition	Pré e Pós competição Vitória/Derrota (saliva)

Considerando o objetivo do estudo e o tipo de resultados apresentado por cada um dos artigos selecionados, os mesmos irão ser analisados em dois grupos distintos, por um lado as investigações que apresentam os resultados da cinética hormonal em função do comportamento antecipatório dos atletas ao jogo (pré competição) e/ou das alterações decorrentes da competição (pós competição) (13 estudos analisados) e por outro lado, as investigações que analisam esta cinética hormonal em função do resultado da competição (vitória/derrota) (5 estudos analisados).

Como procedimento de recolha de dados a maioria dos artigos recorreu à recolha de saliva para análise da concentração de ambas as hormonas, havendo apenas dois artigos que realizam essa mensuração no sangue (Aizawa et al., 2006; Choi et al., 2013). O efeito do *stresse* competitivo no estado psicológico dos atletas foi avaliado através de questionário na maioria dos estudos, no que diz respeito aos estados de humor (Aizawa et al., 2006; Casanova et al., 2015), aos níveis de ansiedade (Arruda et al., 2014; Carré et al., 2006; Aguilár et al., 2013; Choi et al., 2013), em conjunto estados de humor e níveis de ansiedade (Salvador et al., 2003; Oliveira et al., 2009), à resposta agressiva (Bateup et al., 2002) e à coesão de grupo (Kivlighan et al., 2005; Edwards et al., 2006). Foram ainda monitorizadas variações de performance (Kivlighan et al., 2005; Mcllellan et al., 2010; Panse et al., 2012; Jiménez et al., 2012) e do esforço percebido (Arruda et al., 2014). Em alguns dos estudos apresentados, além do cortisol e da testosterona foram ainda avaliadas outras variáveis fisiológicas (DHEAS, Prolactina, ACTH, LH, FSH e CK) (Aizawa et al., 2006; Mcllellan et al., 2010; Panse et al., 2010; Panse et al., 2012).

Discussão

Esta revisão teve por objetivo a caracterização do estado da arte mais recente relativo à resposta hormonal dos desportistas em contexto competitivo. Do nosso ponto de vista, os estudos apresentados foram agrupados em função de duas situações distintas : (i) na relação com o momento da competição, quer na resposta hormonal antecipativa, quer na resposta hormonal pós-competitiva; (ii) na dependência do desfecho da mesma (vitória *versus* derrota). Em ambas as situações veremos que as respostas hormonais perante o *stresse* competitivo nem sempre são similares entre sexos. Aliás essa variabilidade sexual da resposta hormonal foi reportada particularmente em 6 dos 18 estudos analisados, maioritariamente em modalidades individuais, apesar de nem sempre ser clarificado pelos autores o uso de contraceptivos orais por parte das atletas, o que poderia afetar marcadamente a estabilidade hormonal em treino e em competição (Constantini, Dubnov & Lebrun, 2014).

No que diz respeito à metodologia usada nos diversos estudos, a avaliação destas duas hormonas (cortisol e testosterona) é realizada na saliva na quase totalidade dos estudos consultados, sendo considerado um processo de avaliação fiável, rápido, não invasivo e independente da quantidade de saliva produzida (Papacosta & Nassis, 2011).

A variação da concentração hormonal ao longo do dia poderá ser considerada uma limitação da sua utilização como biomarcador (Shirakawa, Mitome, & Oguchi, 2004). De modo a ultrapassar este constrangimento, na maioria dos estudos analisados, os autores recorreram a desenhos experimentais que permitem controlar o ciclo circadiano. Neste sentido, nos estudos as recolhas de saliva foram realizadas em dias de repouso, enquanto referência para comparação, e nos dias de competição (e.g. Bateup, et al., 2002; Edwards et al., 2006; Carré et al., 2006) outros estudos optaram por efetuar recolhas sistemáticas ao longo dos dias de repouso e de competição, num mínimo de três recolhas diárias (e.g. Oliveira et al., 2009 e Balthazar et al., 2012).

Mesmo assim, não se verifica uma uniformidade no que respeita ao momento das coletas, tanto no que respeita ao dia de recolha em situação de não competição (considerada como valor basal), como no que respeita aos momentos antes da competição (pré), ou depois da competição (pós). Numa análise às diversas metodologias utilizadas para a recolha em repouso há estudos que a realizam 24h antes (Bateup et al., 2002; Mclleland et al., 2010; Panse et al., 2012; Crewther et al., 2013), 3 dias antes (Aizawa et al., 2006) outros indicam realizá-la em situação de não competição (Salvador et al., 2003; Kivlighan et al., 2005; Carré et al., 2006; Panse et al., 2010) e outros ainda não referem se realizaram este procedimento (Choi et al., 2013; Arruda et al., 2014; Li et al., 2015). Já no que respeita às recolhas efetuadas no dia da competição, todos os estudos referem realizar coletas antes e após competição, no entanto, existe uma grande dissemelhança no que respeita ao tempo que decorre entre a hora da recolha e a hora da competição (e.g. 20 min, nos estudos de Bateup et al., 2002 e Kivlighan et al., 2005; 30 min, nos estudos de Oliveira et al., 2009 e Mclleland et al., 2010 e 45 min. nos estudos de Carré et al., 2006 e Aguilar et al., 2013).

Relação com o momento da competição

A maioria dos artigos revistos parece reportar uma resposta endócrina associada a uma avaliação cognitiva da situação *stressante* imposta pela competição desportiva (ver tabela 2). Este estado de stresse pré-competitivo tende a ser caracterizado por valores elevados de cortisol e por elevados níveis de ansiedade, comparativamente com o estado de repouso (Salvador & Costa, 2009). Esse aumento do nível de cortisol pré-competitivo parece ser mais notório quando a competição ocorre em casa (Carré et al., 2006), contexto esse que parece induzir um factor de *stresse* adicional (Salvador, 2005). O aumento da concentração de cortisol em antecipação à competição parece ocorrer em ambos os géneros e em diferentes modalidades desportivas, tendo sido reportado especificamente no rugby (Bateup et al., 2002; Mcllellan et al., 2010), no judo (Salvador et al., 2003), no remo (Kivlighan et al., 2005), no hockey (Carré et al., 2006) e no triatlo (Balthazar et al., 2012). Em alguns estudos verifica-se uma nivelação das concentrações de cortisol, não se apresentando aumentadas de forma significativa em antecipação à competição, o que parece sugerir que os atletas de nível desportivo superior serão mais hábeis na gestão do *stresse* competitivo (Panse et al., 2012;

Arruda et al., 2014); Assim, nestes atletas do sexo masculino, de maior nível desportivo, parece ocorrer um efeito de regulação hormonal. De qualquer forma, de acordo com Georgopoulos et al. (2011), dever-se-á considerar que o ritmo circadiano diurno do cortisol salivar em atletas de elevado nível desportivo pode estar alterado devido ao treino extenuante prévio em acumulação com as condições *stressantes* impostas pela competição.

Tabela 2: Síntese dos resultados obtidos pelos estudos consultados a respeito da resposta hormonal antecipatória à competição e após a competição.

Referência	Modalidade	Amostra	Cortisol		Testosterona	
			Pré	Pós	Pré	Pós
Bateup et al. (2002)	Rugby (atletas universitárias)	Feminino (n=17, 18 a 22 anos)	↑ C	↑ C	↑ T	↑ T
Salvador et al. (2003)	Judo (competição oficial)	Masculino (n=17, 19.3±0.6 anos)	↑ C	NR	± T	NR
Kivlighan et al. (2005)	Remo (atletas universitários)	Masculino (n=23, 17-31anos) Feminino (n=23, 17-31 anos)	↑ C (M e F)	↑ C (M e F)	↓ T* (F pouco experientes)	↑ T* (M)
Carré et al. (2006)	Hockey (atletas de elite)	Masculino (n=17, 18.2±1.4 anos)	↑ C (nos jogos em casa)	NR	↑ T (nos jogos em casa)	NR
Aizawa, et al. (2006)	Futebol (atletas de elite)	Feminino (n=9, 20±0,4 anos)	NR	↑ C	NR	± T
Mclellan et al. (2010)	Rugby (atletas de elite)	Masculino (n=17, 19.0±1.3 anos)	↑ C	↑ C	↓ T	↑ T
Panse et al. (2012)	Powerlifting (atletas de elite)	Masculino (n=8, 20.1±0.7 anos) Feminino (n=11, 19.1±0.8 anos)	± C (M e F)	↑ C (M e F)	± T* (M e F)	↑ T* (M)
Choi et al. (2013)	Lutas (Kendo) (atletas amadores)	Masculino (n=17, 43.5±8.6 anos)	NR	↑ C	NR	± T
Crewther et al. (2013)	Rugby (atletas de elite)	Masculino (n=19, 25,8±4.2 anos)	NR	± C	NR	± T
Arruda et al. (2014)	Basquetebol (atletas de elite)	Masculino (n=24, 17.8±0.4 anos)	± C	↑ C	↑ T (nos jogos em casa)	↑ T
Li et al. (2015)	5000M (atletas universitários)	Masculino (n=9, 19,3±0.7 anos) Feminino (n=9, 19,1±0.5 anos)	NR	↑ C (M e F)	NR	± T* (M e F)
Balthazar et al. (2012)	Triatlo (atletas profissionais)	Masculino (n=8, 27,8±3,2 anos)	↑ C	± C	↑ T	↑ T
Panse et al. (2010)	Powerlifting (atletas de elite)	Masculino (n=13, 37.7±2.4 anos) Feminino (n=13, 34,2±2,5 anos)	↑ C (F)	↑ C (M e F)	± T* (M e F)	± T* (M e F)

Legenda: (↑, aumento; ↓, diminuição; ±, sem alterações significativas; C, cortisol, T, testosterona; M, masculino, F, feminino; *, diferenças significativas entre sexo; NR, Não referido).

Relativamente à testosterona os estudos parecem indicar um aumento de concentração antes da competição nos atletas praticantes de desportos coletivos, designadamente no rugby (Bateup et al., 2002), no hóquei (Carré et al., 2006) e no basquetebol (Arruda et al., 2014). Em atletas praticantes de modalidades individuais os resultados entre estudos são bastante inconsistentes e distintos relativamente ao género. De facto, os valores pré-competitivos não se mostram significativamente diferentes dos valores de repouso para praticantes masculinos de luta (Salvador et al., 2003) e de halterofilismo de ambos os sexos (Panse et al., 2010; Panse et al., 2012). O estudo de Kivlighan et al. (2005) reporta ainda diferenças entre géneros, apresentando valores mais baixos para as mulheres remadoras pouco experientes.

Os estudos consultados debruçam-se também sobre a variação da concentração de ambas as hormonas entre o início e fim da competição. A este respeito os resultados parecem ser consensuais para a cinética hormonal do cortisol em homens e mulheres, verificando-se níveis de concentração significativamente aumentados após a competição em atletas praticantes de modalidades coletivas (Bateup et al., 2002; Aizawa et al., 2006; Mcllellan et al., 2010; Arruda et al., 2014) e individuais (Kivlighan et al., 2005; Panse et al., 2010; Panse et al., 2012; Choi et al., 2013; Li et al., 2015). Mesmo assim, dois dos estudos analisados, realizados com atletas de elite do sexo masculino, não reportaram alterações nas concentrações de cortisol pós competição (Balthazar et al., 2012; Crewther et al., 2013).

Relativamente à concentração pós-competitiva de testosterona os resultados são menos concordantes: reportaram-se níveis de concentração mais elevados em atletas de basquetebol e rugby (Bateup et al., 2002; Mcllellan et al., 2010; Arruda et al., 2014), em remadores (Kivlighan et al., 2005) e em praticantes masculinos de halterofilismo (Panse et al., 2012), enquanto que em praticantes de lutas (Choi et al., 2013), de atletismo-5000M (Li et al., 2015), de futebol feminino (Aizawa et al., 2006), de rugby masculino (Crewther et al., 2013) e halterofilismo (Panse et al., 2010) o aumento não se revelou significativo.

Nas mulheres os estudos sendo mais escassos, revelam concentrações de testosterona significativamente mais reduzidas do que nos homens (Kivlighan et al., 2005; Panse et al., 2010; Panse et al., 2012; Li et al., 2015). De qualquer modo é preciso considerar que as mulheres produzem cerca de cinco a sete vezes menos testosterona do que os homens (Wood & Stanton, 2012). No homem a produção de testosterona resulta da ativação do eixo hipotalâmico-pituitário-gonadal enquanto que nas mulheres a maioria da testosterona deriva da dehidroepiandrosterona (DHEA) (Bateup et al., 2002). Essa variabilidade fisiológica condiciona naturalmente a comparação directa da resposta hormonal entre os géneros.

Importa ainda referir que a comparabilidade entre os estudos nesta matéria estará claramente dependente da similitude das circunstâncias da competição. Com efeito, a concordância entre estudos na hora do dia da competição é fundamental, dado que diferenças a esse respeito podem conduzir a distintos padrões de produção hormonal (Kivlighan et al., 2005; Panse et al., 2010). Para além disso, Cook e Crewther (2012) salientam que antes de uma competição é provável que determinadas estratégias

motivacionais produzam efeitos nas concentrações de cortisol e testosterona e consequentemente no desempenho demonstrado pelos atletas. A maioria dos estudos não refere a existência de estratégias motivacionais que poderiam afetar a cinética hormonal. Contudo, durante uma competição oficial esperam-se *feedbacks* motivacionais por parte do treinador, da equipa ou da assistência. Encontramos um exemplo claro desse contexto encorajador na modalidade de remo, onde um dos elementos (timoneiro) estimula a equipa antes, durante e após a prova (Kivlighan et al., 2005). Esse contexto ecológico do ambiente competitivo não é suficientemente detalhado nos estudos, provavelmente porque é de difícil controlo e replicação. Mesmo assim, o seu efeito deve ser considerado.

Relação com o resultado

A possível relação entre a resposta hormonal em função do resultado da competição, estudando separadamente os atletas vitoriosos e os derrotados, é reportada em 5 dos 18 artigos revistos (ver tabela 3).

Tabela 3: Síntese dos resultados obtidos pelos estudos consultados a respeito da resposta hormonal em relação ao resultado da competição.

Referência	Modalidade	Amostra	Cortisol		Testosterona	
			Vitória	Derrota	Vitória	Derrota
Edwards et al. (2006)	Futebol (atletas universitárias)	Masculino (n=22, 22 anos) Feminina (n= 20, 22 anos)	↑ C (M e F)	↑ C (F)	↑ T (F e M)	↑ T (F)
Oliveira et al. (2009)	Futebol (atletas 1ª divisão)	Feminina (n=33, 24.0±4.8 anos)	≈ C	≈ C	↑ T	↓ T
Jiménez et al. (2012)	Badminton (atletas de nível nacional)	Masculino (n=27, 24.5±4.0 anos) Feminina (n=23, 23.6±3.7 anos)	≈ C (M e F)	Pico de C (M e F)	↑ T (M e F)	↓ T (M e F)
Aguilar et al. (2013)	Hóquei em campo	Masculino (n=7, 28.7±1.7 anos)	≈ C	↑ C	↑ T	↓ T
Casanova et al. (2015)	Futebol (atletas de elite)	Feminino (n=20, 22,8±4,2anos)	≈ C	≈ C	↓ T	↓ T

Legenda: ↑, aumento; ↓, diminuição; ≈, sem alterações significativas; C, cortisol, T, testosterona; M, masculino, F, feminino; V, vitória, D, derrota).

No que se refere ao cortisol, os estudos reportam que as concentrações desta hormona tendem a aumentar significativamente em caso de derrota e a manterem-se estáveis nas competições que resultaram em vitória, nomeadamente no hóquei masculino (Aguilar et al., 2013) e, em ambos os géneros, no badminton (Jiménez et al., 2012). Contudo, alguns estudos mostram um padrão hormonal distinto em mulheres, nomeadamente nas praticantes de modalidades coletivas, não demonstrando uma variação significativa na concentração de

cortisol na dependência do resultado competitivo (Edwards et al., 2006; Oliveira et al., 2009 e Casanova et al., 2015).

Relativamente à testosterona, o padrão parece ser mais regular entre géneros, verificando-se um aumento na sua concentração em atletas vitoriosos e uma descida nos derrotados. Estes resultados foram evidentes no futebol feminino (Oliveira et al., 2009), no futebol masculino (Edwards et al., 2006), no hóquei masculino (Aguilar et al., 2013) e no badminton em ambos os géneros (Jiménez et al., 2012). Estes resultados parecem congruentes com a perspectiva de Salvador (2005) sobre os diferentes comportamentos hormonais entre perdedores e ganhadores: enquanto que a vitória parece determinar um aumento da testosterona (resultando num comportamento dominante por parte dos ganhadores e a consequente vontade de voltar a competir), a derrota tende a induzir a sua diminuição, provocando um comportamento de submissão e diminuição da vontade de competir novamente. Assim, verificamos que num confronto desportivo são produzidas alterações hormonais influenciadas pelo resultado da competição, consoante se obtenha uma vitória ou uma derrota. Contudo, parecem existir exceções a este modelo; num dos estudos analisados registou-se um aumento da concentração de testosterona pós-jogo em ambas as vencedoras e as derrotadas do género feminino (Edwards et al., 2006). A razão para estes resultados parece estar relacionada com a natureza do confronto, apontada nestes estudos como de elevado desafio físico e mental, o que poderá conduzir a um aumento drástico da testosterona e do cortisol independentemente do resultado do jogo (Sedghroohi et al., 2011). Para além disso, Van der Meij et al. (2010) referem que a eficácia dos adversários pode contribuir mais para a alteração do padrão hormonal da testosterona do que o próprio estado psicológico do atleta. Referem os autores que a concentração de testosterona nos perdedores aumenta mais quando os adversários consideram a competição em si como pouco relevante.

Embora existam escassos estudos sobre esta matéria, em geral a resposta hormonal reportada tende a assumir um padrão complacente com o modelo biosocial de dominância desenvolvido por Mazur (1985). Esse modelo considera que o ser humano quando compete por um determinado *status* social, mostra sinais que evidenciam a manutenção ou aumento de um *status* elevado, revelando um comportamento dominante que pode tornar-se agressivo, sendo o resultado final do confronto dependente da capacidade de resistir ao *stress*. As alterações de testosterona após uma perda de *status* (derrota) produzem consequências no comportamento social a curto prazo; atletas perdedores mas com elevados níveis de testosterona estão mais predispostos para voltar a competir com o mesmo adversário do que atletas com níveis mais baixos de testosterona. Por outro lado, nos ganhadores, as concentrações de testosterona não se encontraram relacionadas com a vontade de voltar a competir (Mehta & Josephs, 2006).

Futuros estudos nesta matéria deverão não só estudar a mesma amostra de atletas em contextos de vitória e derrota perante adversários de diferentes níveis competitivos, mas também perante competições de maior ou menor importância. Importa ainda reflectir sobre a

necessidade de maior uniformização dos procedimentos metodológicos, em particular no que se refere ao momento da recolha das amostras biológicas após a competição. O tempo entre o final da competição e a recolha de saliva deverá permitir, por um lado, que as alterações sanguíneas de esteróides estejam reflectidas na saliva e, por outro lado, evitar o declínio de concentração esperado (Kivlighan et al., 2005). Sugerimos por isso que sempre que possível os estudos prevejam pelo menos duas recolhas: entre os 20 e os 40 minutos após a competição.

Conclusões

Esta pesquisa teve por objetivo efetuar uma revisão sistemática atualizada acerca da resposta das hormonas esteroides cortisol e testosterona em atletas sujeitos a *stresse* competitivo. Verificámos que, de uma forma geral, as modalidades coletivas, futebol, basquetebol, hockey e rugby reúnem um maior número de publicações recentes. Também o género masculino é mais estudado, quando comparado com o número de estudos recentes que incluem ou estudam isoladamente o género feminino. Destaca-se a homogeneidade da metodologia utilizada no que se refere ao controlo do ciclo circadiano das hormonas nos momentos pré e pós competitivos. Todavia, nem sempre são considerados ou pelos menos descritos, os critérios de controlo de variáveis que possam afetar o registo dos indicadores hormonais, nomeadamente a existência de *feedbacks* motivacionais.

Relativamente aos resultados encontrados é consensual o efeito de diversos fatores associados ao contexto competitivo na concentração de cortisol e de testosterona, em ambos os géneros. De facto, a resposta hormonal e psicológica para além de dependente do sexo parece estar associada à experiência e ao nível competitivo do atleta, sendo este último um aspeto essencial a explorar em estudos futuros. Para além disso, o resultado da competição parece afetar positivamente ou negativamente (ganhar e perder, respetivamente) o estado psicológico, com evidente efeito na resposta endócrina de ambas as hormonas estudadas. Contudo, num próximo estudo deverá ser aprofundado o efeito concreto na qualidade do desempenho individual do atleta (sobretudo no contexto dos desportos coletivos) e conhecer a cinética da resposta endócrina num contexto que agregue vários momentos competitivos ao longo de um determinado período, como sejam os campeonatos ou torneios com fases de grupos.

Neste sentido, mais estudos de carácter psicofisiológico serão necessários para esclarecer o impacto real da carga de treino assim como a aplicabilidade de biomarcadores hormonais na prevenção da fadiga extrema e da saúde dos atletas. De facto, não é conhecido o efeito crónico do treino e da competição em atletas de elevado nível desportivo na sua resposta hormonal perante o *stresse* competitivo.

Referências

- Aguilar R, Jiménez M & Alvero-Cruz J (2013). Testosterone, Cortisol and anxiety in elite field hockey players. *Physiology & Behavior*, 119, 38-42. Doi:10.1016/j.physbeh.2013.05.043.
- Arruda AF, Aoki MS, Freitas CF, Drago G, Oliveira R, Crewther B & Moreira A (2014). Influence of competition playing venue on the hormonal response, state anxiety and perception of effort in elite basketball athletes. *Physiology & Behavior*, 130, 1-5. Doi:10.1016/j.physbeh.2014.03.007.
- Aizawa K, Nakahori C, Akimoto T, Kimura F, Hayashi K, Kono I & Mesaki N (2006). Changes of pituitary, adrenal and gonadal hormones during competition among female soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46 (2), 322-327.
- Balthazar CH, Garcia MC & Spadari-Bratfisch C (2012). Salivary concentrations of cortisol and testosterone and prediction of performance in a professional triathlon competition. *Stress: The International Journal on the Biology of Sports*, 15 (5), 495-502. Doi:10.3190/10253890.2011.642033.
- Bateup HS, Booth A, Shirtcliff EA & Granger DA (2002). Testosterone, cortisol, and women's competition. *Evolution and Human Behavior*, 23(2), 181-192. Doi:10.1016/S1090-5138(01)00100-3.
- Carré J, Muir C, Belanger J & Putnam SK (2006). Pre-competition hormonal and psychological levels of elite hockey players: Relationship to the "home advantage". *Physiology & Behavior*, 89(3), 392-398. Doi:10.1016/j.physbeh.2006.07.011.
- Casanova N, Palmeira-de-Oliveira A, Pereira A, Crisóstomo LD, Travassos B, Costa AM. (2015). Cortisol, testosterone and mood state variation during an official female football competition. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Jul 8. [Epub ahead of print].
- Chichinadze K & Chichinadze N (2008). Stress induced increase of testosterone: contributions of social status and sympathetic reactivity. *Physiology & Behavior*, 94(4), 595-603. Doi: 10.1016/j.physbeh.2008.03.020.
- Choi JC, Min S, Kim YK, Choi JH, Seo SM & Chang SJ (2013). Changes in pain perception and hormones pre-and pos-Kumdo competition. *Hormones and Behavior*, 64(4), 618-623. Doi: 10.1016/j.yhbeh.2013.08.013.
- Constantini, N. W., Dubnov, G., Lebrun, C. M. (2014). The Menstrual Cycle and Sport Performance. *Clinics in Sports Medicine*, 24(2), e51-e82. Doi:10.1016/j.csm.2005.01.003.

- Cook CJ & Crewther BT (2012). The effects of different pre-game motivational interventions on athlete free hormonal state and subsequent performance in professional rugby union matches. *Physiology & Behavior*, 106(5), 683-688. Doi: 10.1016 /j.physbeh.2012.05.009.
- Crewther BT, Al-Dujaili E, Smail NF, Anastasova S, Kilduff LP & Cook CJ (2013). Monitoring salivary testosterone and cortisol concentrations across an international sports competition: Data comparison using two enzyme immunoassays and two preparations. *Clinical Biochemistry*, 46, 354-358. Doi: 10.1016/j.clinbiochem.2012.11.019.
- Edwards DA, Wetzel K & Wyner DR (2006). Intercollegiate soccer: Saliva cortisol and testosterone are elevated during competition, and testosterone is related to status and social connectedness with teammates. *Physiology & Behavior*, 87(1), 135-143. Doi:10.1016/j.physbeh.2005.09.007.
- Georgopoulos NA, Rottstein L, Tsekouras A, Theodoropoulou A, Koukkou E, Mylonas P, Polykarpou G, Lampropoulou E, Iconomou G, Leglise M, Vagenakis AG & Markou KB (2011). Abolished circadian rhythm of salivary cortisol in elite artistic gymnasts. *Steroids*, 76 (4), 353-357. Doi: 10.1016/j.steroids.2010.10.013.
- Gleeson M (2002). Biochemical and Immunological Markers of Overtraining. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2, 31-41.
- Hellhammer DH, Wüst S & Kudielka BM (2009). Salivary cortisol as a biomarker in stress research. *Psychoneuroendocrinology*, 34, 163-171. Doi:0.1016/j.psyneuen.2008.10.026.
- Jiménez M, Aguilar R & Alvero-Cruz JR (2012). Effects of victory and defeat on testosterone and cortisol response to competition: Evidence and response patterns in men and women. *Psychoneuroendocrinology*, 37(9), 1577-1581. Doi: 10.1016/j.psyneuen.2012.02.011.
- Kivlighan KT, Granger DA & Booth A (2005). Gender differences in testosterone and cortisol response to competition. *Psychoneuroendocrinology*, 30(1), 58-71. Doi:10.1016/j.psyneuen.2004.05.009.
- Li CY, Hsu GS, Suzuki, K, Ko MH & Fang SH (2015). Salivary Immuno Factors, Cortisol and Testosterone Responses in Athletes in of a Competitive 5,000m Race. *Chinese Journal of Physiology*, 58(4), 263-269. Doi: 10.4077/CJP.2015.BAE367.
- Kivlighan KT, Granger DA & Booth A (2005). Gender differences in testosterone and cortisol response to competition. *Psychoneuroendocrinology*, 30 (1), 58-71. Doi:10.1016/j.psyneuen.2004.05.009.
- Mazur A (1985). A biosocial model of status in face-to-face primate groups. *Social Forces*, 64(2), 377-402. Doi: 10.2307/2578647.

- Mclellan CP, Lovell DI & Gass GA (2010). Creatine Kinase and Endocrine Responses of Elite Players Pre, During, and Post Rugby League Match Play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11), 2908-2919. Doi: 10.1519/JSC.0b013e3181c1fcb1.
- Mehta PH & Josephs RA (2006). Testosterone change after losing predicts the decision to compete again. *Hormones and Behavior*, 50(5), 684-692. Doi:10.1016/j.yhbeh.2006.07.00.
- Oliveira T, Gouveia MJ & Oliveira RF (2009). Testosterone responsiveness to winning and losing experiences in female soccer players. *Psychoneuroendocrinology*, 34(7), 1056-1064. Doi: 10.1016/j.psyneuen.2009.02.006.
- Papacosta E & Nassis E (2011). Saliva as a tool for monitoring steroid, peptide and immune markers in sport and exercise science. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14, 424-434. Doi:10.1016/j.jsams.2011.03.004.
- Panse BL, Vibarel-Rebot N, Parage G, Albrings D, Amiot V, Ceaurriz J & Collomp K (2010). Cortisol, DHEA, and testosterone concentrations in saliva in response to an international powerlifting. *Stress: The International Journal on the Biology of Stress*, 13 (6), 528-532. Doi:10.3109/10253891003743440.
- Panse BL, Labsy Z, Baillot A, Vibarel-Rebot N, Parage G, Albrings D, Lasne F & Collomp K (2012). Changes in steroid hormones during an international powerlifting competition. *Steroids*, 77(13), 1339-1344. Doi: 10.1016/j.steroids.2012.07.015.
- Salvador A (2005). Coping with competitive situations in humans. *Neuroscience and Biobehavioral reviews*, 29(1), 195-205. Doi:10.1016/j.neubiorev.2004.07.004.
- Salvador A & Costa R (2009). Coping with competition: Neuroendocrine responses and cognitive variables. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33(2), 160-170. Doi:10.1016/j.neubiorev.2008.09.005.
- Salvador A, Suay F, Gonzalez-Bono E & Serrano MA (2003). Anticipatory cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men. *Psychoneuroendocrinology*, 28(3), 364-375. Doi: 10.1016/S0306-4530(02)00028-8.
- Santos P, Machado T, Osiecki A, Góes S, Leite N & Stefanello J (2014). A necessidade de parâmetros referenciais de cortisol em atletas: Uma revisão sistemática. *Motricidade*, 10(1), 107-125. Doi:10.6063/motricidade.10(1).2610.
- Sedghroohi G, Ravasi AA, Gaieni AA & Fayazmilani R (2011). The effect of win or loss on serum testosterone and cortisol hormones in female basketball players. *World Journal of Sport Sciences*, 5(4), 276-281.

- Shirakawa T, Mitome M & Oguchi H (2004). Circadian rhythms of S-IgA and cortisol in whole saliva - Compensatory mechanism of oral immune system for nocturnal fall of saliva secretion. *Pediatric Dental Journal*, 14(1), 115-120. Doi:10.1016/S0917-2394(04)70017-8.
- Van der Meij L, Buunk AP, Almela M & Salvador A (2010). Testosterone responses to competition: The opponent's psychological state makes it challenging. *Biological Psychology*, 84 (2), 330 -345. Doi: 10.1016/j.biopsycho.2010.03.017.
- Wood R I & Stanton S J (2012). Testosterone and sport: Current perspectives. *Hormones and Behavior*, 61(1), 147-155. Doi: 10.1016/j.yhbeh.2011.09.010.

Capítulo 3:

Alterações do cortisol, testosterona e estados de humor durante um torneio oficial de futebol feminino

Resumo

Objetivo: As hormonas esteroides são essenciais no controlo das reações e adaptações fisiológicas no decorrer da performance desportiva. O presente estudo teve por objetivo comparar os estados de humor e os níveis salivares de cortisol e testosterona durante um torneio oficial da seleção nacional de futebol feminino.

Método: A amostra foi constituída por 20 atletas da seleção nacional feminina ($22,85 \pm 4,2$ anos de idade). Os estados de humor e as concentrações salivares de cortisol e testosterona foram avaliados em cinco momentos ao longo do campeonato (M1 - avaliação basal; M2 a M5 avaliações realizadas em cada dia de jogo). As amostras de saliva foram colhidas ao acordar, antes e após cada jogo. Os estados de humor foram avaliados através do POMS. Os níveis hormonais na saliva foram determinados por métodos de imunoensaio.

Resultados: O *perfil de iceberg* foi observado em todos os momentos da avaliação (M2 a M5), demonstrando uma diminuição no vigor e aumento da tensão e depressão em ambas as derrotas (M2 e M5). Não se verificou relação entre os níveis hormonais e o resultado da competição, dado que a testosterona diminui do pré-jogo para o pós-jogo nas duas vitórias (M3 e M4) e nas duas derrotas (M2 e M5), enquanto que o cortisol só diminui na última competição. Relativamente à testosterona verifica-se uma descida significativa ($p < 0.05$) antes e após cada jogo.

Conclusão: Os resultados mostram um padrão típico no comportamento dos estados de humor de atletas de elite (*perfil de iceberg*). O Cortisol mantém-se e a testosterona decresce depois de cada jogo e ao longo do torneio, independentemente do resultado do jogo. A ausência de flutuações hormonais relacionadas com o desempenho das atletas é indicador de que jogadoras de nível superior (de elite) de futebol parecem estar bem adaptadas ao efeito do stresse competitivo.

Palavras-chave: Mulher, Desporto, Futebol, Cortisol, Testosterona

Cortisol, Testosterone and Mood State variation during an official female football competition

Abstract

Aim: Endogenous hormones are essential on the control of physiological reactions and adaptations during sport performance. This study aims to compare the mood state and the salivary levels of cortisol and testosterone during an official female association football tournament.

Methods: Twenty female football players (22.85 ± 4.2 yrs) from the Portuguese women's national team were included in the study. Mood, salivary cortisol and testosterone levels were examined in five moments over the championship (M1, neutral measures; M2-M5, on every match day). Saliva samples were collected before breakfast, before and immediately after each match. Mood was measured by the profile of mood states questionnaire (POMS); hormone levels were measure by immunoassay methods.

Results: Iceberg Profiles of POMS were observed during all the moments of evaluation (M2-M5), showing a decrease in vigor and an increase in tension and depression in both team defeats (M2 and M5). There is no relationship between the hormones levels and the outcome of the competition, testosterone decrease from pre-match to post-match in both wins (M3 and M4) and defeats (M2 and M5), and cortisol decrease only in the last match. For testosterone the observed decrease is significantly different ($p < 0.05$) before and after all matches.

Conclusion: Our results show a pattern in mood states behavior. Testosterone decrease after match and throughout the tournament, independently of the match outcome. The absence of hormone fluctuations related to competition performance points out that top-level professional football players training systematically and regularly seem to be very well adapted to competition stress effect.

KeyWords: Female, Sports, Soccer, Testosterone, Cortisol

Introdução

No desporto de alto nível, para alcançar o máximo desempenho, é necessário que os atletas mantenham as suas capacidades num estado ótimo durante a competição. No processo de treino a carga é selecionada fornecendo um estímulo ideal, para a adaptação específica à modalidade desportiva e à melhoria do desempenho do atleta (Filaire et al., 2001). Contudo, as competições desportivas são usualmente geradoras de *stresse* nos atletas, podendo alterar os seus estados psicológico e fisiológico de diferentes formas (Salvador & Costa, 2009). O *stresse* competitivo pode ser considerado um processo psicofisiológico complexo (Pfister & Muir, 1992) causado pelo grau de incerteza quanto ao resultado final, em especial nos desportos coletivos.

Ao longo dos anos, alguns biomarcadores têm sido utilizados para entender e avaliar as alterações do estado psicológico e fisiológico do atleta. Na literatura, o cortisol é considerado um importante biomarcador de *stresse* (Gleeson, 2002), tendo uma função catabólica, anti inflamatória e homeostática que influencia o equilíbrio eletroquímico e metabólico (Filaire et al., 2009). Esta hormona esteroide tem um profundo efeito fisiológico e psicológico na resposta ao *stresse*, motivando fortemente o comportamento humano para os resultados desejáveis e com uma fraca motivação para os resultados negativos (Foster & Trimm, 2008). Enquanto que o cortisol é a principal hormona corticosteroide, a testosterona é considerada um androgénio primário, sendo complementares um do outro, mas com funções biológicas diferentes. A testosterona tem como principal função o desenvolvimento e regulação das características sexuais secundárias masculinas e função reprodutiva para estimular a fixação de nitrogénio e aumentar a síntese proteica numa ampla variedade de tecidos alvo (Chichinadze & Chichinadze, 2008; Edwards, 2006). Apesar da diferença nos níveis circulantes entre géneros (Bateup et al., 2002), diversos estudos (Mehta & Josephs, 2008; Zyphur et al., 2009), têm mostrado que a testosterona parece exercer influências similares em ambos os sexos particularmente nos comportamentos dominantes (Liening & Josephs, 2010).

A associação entre o stress fisiológico e endócrino durante as competições desportivas tem sido estudada com base em diversas variáveis, designadamente o efeito antecipatório da competição (Strahler et al, 2010), o efeito das experiências de vitória e de derrota (Oliveira, Gouveia & Oliveira, 2009; Sedghroohi et al, 2011), o efeito de utilização de estratégias motivacionais antes da competição (Crewther & Cook, 2012) e o estado psicológico dos adversários (Van der Meij et al., 2012). Quando o individuo avalia a competição como importante, controlável e dependente do seu esforço, é desenvolvido um padrão de resposta ativo, caracterizado pelo aumento da testosterona e ativação do sistema nervoso simpático (SNS), acompanhado por estados de humor positivos. Por outro lado, quando a competição é considerada ameaçadora ou fora de controlo, é desenvolvida uma resposta passiva, caracterizada por níveis insuficientes de testosterona e de ativação do SNS e aumento do cortisol circulante, afetando os estados de humor e a satisfação (Salvador & Costa, 2009).

A importância da competição (nível regional *versus* nacional) também parece ser um fator de diferenciação na relação entre a resposta hormonal e psicológica à competição em cada um dos desportos (Filaire et al., 2001; Salvador, 2005; Sedghroohi et al., 2011). No entanto, como mencionado por Mazur e Booth (1998), parece relevante assumir que as hormonas podem afetar o comportamento mas são também afetadas pelo próprio comportamento, assim como por vários parâmetros ambientais e biológicos. Recentemente foi demonstrado que o cortisol tem um efeito supressor na testosterona (Metha & Josephs, 2010) pela regulação indireta de regulação de recetores de androgéneo (Liening & Josephs, 2010). De verdade, os efeitos da testosterona no comportamento dominante só serão demonstrados quando o cortisol basal se apresenta com baixa concentração (Mazur & Booth, 1998).

Com base nesta evidência, Liening e Josephs (2010) sugerem que uma atitude motivada em direção a resultados desejáveis é uma condição necessária para permitir um comportamento do tipo dominante, como é a vontade de conseguir ter *status*. Este facto parece ser uma razão pertinente para que, em alguns estudos, não seja referido qualquer efeito da testosterona no comportamento humano competitivo (Maner et al., 2008; Schultheiss et al., 2005). De facto, a literatura parece bastante inconsistente, mostrando diferentes padrões hormonais relativamente à competição desportiva, que dependem do género (Kivlighan, Granger & Booth, 2005; Jiménez, Aguilar & Alvero-Cruz, 2012), da idade (Salvador et al., 2003; Filaire et al., 2013) e até da experiência competitiva (Kivlighan et al., 2005). Na realidade, atletas de elevado nível competitivo parecem demonstrar uma habituação neuroendócrina na resposta gerada perante um potencial stresse competitivo não demonstrando efeitos significativos na resposta do cortisol salivar ao acordar (Strahler et al., 2010). A discrepância de resultados pode surgir do aumento do control mental dos atletas em algumas modalidades desportivas (Sedghroori et al., 2011). De facto, em atletas de judo identificou-se um aumento dos níveis de cortisol ao longo da competição, não demonstrando alterações nos níveis de testosterona (Salvador et al, 2003).

Os dados publicados sobre esta temática são inconclusivos, e na sua maioria desenvolvidos com atletas do sexo masculino. Além disso, não é claro qual o comportamento hormonal esperado ao longo de um campeonato importante que geralmente consiste num determinado número de competições ao longo de vários dias. Assim, o objetivo deste estudo é analisar a correspondência entre o *stresse* psicológico e neuroendócrino de atletas femininas de futebol de elite, durante um período concentrado de competições. Para isso, monitorizamos os estados de humor e a concentração salivar do cortisol e da testosterona ao longo de um torneio mundial para seleções nacionais (Algarve Cup, fase de grupos).

Materiais e métodos

Amostra

Vinte atletas femininas de elite, da seleção portuguesa de futebol, foram convidadas a participar neste estudo. As atletas possuíam uma média de idade, massa corporal e altura de 22.85 ± 4.2 anos, 59.25 ± 4.58 kg e 170.2 ± 5.7 cm, respetivamente; Apresentavam uma média percentual da massa gorda e de massa magra de $18.73 \pm 3.07\%$, e $48 \pm 3.27\%$, respetivamente. Todas as atletas competem com regularidade em diferentes equipas internacionais possuindo, no momento deste estudo uma boa performance.

Cada atleta foi devidamente clarificada sobre os protocolos do estudo, tendo assinado um consentimento informado antes do início da investigação. Os procedimentos experimentais foram realizados com a aprovação da Comissão de ética e em conformidade com a legislação nacional e do código de princípios éticos da Associação Médica Mundial, para a investigação médica, envolvendo seres humanos (Declaração de Helsínquia).

Procedimentos experimentais

Este estudo foi realizado durante a fase de grupos de um torneio mundial de futebol feminino que decorreu em Portugal (Algarve Cup, 2012). Nesta fase da competição (de 26 de fevereiro a 7 de março de 2012) a equipa portuguesa participou em quatro competições que decorreram com as seleções do País de Gales (29 de fevereiro, M_2 - jogo perdido, 0-1), Hungria (2 de março, M_3 - jogo ganho, 4-0), Irlanda (5 de março, M_4 - jogo ganho, 2-1) e China (7 de março, M_5 - jogo perdido, 0-1). As competições foram intercaladas com um ou dois dias, nos quais as atletas participavam em sessões de treino de baixo volume e baixa intensidade para recuperar e corrigir estratégias e detalhes técnicos. Durante o campeonato as atletas não foram submetidas a qualquer tipo de treino mental ou exercícios para controlar as dimensões do humor antes ou depois de cada competição.

Como variáveis dependentes, neste estudo foram avaliadas as respostas do cortisol e da testosterona, através da recolha de duas ou três amostras de saliva em cada dia de jogo (M_2 - M_5) e da aplicação de um questionário de avaliação dos estados de humor que foi aplicado após cada uma das competições. Para controlar as flutuações circadianas dos níveis hormonais, foram recolhidas três amostras durante um dia de repouso (três dias antes da primeira competição) que foram usadas como valor basal (M_1): ao acordar, cerca de 30 minutos antes do pequeno-almoço (8h00), antes do almoço (11h00) e antes de jantar (18h00). Nas avaliações M_2 , M_3 e M_4 só foi possível fazer a recolha de duas amostras: antes de almoço (11h00) e depois de cada competição (cerca das 18h00). Em M_5 a competição foi realizada no período da manhã, por isso a primeira recolha de saliva foi realizada ao acordar, antes do pequeno-almoço (8h00) e a segunda após a competição (às 13h aproximadamente).

A recolha da manhã foi efetuada no hotel, no momento em que as atletas se encontravam em período de repouso. Após a competição as amostras de saliva foram recolhidas, num local calmo, no ambiente de jogo. Na avaliação de repouso (M_1) foram considerados os dados de todas as atletas, enquanto em cada competição (M_2 - M_5) apenas foram considerados para análise os dados das atletas que efetivamente participaram na competição (POMS e avaliação das concentrações hormonais).

Avaliação hormonal

A saliva foi utilizada para avaliar as respostas da testosterona e do cortisol, atendendo à sua facilidade de recolha, de baixa invasividade e com capacidade de rastrear as hormonas "livres", biologicamente ativas. Com a utilização de procedimentos previamente estabelecidos (Granger et al., 1999), a saliva foi recolhida em recipientes estéreis, com a capacidade aproximada de dois mililitros, ao longo de um período de recolha temporizada de 2 minutos. De seguida, foram armazenados a $-30\text{ }^\circ\text{C}$ até ao momento da análise. Após a descongelação e centrifugação (2000 rpm x 10 min), as amostras foram analisadas em duplicado para testosterona e cortisol utilizando métodos de imunoanálise, especificamente o *Salimetrics*® para a testosterona (Testosterona, *Salimetrics* Europa, UK) e o teste *Elecsys Cobas*® para o cortisol (Cortisol, *Roche Diagnóstico GmbH*), seguindo as orientações dos fabricantes. O limite mínimo de deteção para a análise da Testosterona era $<1\text{ pg / ml}$, com coeficientes de variação intra-análise $<6,4\%$. Os resultados foram calculados usando uma curva sigmoide *fit* ($R^2= 0,9983$), conforme proposto pelo fabricante, incluindo controles de análise. A análise do cortisol tinha um limite de deteção de $0,308\text{ ug/dL}$ com coeficientes de variação intra-análise $<20\%$.

Avaliação psicológica

Os estados de humor foram avaliados usando o questionário POMS (Perfil dos Estados de humor) (Mc Nair, Lorr & Droppleman, 1971), na versão reduzida (42 itens) validada para a população portuguesa (Viana, Almeida & Santos, 2001). A versão portuguesa do POMS fornece medidas válidas e fiáveis dos estados de humor tanto em atletas como em não atletas (Viana et al., 2001). Os sujeitos são convidados a refletir sobre as suas emoções ao longo do dia, respondendo numa escala de likert com cinco pontos (do 0 ao 4). Os resultados são obtidos em seis fatores derivados dos estados de humor (Mc Nair et al., 1971): *Tensão* (Ten), *Depressão* (Dep), *Hostilidade* (Hos), *Vigor* (Vig), *Fadiga* (Fad) e *Confusão* (Conf). A *Perturbação Total de Humor* (PTH) é o resultado da soma das cinco escalas de sinal negativo (Ten + Dep + Hos + Fad + Conf) pela subtração da escala de *Vigor* e pela soma de uma constante de 100, para evitar um resultado negativo (Viana et al., 2001).

Os dados do POMS foram recolhidos num dia de repouso (M_1) e depois de cada competição (M_2 - M_5). O questionário foi administrado em todas as avaliações a todos os atletas por volta das 18h00 sempre pelo mesmo elemento da equipa de investigação. As atletas demoraram entre 5 a 10 min a preencher o questionário.

Análise Estatística

Métodos estatísticos padrão foram utilizados para o cálculo das médias e desvios-padrão. A normalidade das distribuições foi verificada pelo teste de *Kolmogorov-Smirnov* e a homogeneidade da matriz de variância através do teste de *Levene*. Uma vez que os pressupostos da normalidade foram violados, utilizaram-se testes estatísticos não paramétricos. Foi usado o teste de *Friedman*, seguido do teste de postos sinalizados de *Wilcoxon*, para determinar onde se encontravam as diferenças significativas. O coeficiente de *Spearman* serviu para medir a intensidade da relação entre a pontuação obtida no POMS e as concentrações hormonais (cortisol e testosterona) registadas após cada jogo. A significância estatística foi aferida para $p \leq 0.05$. Os dados foram analisados usando o programa estatístico para Windows SPSS®, versão 22.

Resultados

Estados de humor

Os resultados dos estados de humor, obtidos em todos os momentos de avaliação (M_1 - M_5) são apresentados na tabela 4.

Tabela 4. Scores dos estados de humor (POMS) das avaliações ao longo do torneio.

	POMS Scores Subescalas					p-valor (M_2 - M_5)
	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	
	(Repouso) (n=20)	(Derrota) (n=16)	(Vitória) (n=17)	(Vitória) (n=16)	(Derrota) (n=16)	
PTH	94.50 (± 8.4)	103.7 (± 9.0)*	92.6 (± 6.6)	94.6 (± 7.9) ⁺	94.1 (± 6.6)	0.002
Ten	3.6 (± 2.9)	4.7 (± 2.1)	3.4 (± 2.4)	3.6 (± 3.4) ⁺	3.0 (± 1.7)	0.029
Dep	0.4 (± 1.3)	1.3 (± 1.4)	0.1 (± 0.3)	0.06 (± 0.2) ⁺	0.1 (± 0.4)	0.003
Hos	0.8 (± 1.5)	2.0 (± 2.4)	0.1 (± 0.3)*	0.1 (± 0.3)* ⁺	0.5 (± 0.7)	0.000
Vig	16.4 (± 2.7)	12.12 (± 3.1)*	16.6 (± 2.9)	15.3 (± 2.4) ⁺	14.7 (± 2.9)*	0.003
Fad	2.7 (± 2.4)	3.5 (± 3.3)	2.1 (± 3.0)	2.9 (± 4.5)	2.1 (± 2.2)	0.462
Conf	3.2 (± 1.7)	4.1 (± 1.9)	3.4 (± 1.5)	3.2 (± 1.5)	3.0 (± 1.2)	0.277

Dados expressos em média (\pm SD); *, $p < 0.05$ comparação com scores do POMS em repouso; ⁺, $p < 0.05$ comparação com scores de POMS entre M_2 e M_4 .

Pode verificar-se a existência de um perfil de “iceberg” típico, com um elevado score no Vigor (subescala positiva) e baixo score nas subescalas negativas. Este resultado é obtido em todas as avaliações realizadas (M_1 - M_5). Ao longo do campeonato (M_2 - M_5) são encontradas

diferenças significativas ($p < 0.05$) na Perturbação Total de Humor e nas subescalas *Tensão*, *Depressão*, *Hostilidade* e *Vigor*. Também foram encontradas diferenças significativas no POMS entre os scores obtidos em repouso e os obtidos nas seguintes competições: PTH (M_2 , $p = 0.011$), Host (M_3 , $p = 0.031$; M_4 , $p = 0.041$) e Vig (M_2 , $p = 0.006$; M_5 , $p = 0.021$).

Concentrações de cortisol e testosterona

Os resultados das médias obtidas nas concentrações de cortisol e testosterona no dia de repouso e ao longo das competições do torneio encontram-se expressos na tabela 5.

Tabela 5. Níveis de cortisol salivar e testosterona em repouso e ao longo do torneio.

	M₁ (Repouso)			M₂ (Derrota)		M₃ (Vitória)		M₄ (Vitória)		M₅ (Derrota)	
	8h00	11h00	18h00	11h00	18h00	11h00	18h00	11h00	18h00	8h00	13h00
	(n=20)			(n=16)		(n=17)		(n=16)		(n=16)	
Cortisol ($\mu\text{g}\cdot\text{dl}^{-1}$)	0.73	0.39	0.35	0.48	0.46*	0.44	0.39	0.44	0.44	0.83* +	0.61*
	(± 0.23)	(± 0.09)	(± 0.27)	(± 0.15)	(± 0.12)	(± 0.12)	(± 0.14)	(± 0.15)	(± 0.15)	(± 0.20)	(± 0.22)
p-valor	0.000			0.495		0.074		0.670		0.010	
Testosterona ($\text{pg}\cdot\text{ml}^{-1}$)	172.4	108.0	78.25	63.0*	50.3*	78.1*	57.2	67.6*	48.8*	63.5*	45.6*
	(± 63.0)	(± 33.0)	(± 40.8)	(± 29.4)	(± 24.9)	(± 29.1)	(± 21.1)	(± 34.5)	(± 22.1)	(± 28.7)	(± 19.5)
p-valor	0.000			0.038		0.044		0.011		0.013	

Resultados apresentados na média \pm desvio padrão (SD); * $p < 0.05$ comparado o valor basal com o obtido no dia da competição, avaliado à mesma hora do dia; + diferenças ao longo das quatro competições.

No que se refere aos valores de concentração de repouso denota-se um decréscimo significativo em ambas as hormonas ao longo do dia ($p = 0.000$). Nos dias das competições, os valores do cortisol não alteram significativamente entre o momento de avaliação antes da competição e o momento de avaliação depois da competição ($p > 0.05$), com exceção para o dia da última competição (M_5) em que o decréscimo assume significância estatística ($p = 0.010$). Ao longo das quatro competições identificaram-se variações significativas nas concentrações de C antes da competição ($p = 0.003$) e não significativas após a competição ($p = 0.131$). Quando comparadas as concentrações mensuradas antes e após cada competição com as concentrações no dia de repouso (entre avaliações realizadas à mesma hora do dia) encontramos diferenças significativas após o primeiro jogo (M_2 , $p = 0.004$) e antes e depois do último jogo (M_5 , $p = 0.001$, $p = 0.0018$, respetivamente).

Relativamente às concentrações de T, nos dias de competição, observou-se uma descida significativa ($p < 0.05$), entre os níveis avaliados antes da competição e os avaliados depois de cada competição. Ao longo das quatro competições não foram encontradas diferenças entre as concentrações de T antes ($p = 0.315$) ou depois da competição ($p = 0.532$). No respeitante à

comparação efetuada entre os níveis de T avaliados em cada competição e os valores avaliados em repouso (M_1), foram encontradas diferenças significativas nas concentrações avaliadas antes e depois de cada competição ($p < 0.05$), com exceção ao valor obtido depois da segunda competição (M_3 , $p = 0.675$).

O coeficiente de *Spearman* foi utilizado para verificar a relação entre as subescalas do POMS, e as concentrações do cortisol e da testosterona mensurados depois de cada competição. Não foram encontradas correlações significativas entre os níveis hormonais e os scores do POMS, com exceção para uma correlação negativa e significativa entre o cortisol e a subescala *confusão* nos jogos de vitória (M_3 , $r = -0.567$, $p = 0.023$; M_4 , $r = -0.564$, $p = 0.023$) e no último jogo entre o cortisol e a subescala *tensão* (M_5 , $r = -0.547$, $p = 0.037$).

Discussão

Este estudo teve por objetivo a análise do stresse psicológico e neuroendócrino de atletas jogadoras de futebol de elevado nível desportivo ao longo de uma série consecutiva de jogos oficiais de um torneio internacional.

Os resultados obtidos pela avaliação psicológica, realizada pelo questionário de avaliação dos estados de humor (POMS), mostram uma configuração normal do “*perfil de iceberg*”, ao longo dos quatro jogos, destacando-se um decréscimo significativo ($p < 0.05$) no score obtido na subescala vigor após os jogos de derrota e um decréscimo significativo ($p < 0.05$) na hostilidade após os jogos de vitória. De facto, o resultado mais elevado na subescala vigor é coincidente com a melhor performance obtida pela seleção portuguesa em competição (M_3 - jogo de vitória, 4-0). Também se verifica que a derrota obtida na primeira competição (M_2) teve um impacto substancial nas subescalas negativas e consequentemente na perturbação total de humor comparado com o valor de repouso ($p < 0.05$). Este resultado de derrota na primeira competição do torneio teve um efeito muito mais profundo nos estados de humor das atletas do que a derrota alcançada na última competição, que conduziu ao não apuramento da equipa para as fases eliminatórias seguintes no torneio.

De uma forma geral, estes resultados vão ao encontro do modelo de performance de saúde mental apresentado por Morgan (Morgan, 1985; Morgan et al., 1988), o que sugere que o resultado de uma competição afeta os estados de humor de atletas de futebol feminino, sendo estes resultados concordantes com os obtidos por outras atletas de futebol profissional feminino (Filaire et al., 2001; Oliveira et al., 2009) e também com os resultados obtidos em outros desportos como o rugby (Bateup et al., 2002). Estudos realizados com atletas do sexo masculino mostram o mesmo padrão comportamental do ponto de vista psicológico, com estados de humor negativos associados a derrotas, enquanto que os vitoriosos mostram uma melhor satisfação com o resultado da performance (Gonzalez-Bono et al., 1999).

Relativamente aos parâmetros hormonais, os resultados em repouso mostram um decréscimo nas concentrações de cortisol e testosterona da avaliação realizada de manhã ao acordar para a realizada mais tarde, coerente com a variação diurna esperada para estas hormonas em função do ciclo diário (Dabbs, 1990; Vau Cater, 1990). De uma maneira geral foi obtido um padrão similar para o cortisol, ao longo do torneio - nos dias das competições, os níveis de cortisol tendem a decrescer, assumindo uma descida significativa na última competição (M5). Este declínio nas concentrações de cortisol entre o momento anterior à competição e o momento após a competição mostra-se inconsistente com outras investigações. De facto, outros estudos mostraram aumentos significativos da concentração de cortisol após as competições femininas no rugby (Bateup et al., 2002), no basquetebol (Sedghroohi et al., 2011) e também no futebol (Edwards, 2006; Aizawa et al., 2006). Os resultados obtidos na nossa investigação mostram também que as concentrações de cortisol antes e após competição são independentes do resultado obtido. Resultados contraditórios foram encontrados em atletas de ténis que após perderem a competição, revelam um pico na concentração de cortisol (Jiménez et al., 2012); e atletas de basquetebol, nos quais as concentrações de cortisol após uma competição aumentaram para ambos, tanto para os derrotados, como para os vitoriosos (Sedghroohi et al., 2011).

A teoria do modelo biosocial de Mazur (Mazur & Booth, 1998; Mazur, 1985) refere que as concentrações de testosterona tendem a subir depois de um sucesso e decrescer após uma derrota. Essa relação positiva entre os níveis de testosterona com atletas que competem pela obtenção de status e de vitória foi também referida por outros autores (Oliveira et al., 2009; Jiménez et al., 2012; Edwards, 2006). Considerando as alterações nas concentrações de testosterona durante o jogo, nas atletas do nosso estudo, podemos inferir que, tal como noutros (Filaire et al., 2001; Jiménez et al., 2012; Edwards et al., 2006) não é suportada esta associação.

Por último, é de referir que o nosso estudo revela uma fraca correlação entre os níveis hormonais e os estados de humor de atletas jogadoras de futebol de elite resultantes deste tipo de stresse competitivo. De facto, as respostas do cortisol e testosterona não mostram relação significativa com os estados de humor, conforme também é verificado em outros estudos (Filaire et al., 2001; Gonzalez-Bono et al., 1999).

Há inúmeras explicações que podem, estar na origem da inconsistência de resultados encontrados na literatura e da divergência de parte dos nossos resultados com os reportados em outros estudos. Uma possível causa para este conflito pode estar relacionada com as diferenças nos procedimentos metodológicos entre os estudos. O tempo que decorre entre o final do jogo e a recolha de saliva deverá ser suficiente para ocorrerem alterações hormonais no sangue e se encontrarem refletidas na saliva. No entanto, num estudo realizado com remadores, com recolhas de saliva a 20 min e a 40min após a competição, as concentrações de cortisol e testosterona começaram a baixar nos homens após os 40 min, mas o mesmo não

aconteceu nas mulheres (Kivlighan et al., 2005). Mesmo assim, nem sempre a indicação do momento de recolha após competição é devidamente clarificado nos estudos.

Uma outra razão para as inconsistências encontradas entre a literatura e os nossos resultados pode ser encontrada tanto na importância dada à competição como nos diferentes níveis de experiência das atletas. Na literatura consultada não se encontraram estudos com características idênticas a este, em que atletas de elite fossem avaliadas do ponto de vista psicológico e hormonal, durante um período competitivo semi-intensivo e com as características e importância do torneio em causa. As atletas femininas envolvidas neste estudo são sujeitas a uma preparação desportiva sistemática, rigorosa e complacente com o seu elevado nível desportivo, que é preenchido de vários momentos competitivos quer dos campeonatos das suas equipas de origem, quer das competições internacionais da seleção nacional que representam. Assim, os resultados encontrados neste estudo podem ser explicados, pelo menos em parte, pela habilidade que estas atletas de elite têm para lidar com o stress competitivo (Moreira et al., 2009), tendo um melhor controlo mental perante os desafios e o stress durante a competição. Assim, a descida nos níveis de cortisol durante a competição poderá ser devido ao facto de que estas atletas de elite sabem gerir os desafios da competição. Efetivamente, os níveis de cortisol não parecem interferir com os comportamentos de conciliação entre indivíduos, que sendo oponentes em alguns momentos e mais tarde colegas, são confrontados perante o calor dos desafios da competição (Edwards et al., 2006):

O diferente tempo de resposta do cortisol entre homens e mulheres também pode contribuir para explicar os diferentes resultados entre géneros, que se encontram descritos ao longo da literatura (Kivlighan et al., 2005). Uma outra razão para as diferentes respostas ao stress entre sexos pode estar relacionada com fatores evolutivos e sociais. De acordo com Taylor et al. (Taylor et al., 2000; também referido por Sedghroohi et al., 2011), durante o processo evolutivo das espécies as mulheres foram tendencialmente mais protetoras, assim elas tem propensão a formar laços sociais entre elas, de forma a responderem a situações de stress de modo amigável (*tend-to-be-friend*). Por outro lado, os homens apresentaram evolutivamente uma responsabilidade grupal pela proteção, o que pode explicar a tendência a reagir ao stress com um comportamento de luta ou de fuga (*“fight-or-flight”*). De acordo com esta teoria, quanto mais amigável é a competição, mais fraca é a resposta da testosterona na mulher.

Apesar da relevância do estudo realizado, ele apresenta algumas limitações. Em primeiro lugar, não foi possível avaliar o cortisol e a testosterona salivar ao levantar (8h00) durante as três primeiras competições (M₂-M₄) e antes do almoço (11h00) durante o último jogo (M₅). A análise das respostas do cortisol ao acordar poderia demonstrar, com maior profundidade, a resposta neuroendócrina em relação ao stress antecipatório à competição. Em segundo lugar, não existiram informações sobre a fase de ciclo menstrual em que cada atleta se encontrava, o que poderia ter sido útil na explicação do impacto do stress nas medidas de

humor e medidas hormonais. Em terceiro lugar, é ainda de referir que a interpretação dos resultados é baseada numa única medida de repouso, avaliada dias antes da competição. Teria sido importante ter outros valores de referência das variáveis em estudo, mensurados antes da fase de preparação para o torneio.

Apesar destas limitações, o estudo realizado apresenta méritos importantes. Ter acesso a atletas de elite durante um período competitivo de jogos consecutivos, durante um dos torneios mais importantes para a amostra em causa, é raro. De facto, do nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que apresenta a monitorização dos estados de humor e das concentrações de cortisol salivar e testosterona perante o stresse competitivo com estas condições. Para assegurar a comparabilidade dos resultados com outros estudos, é de realçar o recurso a uma metodologia consistente para avaliar os estados de humor e as concentrações hormonais antes e após cada competição.

Estudos futuros deveriam avaliar os “scores” obtidos no POMS antes e depois de cada competição, de forma a avaliar as mudanças esperadas durante o decorrer de um evento competitivo, conhecido como modelo do efeito de humor desequilibrado (Brehm, 1997). Além disto, a investigação futura deve procurar relacionar as avaliações hormonais de cortisol e testosterona com o tempo de jogo e a distância percorrida durante o jogo, para melhor entender a resposta psicológica e endócrina ao stresse provocado por diferentes exigências competitivas.

Conclusões

Em suma, este estudo demonstrou um perfil típico de “iceberg”, dos estados de humor durante quatro competições consecutivas da fase de grupos de um torneio mundial de futebol feminino: a subescala de *vigor* tende a decrescer nos jogos de derrota e os “scores” da subescala *hostilidade* a decrescer após os jogos de vitória. Os níveis de cortisol não se alteraram significativamente durante os três primeiros jogos, independentemente do resultado da competição. No entanto, o elevado nível de importância da última competição, para além do facto de ter sido uma derrota, parece ter sido determinante na descida significativa dos níveis de cortisol durante o jogo. Por outro lado, os níveis de testosterona decrescem de forma significativa ($p < 0.05$) depois de todas as competições consideradas. A relação entre os níveis hormonais e os estados de humor são inconsistentes durante o torneio. Assim, parece-nos plausível assumir que na resposta das atletas de elite ao stresse competitivo, há alterações de humor dependentes do resultado da competição, mas só se verificam alterações hormonais significativas em competições de manifesta importância.

Referências

- Aizawa K, Nakahori C, Akimoto T, Kimura F, Hayashi K, Kono I & Mesaki N (2006). Changes of pituitary, adrenal and gonadal hormones during competition among female soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46 (2), 322-327.
- Bateup HS, Booth A, Shirtcliff EA & Granger DA (2002). Testosterone, cortisol, and women's competition. *Evolution and Human Behavior*, 23 (2): 181-192. Doi:10.1016/S1090-5138(01)00100-3.
- Brehm W (1997). Äquilibration und Disäquilibration der Stimmung bei sportlichen Aktivitäten - Ergebnisse aus neuen Studien aus dem Bereich der Individuals sportaten (equilibration and disequilibration effects during sport activities - results from current studies in individual sports). In H. Ilg (Hrsg), 202-208.
- Chichinadze K & Chichinadze N (2008). Stress induced increase of testosterone: contributions of social status and sympathetic reactivity. *Physiology & Behavior*, 94 (4), 595-603. Doi: 10.1016/j.physbeh.2008.03.020.
- Crewther B & Cook C (2012). Effects of different post-match recovery intervettions on subsequent athlete hormonal state and game performance. *Physiology & Behavior*, 106, 471-475. Doi: 10.1016/j.physbeh.2012.03.015.
- Dabbs J (1990). Salivary testosterone measurements:reability across hours, days and weeks. *Physiology & Behavior*, 48(1), 83-86. Doi:10.1016/0031-9384(90)90265-6.
- Edwards D (2006). Competition and Testosterone. *Hormones and Behavior*, 50, 681-683. Doi:10.1016/j.yhbeh.2006.09.005.
- Filaire E, Alix D, Ferrand C & Verger M (2009). Psychophysiological stress in tennis players during the first match of a tournament. *Psychoneuroendocrinology*, 34 (1), 150-157. Doi: 10.1016/j.psyneuen.2008.08.022.
- Filaire E, Bernain X, Sagnol M & Lac G (2001). Preliminary results on mood state, salivary testosterone: cortisol ratio and team performance in a professional soccer team. *European Journal of Applied Physiology*, 86 (2), 179-184. Doi:10.1007/s004210100512.
- Filaire E, Ferreira J, Oliveira M & Massart (2013). Diurnal patterns of salivary secretion in female adolescent tennis players after 16 weeks of training. *Psychoneuroendocrinology*, 38(7), 1122-1132. Doi. Org /10. 1016/ j.psyneuen. 2012 . 11.001.
- Foster J & Trimm R. (2008). On being eager and uninhibited: Narcissism and approach-avoidance motivations. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 34, 1004-1017. Doi: 10.1177/0146167208316688.

- Gleeson M (2002). Biochemical and Immunological Markers of Overtraining. *Journal of Science and Medicine*, 2, 31-41.
- Gonzalez-Bono E, Salvador A, Serrano MA & Ricarte J (1999). Testosterone, Cortisol, and Mood in a Sports Team Competition. *Hormones and Behavior*, 35, 55-62. Doi:10.1006/hbeh.1998.1496.
- Granger DA, Schwartz EB, Booth A, Curran M & Zakaria D (1999). Assessing dehydroepiandrosterone in saliva: A simple radioimmunoassay for use in studies of children, adolescents and adults. *Psychoneuroendocrinology*, 24, 567-579. Doi:10.1016/S0306-4530(99)00013-X.
- Jiménez M, Aguilar M & Alvero-Cruz JR (2012). Effects of victory and defeat on testosterone and cortisol response to competition: Evidence for response patterns in men and women. *Psychoneuroendocrinology*, 37, 1577-1581. Doi:10.1016 /j.psyneuen. 2012.02.011.
- Kivlighan KT, Granger DA & Booth A. (2005). Gender differences in Testosterone and cortisol response to competition. *Psychoneuroendocrinology*, 30: 58-71. Doi:10.1016/j.psyneuen.2004.05.009.
- Liening SH & Josephs RA (2010). It is not just about testosterone: physiological mediators and moderators of testosterone's behavioral effects. *Social and Personality Psychology*, 4/11, 982-994. Doi:10.1111/j.1751-9004.2010.00316.x.
- Maner JK, Miller SL, Schmidt NB & Eckel LA (2008). Submitting to defeat: social anxiety, dominance threat, and decrements in testosterone. *Psychology Science*, 19(8), 764-768. Doi: 10.1111/j.1467-9280.2008.02154.x.
- Mazur A & Booth A (1998). Testosterone and dominance in men. *Behavioral and Brain Sciences*, 21 (3), 353-397.
- Mazur A (1985). A biosocial model of status in face-to-face primate groups. *Social Forces*, 64, 377-402. Doi: 10.2307/2578647.
- Mc Nair DM, Lorr R & Droppleman L F (1971). Profile of Mood States manual, San Diego: *Educational and Industrial Testing Service* 1971.
- Mehta J & Josephs R (2008). The social endocrinology of dominance: basal testosterone predicts cortisol changes and behavior following victory and defeat. *Journal of Personality and Social Psychology*, 94 (6), 1078-1092. Doi: 10.1037/0022-3514.94.6.1078.
- Mehta PH & Josephs RA (2010). Testosterone and cortisol jointly regulate dominance: Evidence for a dual-hormone hypothesis. *Hormones and Behavior*, 58 (5), 898-906. Doi: 10.1016/j.yhbeh.2010.08.020.

- Moreira A, Assati F, Arsati YB, Silva DA & Araújo VC (2009). Salivary cortisol in top-level professional soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 106, 25-30. Doi: 10.1007/s00421-009-0984-y.
- Morgan WP, Costill DL, Flynn MG, Raglin JS & O'Connor PJ (1988). Mood disturbance following increased training in swimmers. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 20 (4), 408-414.
- Morgan WP (1985). Affective beneficence of vigorous physical activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 17 (1), 94-100. Doi:10.1249/00005768-198502000-00015.
- Oliveira T, Gouveia MJ & Oliveira RF (2009). Testosterone responsiveness to winning and losing experiences in female soccer players. *Psychoneuroendocrinology*, 34 (7), 1056-1064. Doi: 10.1016/j.psyneuen.2009.02.006.
- Pfister HP & Muir JL (1992). Prenatal exposure to predictable and unpredictable novelty stress and oxytocin affects offspring development and behavior in rats. *International Journal of Neuroscience*, 62 (3-4), 227-241. Doi: 10.3109/00207459108999774.
- Salvador A, Suay F, Gonzalez-Bono F e Serrano MA (2003). Anticipatory cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men. *Psychoneuroendocrinology*, 28 (3), 364-375. Doi:10.1016/S0306-4530(02)00028-8.
- Salvador A (2005). Coping with competitive situations in humans. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 29 (1), 195-205. Doi:10.1016/j.neubiorev.2004.07.004.
- Salvador A & Costa R (2009). Coping with competition: Neuroendocrine responses and cognitive variables. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33 (2), 160-170. . Doi: 10.1016/j.neubiorev.2008.09.005.
- Schultheiss OC, Wirth MM, Torges CM & Pang JS (2005). Effects of implicit power motivation on men's and women's implicit learning and testosterone changes after victory or defeat. *Journal of Personality and Social Psychology*, 88(1), 174-188. Doi: 10.1037/0022-3514.88.1.174.
- Sedghroohi G, Ravasi AA, Gaieni AA, Fayazmilani R (2011). The effect of win or loss on serum testosterone and cortisol hormones in female Basketball players. *World Journal of Sport Sciences*, 5(4): 276-281.
- Strahler K, Ehrlenspiel F & Heenec M & Branda R (2010). Competitive anxiety and cortisol awakening response in the week. *Psychology of Sport and Exercise*, 11 (2), 148-154. Doi:10.1016/j.psychsport.2009.10.003.
- Taylor SE, Klein LC, Lewis BP, Gruenewald TL, Gurung RA & Updegraff JA (2000). Biobehavioral responses to stress in Females: Tend-and-befriend, not Fight-or-flight. *Psychological Review*, 107 (3), 411-429. Doi:10.1037/0033-295X.107.3.411.

- Van der Meij L, Almela M, Buunk AP, Fawcett TW & Salvador A (2012). Men with elevated testosterone levels show more affiliative behaviours during interaction with women. *Proceedings of Biological Sciences*, 279, 202-208. Doi: 10.1098/rspb.2011.0764.
- Vau Cater E (1990). Diurnal and ultradian rhythms in human endocrine function: a minireview. *Hormone Research*, 34 (2), 45-53.
- Viana MF, Almeida PL, Santos RC (2001). Adaptação portuguesa da versão reduzida do Perfil de Estados de humor. *Análise Psicológica*, 1 (XIX), 77-92.
- Zyphur MJ, Narayanan J, Koh G & Kohc D (2009). Testosterone-status mismatch lowers collective efficacy in groups: evidence from a slope-as-predictor multilevel structural equation model. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 110 (2), 70-79. Doi: 10.1016/j.obhdp.2009.05.004.

Capítulo 4:

Concentração de cortisol e testosterona salivar em jogadoras de elite de futebol: influência no desempenho individual em jogos oficiais consecutivos

Resumo

Objetivo: As concentrações salivares de cortisol (C), testosterona (T) e o seu rácio (T/C), têm sido utilizados em inúmeros estudos, em diferentes modalidades, como indicadores dos níveis de stresse dos atletas em competição. Contudo, a relação entre a concentração das referidas hormonas e o desempenho desportivo dos atletas não se encontra devidamente clarificada. Neste trabalho, pretendemos avaliar a relação entre a concentração salivar de C, T e T:C e o desempenho individual de atletas de futebol feminino de elevado nível competitivo, num período concentrado de competição.

Método: A amostra do estudo foi constituída por dezoito atletas pertencentes à seleção nacional de futebol feminino (23.06 ± 4.33 anos de idade) que foram avaliadas durante quatro jogos oficiais. A recolha de saliva para análise da concentração salivar de ambas as hormonas foi realizada 3 dias antes da competição (M_1) e antes e após cada jogo (M_2 - M_5). Em cada jogo, o desempenho das atletas participantes foi registado através de um sistema de análise notacional que permitiu quantificar a frequência de ações positivas e negativas de envolvimento com bola (passes, remates, dribles, faltas, desarmes, interceções, perdas de bola e cartões). Tendo por base esse registo e o tempo de jogo de cada atleta, foi calculado um índice de eficácia individual. Através do método não hierárquico K-médias foi possível agrupar as atletas em dois *clusters* correspondentes ao seu desempenho individual durante cada competição (*cluster 1* - menor desempenho individual e *cluster 2* - melhor desempenho individual).

Resultados: As atletas do *cluster 2* apresentaram, em todas as competições, valores significativamente superiores ($p < 0.05$) nas ações positivas e na eficácia individual comparativamente com as atletas do *cluster 1*. As atletas de ambos os *clusters* apresentam valores idênticos de C, T e T:C nas quatro competições consideradas. Nas atletas do *cluster 2* verificou-se uma subida significativa ($p < 0.05$) de C e uma descida significativa de T e T/C nas avaliações realizadas antes das competições com derrota (M_2 e M_5). Porém, não se verificou qualquer relação linear significativa entre a variação de ambas as hormonas durante o jogo e a eficácia individual em qualquer dos jogos analisados.

Conclusão: Em atletas de elevado nível competitivo existem diferenças significativas ao nível do desempenho em competição, porém sem aparente relação com a cinética hormonal do C e da T antes e após os jogos.

Palavras-Chave: Cortisol, Testosterona, Futebol, Desempenho Desportivo

Effects of pre-match saliva cortisol and testosterone concentrations on skill-related technical scores in women soccer players

Abstract

Objective: The salivary concentrations of cortisol (C), testosterone (T) and its ratio, have been used in many studies, in different modalities, as stress indicator of top-level athletes. However, the relation between these hormones and its sporty performance is not properly clarified. In this work we intend to evaluate the relation between the salivary concentrations of C, T and T:C and the sporty performance of female football top-level athletes, during competitions.

Method: The study sample was made up of 18 female athletes of the national football team (22.85 ± 4.2 years old), and they were evaluated during four official matches. The saliva collection for the analysis of both hormones was carried out three days before the competition (M1) and before and after each match (M2-M5). In each match, the performance of the athletes was saved through a system of notational analysis which allowed to quantify the frequency of both positive and negative actions with the ball (passes, shots, dribbles, fouls, disarms, interception, loss of ball and cards). After this and on the basis of that record and the match time of each player, the index of the individual effectiveness was calculated. Through the non-hierarchical method K-means, it was possible to gather the athletes in two *clusters* groups according to the individual performance during each competition (*cluster 1* - the weakest individual performance and *cluster 2* - higher individual performance).

Result: The athletes of *cluster 2* presented, in all competitions, higher values significantly ($p < 0.05$) in both positive actions and individual effectiveness, when compared with the athletes of *cluster 1*. The athletes of both *clusters* presented identical values of C, T and T:C at the four evaluated competitions. The athletes of *cluster 2* showed a significant increase of C ($p < 0.05$) and a significant decrease of T and T:C on the evaluations performed before the competitions with defeat (M2 and M5). However, there was no linear relation between the variation of both hormones during the match and the individual effectiveness in any of the analyzed matches.

Conclusion: In top-level athletes there are significant differences in what respects the performance in competition, though without apparent relation with the hormonal kinetics of C and T before and after the matches.

Keywords: Cortisol, Testosterone, Football, Sporty Performance

Introdução

O futebol é considerado uma modalidade desportiva coletiva em que a imprevisibilidade e a variabilidade de relações e comportamentos são constantes (Ajibua & Igbokwe, 2013). De facto nem sempre a equipa com mais posse de bola, a que faz mais remates ou a que interceta ou rouba mais bolas é a melhor equipa ou a que ganha (Lago & Martin, 2007). Deste modo, para uma melhor compreensão do jogo de futebol e sobretudo para a avaliação do desempenho de equipas e jogadores, torna-se necessário seleccionar e combinar diferentes variáveis que possam ser usadas como preditores do comportamento dos jogadores e equipas (Jones, James & Mellalieu, 2004; Lago & Martin, 2007, Katis et al., 2013, Kempe et al., 2014).

Os estudos mais recentes têm-se centrado na análise de um conjunto de variáveis situacionais que interferem tanto ao nível do comportamento coletivo da equipa, como no comportamento individual dos jogadores (Dellal et al., 2011; Lago-Penas, 2012). Neste contexto, o sucesso da equipa parece estar relacionado com as ações de jogo (número de remates à baliza, cruzamentos, posse de bola) mas também com a qualidade dos adversários e inclusive com o local de realização da competição (Jones et al., 2004; Lago & Martin, 2007; Taylor et al., 2008; Lago, 2009; Lago-Penas, 2012; Bordonau et al. 2013). Lago (2009) verificou ainda que o tempo de posse de bola em diferentes zonas do campo depende do resultado e das equipas adversárias, tendo verificado que é superior nas derrotas, comparativamente com as vitórias ou empates, e decresce nas competições perante adversários mais fortes.

Com efeito, assumir um modelo determinístico fechado da performance desportiva nesta modalidade parece ser, portanto, altamente desadequado sabendo que a dinâmica comportamental de um jogador é altamente influenciada não só pelo regime de treino prévio mas por todo o contexto envolve a competição. Por isso, a avaliação do desempenho desportivo no futebol (assim como em outras modalidades desportivas) deve almejar uma análise transdisciplinar dos efeitos das variáveis situacionais e notacionais na capacidade dos jogadores e equipas (Gómez & Mendo, 2012).

O estudo do desempenho desportivo em competição na dependência do stresse psicofisiológico parece-nos ser um exemplo evidente da abordagem transdisciplinar que se deve procurar. De facto, do ponto de vista situacional, a competição desportiva pelas suas diferentes variantes de contexto (e.g. fora/casa, perder/ganhar, importância do jogo) parecem provocar alterações nos níveis de stresse dos atletas que podem alterar o seu estado fisiológico e psicológico (e.g. Salvador & Costa, 2009; Filaire et al., 2009) e, provavelmente, a sua predisposição para competir ao mais alto nível (Moreira et al., 2009, Michalidis, 2014). De um modo geral, o stresse competitivo parece determinar respostas hormonais características (Salvador & Costa, 2009; Santos et al., 2014) que preparam o organismo para a ação, sendo as hormonas esteroides (especificamente o cortisol e a testosterona) consideradas biomarcadores válidos na monitorização do nível de stresse imposto pelo treino e/ou pela

competição (Gleeson, 2002; Salvador, 2005; Salvador & Costa, 2009; Hellhammer, Wüst & Kudielka, 2009).

Nesta temática são vários os estudos (e.g. Santos et al., 2014; Teo, Newton & Mcguigan, 2011; Wood & Stanton, 2012) que demonstram que o ritmo circadiano diurno do cortisol e da testosterona salivar parece refletir transtornos significativos do equilíbrio anabólico/catabólico dos atletas, sendo considerados como marcadores de stress, de excesso de treino e sobretreino (Bateup et al., 2002; Gleeson, 2002, Hellhammer et al., 2009, Strahler et al., 2010). No entanto, muitos trabalhos apresentam resultados divergentes e inconclusivos que parecem derivar das variações nos desenhos de estudo, dos diferentes níveis desportivos dos atletas, da suplementação ergogénica nutricional não controlada, da variabilidade dos processos de treino impostos e dos procedimentos laboratoriais usados para mensurar a cinética diurna basal de ambas as hormonas (Crewther et al., 2011; Hough et al., 2013).

A literatura tem ainda demonstrado que a resposta ao exercício destas hormonas é igualmente influenciada pelo estado de treino do atleta (Meeusen et al., 2004, 2010). Aliás, recentemente Hough et al. (2013) demonstraram que a resposta hormonal de cortisol e testosterona após um bloco de treino intenso de 11 dias (especificamente desenhado para provocar estados de excesso / sobretreino, mantendo intensidades de esforço (~75% do VO_{2max} e incrementos de volume de 143%) é significativamente reduzida. Porém, permanece pouco claro na literatura o efeito de um bloco de carga de competição decorrente de momentos competitivos sucessivos ao longo de um determinado período, como sejam os campeonatos ou torneios com fases de grupos. A este respeito, Casanova et al. (2015) verificaram que a cinética destas hormonas esteroides em jogadoras de futebol de elite durante quatro jogos oficiais consecutivos é inconsistente na relação com os estados de humor e invariável perante diferentes resultados de jogo. Tal como também sugeriram outros autores, a resposta hormonal perante o stress competitivo em atletas de elite é menos perceptível e claramente relacionada com a natureza do confronto (Sedghroohi et al., 2011) e a eficácia dos adversários, mais do que o próprio estado psicológico do atleta (Van der Meij et al., 2010).

Tendo por base o referido, e de acordo com o nosso melhor conhecimento, não se conhece nenhum trabalho que avalie o efeito do stress psicofisiológico na qualidade do desempenho desportivo do jogador. Tal propósito parece-nos muito relevante dado que estas hormonas são reguladoras da performance neuromuscular através de vários mecanismos fisiológicos de ação aguda (Virus & Virus, 2005; Crewther et al., 2011). Para além disso, o sucesso na utilização das ações técnicas mais apropriadas tendo por base o momento do jogo é um fator determinante para o sucesso desportivo de um jogador de futebol (Ali, 2011), nomeadamente a assertividade táctica e temporal das ações (Knapp, 1977) e a estabilidade de desempenho ao longo do jogo (Mohr, Krstrup & Bangsbo, 2005). Assim, esta investigação teve como por objetivo avaliar a relação entre a variação no desempenho individual de jogadoras de futebol de elevado nível desportivo e os respetivos níveis de concentração salivar de cortisol e

testosterona ao longo de quatro jogos oficiais consecutivos e com diferentes finais (vitória e derrota).

Método

Amostra (atletas e competições)

Neste estudo foram incluídas 18 jogadoras internacionais de futebol (23.06 ± 4.33 anos, 58.22 ± 4.34 Kg de peso e 169.39 ± 5.39 cm de altura), correspondendo à equipa feminina sénior da seleção portuguesa. Todas as atletas integradas na amostra foram consideradas jogadoras de elevado nível, com vasta experiência competitiva de nível nacional e internacional, estando no momento do estudo num estado de forma previsivelmente ótimo. Não foram consideradas no estudo as jogadores guarda-redes, dada a especificidade do seu envolvimento e desempenho em jogo, claramente distinta dos restantes jogadores (Di Salvo et al., 2007).

Cada atleta foi devidamente esclarecida sobre objetivos e protocolo da investigação, tendo inicialmente assinado um consentimento informado com toda a informação referente ao estudo. Os procedimentos experimentais foram concretizados com a aprovação prévia de uma comissão de ética institucional, em concordância com a legislação nacional aplicável e baseados nos requisitos contidos na Declaração de Helsínquia.

Procedimentos experimentais

O presente estudo foi realizado durante a fase de grupos do Torneio Mundial de Futebol Feminino que decorreu em Portugal (Algarve Cup, 2012). Nesta fase da competição (de 26 de fevereiro a 7 de março de 2012) a equipa portuguesa participou em quatro jogos que ocorreram com as seleções da Hungria (29 de fevereiro, M_2 - jogo perdido, 0-1), País de Gales (2 de março, M_3 - jogo ganho, 4-0), Irlanda (5 de março, M_4 - jogo ganho, 2-1) e China (7 de março, M_5 - jogo perdido, 0-1). Os jogos foram intercalados com um ou dois dias, nos quais as atletas participavam em sessões de treino de baixo volume e baixa intensidade para recuperar e corrigir estratégias e detalhes técnicos.

Avaliação do desempenho individual

Para a avaliação do desempenho das jogadoras em competição (M_2 , M_3 , M_4 e M_5) foram visionados os vídeos das competições da seleção portuguesa, disponibilizados pela Federação Portuguesa de Futebol, registando num sistema de análise notacional [(adaptado de Lago-Penas, Lago-Ballesteros & Rey (2011) e de Hughes & Bartlett (2002)] as ações de envolvimento com a bola. O sistema de análise notacional permitiu registar a frequência das seguintes ações: passes com sucesso e intercetados; remates à baliza, fora e resultantes em golo; dribles com e sem sucesso; faltas cometidas e sofridas; roubos de bola; bolas intercetadas; perdas de bola e cartões vermelhos e amarelos (tabela 6). Não foram contabilizadas as ações com início em bola parada. De acordo com o sucesso das ações para o decorrer do jogo, as

variáveis foram agrupadas em dois grupos distintos: ações positivas (+) e ações negativas (-) (ver tabela 6). Cada grupo de ações (positivas e negativas) foi normalizado de acordo com o tempo de jogo (minutos) de cada atleta.

Tabela 6: Ações desenvolvidas com bola [adaptado de Lago-Penas et al. (2011) e de Hughes & Bartlett (2002)].

Ação	Designação	Descrição da Ação
Passes	Com sucesso (+)	Passes realizados por um atleta e recebidos com sucesso por um colega da mesma equipa
	Intercetados/ perdidos (-)	Passes realizados por um atleta que são perdidos ou intercetados por um adversário
Remates	Na direção da baliza (-)	Remates defendidos pelo GR, não resultando em golo
	Golo (+)	Remates que resultaram em golo
	Para fora do campo (-)	Remates fora da baliza
Drible (1x1)	Sem sucesso (-)	Ações de oposição com bola realizada com adversário e que resultam em perda de bola
	Com sucesso (+)	Ações de oposição com bola realizada com adversário e que resultam em manutenção da posse da bola
Faltas	Cometidas (-)	Infrações cometidas que não resultaram em advertência/ expulsão (cartão amarelo/ vermelho)
	Sofridas (+)	Infrações sofridas que não resultaram em advertência / expulsão (cartão amarelo/ vermelho)
Desarmes (+)		Ações em que a bola é recuperada aos adversários
Interceções (+)		Ações em que a bola é intercetada aos adversários
Perdas de bolas (-)		Ações em que o atleta perde a bola
Cartões	Amarelos	Cartões amarelos sofridos
	Vermelhos	Cartões vermelhos sofridos

Legenda: (+) Número de ações contabilizadas como positivas; (-) número de ações contabilizadas como negativas

Para apuramento do desempenho técnico individual de cada atleta, foi calculado um índice de eficácia total através do cálculo da diferença entre o somatório das ações positivas e ações negativas face ao tempo de jogo:

$$\text{índice de eficácia} = \frac{\sum \text{ações positivas} - \sum \text{ações negativas}}{\text{tempo total de jogo}}$$

Avaliação hormonal

Para controlar as flutuações circadianas dos níveis hormonais (Crewther et al., 2011), foram recolhidas três amostras de saliva durante um dia de repouso (três dias antes do primeiro jogo) que foram usadas como valor “inicial” comparativo (M_1): ao acordar, cerca de 30 minutos antes do pequeno-almoço (8h00), antes do almoço (11h00) e antes de jantar (18h00). Nas avaliações M_2 , M_3 , M_4 e M_5 (dias de jogo), por razões de natureza técnica, foi apenas possível recolher amostras de saliva nas jogadoras em dois momentos do dia. Nos 3 primeiros jogos (M_2 , M_3 e M_4) foram efetuadas colheitas de saliva antes de almoço (aproximadamente às 11h00) e logo após cada competição (aproximadamente às 18h00). No último jogo (M_5), que ocorreu no período da manhã, a colheita de saliva foi realizada ao acordar e antes do pequeno-almoço (aproximadamente às 8h00) e logo após o jogo (aproximadamente às 13h00).

A recolha da manhã foi efetuada no hotel, no momento em que as atletas se encontravam em período de repouso. Após a competição, as amostras de saliva foram recolhidas, num local calmo, no ambiente de jogo. Apenas foram consideradas no estudo as amostras biológicas dos atletas que participaram em cada competição mais de 10 min (M_2 - M_5). Do mesmo modo, o valor correspondente à diferença de concentração de ambas as hormonas entre o momento inicial (antes do torneio) e o momento de cada competição apenas considerou as atletas respetivamente envolvidas em cada jogo (e.g. $\Delta C_{M_1-M_2}$ ou $\Delta T_{M_1-M_2}$).

A saliva foi recolhida em recipientes estéreis e em quantidade suficiente (cerca de dois mililitros), tendo sido congelada até ao momento da análise laboratorial. Após a descongelação e centrifugação, as amostras foram analisadas em duplicado para ambas as hormonas utilizando métodos de imunoanálise, especificamente o *Salimetrics*® para a Testosterona (Testosterona, *Salimetrics* Europa, UK) e o teste Elecsys Cobas® para o Cortisol (Cortisol, Roche Diagnóstico GmbH). Posteriormente foi calculado o rácio (T:C) para cada um dos momentos de avaliação.

Análise estatística

Todos os resultados foram expressos através da média e desvio padrão. Recorremos ao método não hierárquico K-médias (*K-means*) proposto por MacQueen (1967) aplicado diretamente sobre os dados originais com vista a agrupar a amostra de jogadoras participantes (em cada um dos quatro jogos) em dois grupos com o mínimo de variância entre si no que se refere ao desempenho individual durante o jogo. Previamente, os dados foram analisados com vista a eliminar *outliers*, dado o seu efeito nefasto em particular neste método de agrupamento de dados (Han & Kamber, 2006). A classificação não hierárquica seguiu as recomendações de Maroco (2007). Assim, procedemos à partição dos elementos em duas *k* classes e ao conseqüente cálculo do centróide para cada classe, tendo por base as seguintes variáveis de classificação: ações individuais positivas e negativas (relativizadas ao tempo de jogo) e índice de eficácia. Foi realizada uma análise de variância simples (*One way ANOVA*) para identificar a influência de cada variável classificativa em cada um dos *clusters*, embora apenas com um propósito descritivo, dado que os *clusters* foram previamente criados para maximizar as diferenças entre os casos. Recorreu-se ainda à análise discriminativa (método *Stepwise* para $p < 0.05$) para validação dos *clusters* e respetiva significância dos preditores. O teste *Kolmogorov-Smirnov* foi utilizado para avaliar a normalidade em ambos os *clusters*. O teste não paramétrico *Mann-Whitney* foi usado para comparar as diferenças entre os *clusters* no que se refere aos parâmetros hormonais e notacionais. Utilizou-se o teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis* para analisar as diferenças médias dos parâmetros analisados de cada *cluster* ao longo dos jogos analisados. Para melhorar a compreensão e sobretudo a interpretação dos resultados procedemos ainda ao estudo da relação funcional (linear simples) entre a eficácia individual (variável dependente) e a variação da concentração hormonal durante o jogo (ΔC e ΔT). Para todos os testes a significância estatística foi estabelecida para $p \leq 0.05$. Os dados foram analisados utilizando o programa estatístico SPSS 22.0 for Windows.

Resultados

A tabela 7 mostra os resultados da análise K-médias tendo por base os valores médios das ações positivas, negativas e de eficácia individual em cada jogo. Assim, foram gerados dois *clusters* com um número de sujeitos equilibrados entre si, sendo a eficácia individual e as ações positivas (por minuto) as variáveis com maior influência em cada um dos *clusters* em todas as competições.

Não foram encontradas diferenças significativas no valor médio das ações individuais positivas, negativas ou do índice de eficácia individual entre os diferentes jogos avaliados ($p > 0.05$).

Tabela 7: Resumo dos centróides finais calculados para ambos os *clusters*, para cada variável classificativa e respectivos resultados finais da análise de variância simples.

Jogo	Ações positivas (por min.)				Ações negativas (por min)				Eficácia individual (por min.)			
	Centróide final do cluster		ANOVA		Centróide final do cluster		ANOVA		Centróide final do cluster		ANOVA	
	1 (n=6)	2 (n=7)	F	P	1 (n=6)	2 (n=7)	F	P	1 (n=6)	2 (n=7)	F	P
1(M ₂)	.29	.54	30.276	.000	.17	.17	.000	.994	.12	.37	38.886	.000
2(M ₃)	1 (n=9)	2 (n=5)	55.747	.000	1 (n=9)	2 (n=5)	8.040	.015	1 (n=9)	2 (n=5)	12.428	.004
	.38	.79			.14	.31			.24	.48		
3 (M ₄)	1 (n=9)	2 (n=3)	38.288	.000	1 (n=9)	2 (n=3)	.415	.534	1 (n=9)	2 (n=3)	58.797	.000
	.36	.70			.15	.13			.21	.57		
4(M ₅)	1 (n=6)	2 (n=8)	14.834	.002	1 (n=6)	2 (n=8)	6.658	.024	1 (n=6)	2 (n=8)	32.460	.000
	.27	.45			.21	.12			0.07	0.33		

A função discriminante revelou uma associação significativa entre os *clusters* e todos os preditores de desempenho individual, representando 100% na variabilidade dos grupos em todas as competições realizadas: competição 1 - *Eigenvalue* = 3,7372)²; $\Lambda=0.211$, $Qui^2=14.777$, $p=0.002$; competição 2 - *Eigenvalue* = 4,946)²; $\Lambda=0.168$, $Qui^2=18.719$, $p=0.000$; competição 3 - *Eigenvalue* = 6,215)²; $\Lambda=0.139$, $Qui^2=16.797$, $p=0.001$; competição 4 - *Eigenvalue* =4,668)²; $\Lambda=0.176$, $Qui^2=18.216$, $p=0.000$).

A tabela 8 apresenta os valores médios (\pm desvio padrão) do desempenho técnico individual (ações positivas, negativas e índice de eficácia individual), considerando a amostra já segmentada de acordo os *clusters* gerados e validados pela análise discriminativa: *cluster* 1 - menor desempenho individual; *cluster* 2 - melhor desempenho individual.

Tabela 8: Desempenho individual médio das jogadoras ao longo da competição (valor absoluto e para cada um dos *clusters* gerados).

Parâmetro			Jogo 1 (M ₂ , derrota)			Jogo 2 (M ₃ , vitória)			Jogo 3 (M ₄ , vitória)			Jogo 4 (M ₅ , derrota)		
			N	Média	(±DP)	N	Média	(±DP)	N	Média	(±DP)	N	Média	(±DP)
Ações positivas (per min.)	Equipa		13	0.42	0.15	14	0.52	0.22	12	0.45	0.17	14	0.37	0.12
	Cluster	1	6	0.29*	0.09	9	0.38*	0.10	9	0.36*	0.07	6	0.27*	0.07
		2 [§]	7	0.54*	0.08	5	0.79*	0.09	3	0.70*	0.12	8	0.45*	0.09
Ações negativas (per min.)	Equipa		13	0.17	0.06	14	0.20	0.14	12	0.14	0.04	14	0.16	0.08
	Cluster	1	6	0.17	0.08	9	0.14*	0.06	9	0.15	0.04	6	0.21*	0.06
		2 [§]	7	0.17	0.04	5	0.31* [§]	0.17	3	0.13 [§]	0.06	8	0.12*	0.07
Eficácia individual	Equipa		13	0.25	0.15	14	0.33	0.17	12	0.30	0.18	14	0.22	0.15
	Cluster	1 [§]	6	0.12*	0.09	9	0.24*	0.12	9	0.21*	0.06	6	0.07*	0.06
		2 [§]	7	0.37*	0.06	5	0.48*	0.12	3	0.57*	0.10	8	0.33*	0.10

Legenda: *diferenças significativas (p<0.05) entre o *cluster* 1 e o *cluster* 2; § diferenças significativas (p<0.05) ao longo dos 4 jogos.

Os resultados evidenciaram diferenças significativas (p<0.05) entre os *clusters* e para todos os jogos em análise nos parâmetros “ações positivas” e “eficácia individual”. Ao longo dos 4 jogos não foram identificadas diferenças significativas nos parâmetros notacionais avaliados para a totalidade da equipa. Contudo, as jogadoras classificadas no *cluster* 2 apresentaram variações significativas ao longo dos jogos nas “ações positivas” (p=0.001), nas “ações negativas” (p=0.013) e na “eficácia individual” (p=0.013). As jogadoras classificadas no *cluster* 1 revelaram variações significativas ao longo dos jogos na “eficácia individual” (p=0.011).

Não foram identificadas diferenças significativas (p>0.05) no tempo médio de jogo das diferentes jogadoras envolvidos ao longo dos 4 jogos em estudo (M₂ - 68.8 ± 29.4 min.; M₃ - 70.0 ± 30.6 min.; M₄ - 68.8 ± 30.8 min.; M₅ - 64.4 ± 29.2 min.).

De acordo com a tabela 9, não foram identificadas diferenças significativas (p>0.05) entre os dois *clusters* para o C, T ou T:C em qualquer dos 4 jogos oficiais analisados. Contudo, verificamos que em ambos os jogos com derrota (M₂ e M₅) as atletas integrados no *cluster* 2 (melhor desempenho individual) apresentaram valores significativamente distintos (p<0.05) antes do jogo em relação à concentração hormonal observada antes do torneio para o C [subida significativa no jogo 1 e 4 (p=0.046 e p=0.012, respetivamente)], T [descida significativa no jogo 1 e 4 (p=0.028, p=0.012, respetivamente)] e T:C [descida significativa no jogo 1 e 4 (p=0.028, p=0.012, respetivamente)].

Tabela 9: Concentração hormonal (cortisol e testosterona salivar) e nível do rácio T:C em cada um dos *clusters* ao longo do torneio.

Parâmetro	Registo	Cluster	Jogo 1 (M ₂)		Jogo 2 (M ₃)		Jogo 3 (M ₃)		Jogo 4 (M ₅)	
			Média	(±DP)	Média	(±DP)	Média	(±DP)	Média	(±DP)
Cortisol (µg.dl ⁻¹)	Antes do jogo	1 [§]	0.40	0.13	0.50	0.13	0.45	0.19	0.73	0.18
		2 [§]	0.55 [¥]	0.16	0.41	0.11	0.42	0.09	0.86 [¥]	0.20
	Depois do Jogo	1	0.42	0.09	0.38 [*]	0.12	0.45	0.12	0.55	0.22
		2 [§]	0.64	0.48	0.49	0.17	0.33	0.01	0.60	0.22
Testosterona (pg.ml ⁻¹)	Antes do jogo	1	51.17	30.52	83.63	38.78	68.78 [¥]	39.86	64.75	35.08
		2	74.71 [¥]	29.53	77.60	18.05	72.33	34.27	59.63 [¥]	23.63
	Depois do jogo	1	43.50	21.44	63.14	14.77	45.25 [*]	22.33	41.25	18.71
		2	54.71 [*]	31.23	61.40	18.60	46.00	14.80	47.14	22.79
T:C	Antes do jogo	1 [§]	118.76	66.03	170.32 [¥]	69.79	164.43 [¥]	73.79	84.45	32.84
		2 [§]	136.86 [¥]	33.08	193.08	33.71	176.55	97.79	71.14 [¥]	26.04
	Depois do jogo	1 [§]	101.26	30.34	155.62	40.92	102.86 [*]	58.34	79.17	27.53
		2 [§]	93.42 [*]	23.39	133.22	48.77	138.32	45.95	71.28	28.27

Legenda: ¥ diferenças significativas (p<0.05) entre o valor mensurado antes do torneio e o valor observado no dia da competição; § diferenças significativas (p<0.05) ao longo dos 4 jogos; *diferenças significativas (p<0.05) entre o valor avaliado antes da competição e valor registado depois da competição.

A análise da variação hormonal ao longo dos 4 jogos permitiu-nos identificar diferenças significativas (p<0.05) no valor médio de C em antecipação ao jogo em ambos os *clusters* (p=0.017, p=0.003, *cluster* 1 e 2 respetivamente) e após o jogo para o *cluster* 2 (p=0.003). Observa-se ainda que os registos do rácio T:C em ambos os *clusters* variam significativamente ao longo dos 4 jogos, quer na antecipação (p=0.028, p=0.002, *cluster* 1 e 2 respetivamente), quer no final dos mesmos (p=0.025, p=0.002, *cluster* 1 e 2 respetivamente). Não foram identificadas diferenças significativas (p>0.05) para a variação dos valores de T antes e após os 4 jogos analisados.

No que se refere à variação hormonal durante o jogo, verificou-se uma descida significativa do C das jogadoras classificadas no *cluster* 1 no primeiro jogo com vitória (M₃, p=.021). A variação de T ao longo dos jogos foi sempre negativa, tendo sido significativamente mais baixa no final do jogo 1 para as jogadoras classificadas no *cluster* 2 (p=0.018) e no jogo 3 para as jogadoras classificadas no *cluster* 1 (p=0.012). A variação média do rácio T:C ao longo dos jogos foi igualmente sempre negativa, com uma descida significativa no jogo 1 para as jogadoras classificadas no *cluster* 2 (p=0.018) e no jogo 3 para as jogadoras classificadas no *cluster* 1 (p=0.012). Não obstante estes resultados, e tal como se observa na figura 1, denota-se uma ausência de relação linear significativa entre a variação de ambas as hormonas durante o jogo (ΔC e ΔT) e eficácia individual em qualquer dos jogos analisados.

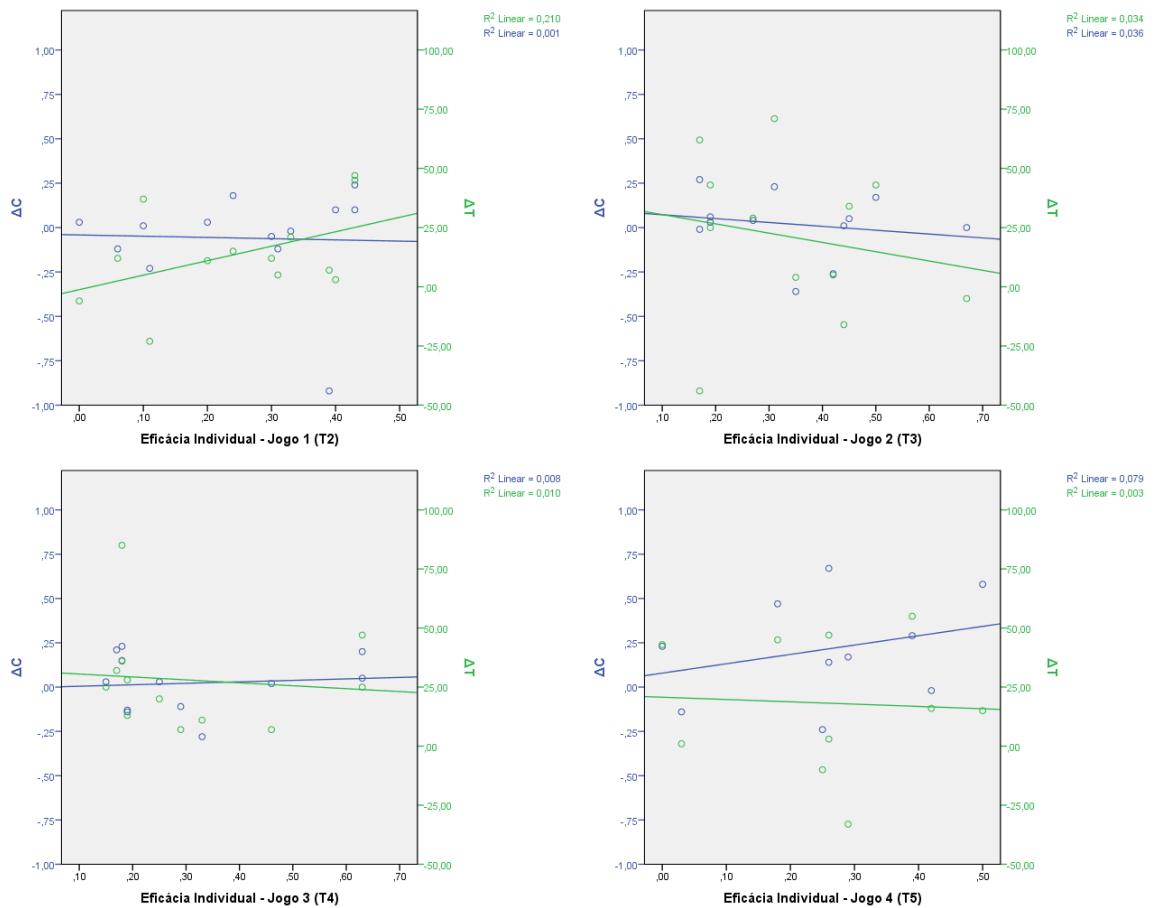


Figura2: Regressão linear simples entre a eficácia individual em cada jogo e os respectivos valores de ΔC e ΔT durante o jogo.

Discussão

Esta investigação teve como objetivo analisar a relação entre a variação no desempenho individual de jogadoras de futebol de elevado nível desportivo e os respectivos níveis de concentração salivar de cortisol e testosterona em quatro jogos oficiais consecutivos. Em geral, os resultados demonstram a inexistência de diferenças significativas entre a concentração hormonal e as diferenças de desempenho desportivo verificadas ao longo do torneio.

Ao longo dos anos, o surgimento de diferentes medidas de análise de desempenho têm permitido uma maior compreensão sobre o sucesso / insucesso de jogadores e equipas em desportos coletivos (Ali, 2011; Gómez & Mendo, 2012; George, Ionel & Cristian, 2014; Ajibua & Igbokwe, 2013; Rampini et al., 2009; Costa et al., 2011; Lago-Penas, 2012). O registo das ações realizadas pelos jogadores no decorrer da competição em sistemas de análise notacional, apesar de não permitir captar a dinâmica do jogo, tem permitido, na relação com variáveis situacionais, aferir algumas das características das equipas de sucesso (Rampini et al., 2009; Lago-Penas et al., 2011; Bordonau et al., 2013, Lago-Ballesteros & Lago-Penas

2010; Lago & Martin, 2007; Taylor et al., 2008; George et al., 2014). Neste trabalho, após a avaliação do desempenho das jogadoras nos jogos observados, verificámos em todos os jogos a existência de diferenças significativas entre dois *clusters* nos parâmetros “ações positivas” e “eficácia individual”. Esta categorização permite-nos afirmar que o desempenho das jogadoras pode ser agrupado em dois grupos, sendo que de forma regular as jogadoras pertencentes ao *cluster* 2 apresentam melhor desempenho que as do *cluster* 1. No entanto, verificámos ainda que o índice de eficácia individual varia significativamente ($p < 0.05$) ao longo dos 4 jogos, apresentando valores mais elevados nos jogos com vitória em ambos os *clusters*, o que parece sugerir a existência de uma relação entre a eficácia individual e o sucesso da equipa, como verificado em estudos anteriores (Rampinini et al., 2009; Lago-Ballesteros & Lago-Peñas, 2010; Lago-Peñas et al., 2011; Bordonau et al., 2013).

Quando analisadas as diferenças nas concentrações hormonais considerando a qualidade do desempenho individual em competição, os resultados não seguem um padrão simples de interpretação, pelo menos tendo por base as variáveis notacionais e situacionais consideradas. Em relação ao cortisol, os resultados mostraram aumento nos seus valores, em antecipação aos jogos, tendo por base a concentração hormonal observada antes do torneio. Na generalidade este é um registo concordante com a literatura consultada que reporta subidas de cortisol na antecipação à competição em ambos os géneros e em diferentes modalidades desportivas (Bateup et al., 2002; Maso et al., 2002; Salvador et al., 2003; Kivlighan, Granger & Booth, 2005; Carré et al., 2006; Panse et al., 2010; Filaire et al., 2009). No entanto, do nosso conhecimento, não há referências na literatura que suportem o facto desta subida de cortisol ocorrer de forma particularmente significativa nos jogos com derrota (T_2 e T_5) e em atletas classificados com bom desempenho em competição. Alguns autores (Strahler et al., 2010) referem a possibilidade de ocorrer um efeito de regulação hormonal em antecipação à competição em atletas de maior nível desportivo, por serem mais hábeis na gestão do *stress* competitivo (Arruda et al., 2014). Curiosamente, os resultados obtidos parecem sugerir que um aumento significativo de cortisol em antecipação aos jogos de importância superior (jogo 1 e 4) (em particular nas jogadoras com mais eficácia individual), podem ser reveladores de maior *stress* competitivo conduzindo a um resultado final negativo. Naturalmente este é um resultado pouco sólido e que deve ser considerado com alguma reserva, dado que apenas foram analisados 4 jogos num curto espaço de tempo.

Os dados também revelaram a ausência de diferenças significativas nos níveis de cortisol antes e após o jogo na dependência da eficácia individual. Para além disso, tal como reflete a figura 2, não existe qualquer relação significativa entre a ΔC e a eficácia individual nos diferentes jogos analisados. De algum modo, este é um resultado concordante com o estudo de Bateup et al. (2002), que não reporta qualquer relação entre a habilidade e a experiência desportiva e os níveis de cortisol na antecipação do jogo em atletas do sexo feminino; sugerem os autores a existência de um comportamento pouco individualista na expressão da agressividade em jogo, o que parece ser típico do sexo feminino (Taylor et al., 2000;

Sedghroohi et al., 2011). Importa também referir que a ΔC durante os jogos não segue um padrão constante nos 4 jogos avaliados, estando aparentemente não relacionada com o resultado (Edwards, Wetzel & Wyner, 2006; Oliveira, Gouveia & Oliveira, 2009; Sedghroohi et al., 2011).

No que se refere à testosterona, os nossos resultados demonstram uma descida considerável na antecipação aos jogos, novamente significativa nos jogo 1 e 4 para as jogadoras classificadas no *cluster 2*. Este é um resultado coerente com os resultados propostos por Kivlighan et al. (2005) em atletas remadoras, mostrando que em atletas do sexo feminino a resposta da testosterona em antecipação à competição tende a ser negativa. De qualquer forma a ausência de relação da ΔT ao longo dos quatro jogos com a eficácia das atletas em competição (ver figura 1) parece demonstrar uma ausência de dependência entre estas duas variáveis.

Verificámos ainda que ΔT durante o jogo nem sempre é positiva nos 4 jogos e coerente entre *clusters*. Esta falta de um padrão constante na ΔT em competição não é convergente com o esperado efeito estimulante do exercício na produção de testosterona (Mazur, 1998). Contudo, parecem existir limiares de resposta diferentes ao exercício que conduzem a repercussões significativamente distintas nos efeitos de treino, pelo menos ao exercício de força (Beaven, Gill & Cook, 2008). Recentemente foi ainda demonstrado um efeito dose-resposta do exercício de endurance ou da participação em jogo/competição (em tempo e intensidade) na resposta de testosterona (Peñailillo et al., 2015) de atletas de futebol; os autores verificaram que os atletas com menor decréscimo nos níveis de testosterona foram capazes de percorrer maiores distâncias em competição.

No que refere ao rácio T:C, e de acordo com os efeitos anabólicos e catabólicos descritos pela literatura para cada uma das hormonas no organismo, é globalmente reconhecido que um rácio aumentado é geralmente indicador de uma reação positiva do atleta ao treino sendo o oposto um indicador de um efeito *stressante* intenso no organismo (Gleeson, 2002). De facto, as alterações verificadas nas concentrações de C e T refletem-se numa descida do rácio T:C nos dias da competição, que assumem valores significativos nas atletas do *cluster 2* antes das competições de derrota, o que no entender de alguns autores se deve à reação das atletas à situação competitiva (Salvador; 2005; Salvador & Costa, 2009).

Verificámos também uma variação do rácio T:C ao longo dos 4 jogos e para ambos os *clusters*. Apesar de não existirem diferenças significativas dos valores pré e pós-jogo em função da eficácia individual, verificamos que no último jogo com derrota os níveis T:C foram os mais baixos de sempre, sendo que os níveis mais elevados surgem nos jogos com vitória e os mais baixos nos jogos com derrota. Estes resultados, respetivamente, parecem demonstrar um estado mais positivo ou mais negativo das atletas, perante a competição, com influência no seu resultado (Salvador, 2005; Salvador & Costa, 2009). Os nossos resultados mostram ainda diferenças significativas nos valores pós-jogo em relação aos valores basais de referência, o

que revela uma variação aguda pós esforço esperada e coerente com a literatura (Hough et al., 2013).

Em essência, os nossos resultados parecem condizer com o que a literatura tem referido acerca do stresse competitivo em atletas de elite, como sendo pouco perceptível (Moreira et al., 2009) e dependente da natureza do confronto desportivo (Sedghroohi et al., 2011). Do nosso ponto de vista, a natureza do confronto é um parâmetro intuitivo e pouco replicável, resultante da percepção dos atletas acerca da importância da competição, da afinidade que sentem com o contexto onde esta ocorre e ainda dependente da eficácia dos adversários (Lago-Ballesteros & Lago- Penas, 2010). Dado que o local da competição foi diferente em ambos os jogos com derrota e vitória, e não existem dados (ou estudos conhecidos) sobre a importância que os atletas atribuem a cada jogo, estamos em crer que a eficácia dos adversários se constituirá como um parâmetro descritório de stresse competitivo. Aliás verificamos que no primeiro e último jogo (ambos de derrota mas com a particularidade ser o jogo de estreia e o jogo mais determinante para a continuidade em competição, respetivamente) as jogadoras classificadas no *cluster 2* apresentaram alterações significativas de C, T e T:C em antecipação aos jogos. Nota-se ainda, embora não tendo sido alvo de particular análise neste estudo, a existência de diferenças significativas na ΔC entre os jogos ($p=0.041$, dados não apresentados), com valores de amplitude claramente superiores nos jogos 1 e 4. Assim, estamos em crer que a resposta hormonal poderá ser apenas discriminatória do desempenho desportivo em contextos competitivos desfavoráveis, provavelmente associados a adversários com superior eficácia no desempenho individual e colectivo (Van der Meij et al., 2010). Estudos futuros nesta temática deverão considerar amostras de diferente nível desportivo, controlando parâmetros de eficácia desportiva individual (e/ou coletiva) dos adversários.

Não obstante a relevância dos resultados obtidos, este estudo tem algumas limitações. Primeiro não existe informação da resposta hormonal nos dias de descanso entre as competições, cuja cinética poderia revelar diferenças nas concentrações hormonais relativamente aos dias de competição, considerando que há estudos que referem alterações hormonais no decorrer do repouso (Kivlighan et al., 2005) e a necessidade de 48h para reposição dos valores normais de ambas as hormonas C e T (Mclellan, Lovell & Gass, 2010). Segundo, será importante referir que apesar da eficácia do algoritmo usado neste método não hierárquico K-médias, este limita-se a encontrar *clusters* volumétricos em número previamente definidos pelo utilizador, forçando cada caso a pertencer a um único *cluster*, constituindo uma partição rígida, sem sobreposição dos itens (Steinley, 2006). Estudos futuros poderão estudar a aplicabilidade deste método e suas variantes, recorrendo a outros indicadores de desempenho e em amostras de maior dimensão, viabilizando o recurso a testes estatísticos inferenciais de natureza paramétrica. Terceiro, não foi analisado o desempenho desportivo dos adversários (e/ou inclusive o ranking internacional de cada seleção), cuja

informação poderia ter sido útil na compreensão da resposta hormonal das nossas jogadoras, em particular na antecipação ao jogo (Oliveira et al., 2009; Sedghroohi et al., 2011).

Apesar das limitações referidas, este trabalho permitiu: (i) avaliar a resposta hormonal em atletas femininas de elite, que é claramente menos estudada no estado da arte nesta temática; (ii) a avaliação do desempenho individual das jogadoras em situação competitiva e em jogos consecutivos, constituindo-se, do nosso conhecimento, o primeiro estudo com esta abordagem e possibilidade de monitorização continuada em ambiente competitivo; (iii) a relação entre o desempenho de cada atleta e a sua resposta hormonal em competição.

Conclusões

O presente estudo analisa a variação das concentrações hormonais do cortisol, da testosterona e do rácio (T:C) ao longo de um período concentrado de quatro competições de elevado nível, considerando o desempenho individual de cada atleta. Foi possível agrupar as atletas (de acordo com as suas ações de envolvimento com bola) em dois níveis distintos de desempenho individual, havendo assim diferenças no contributo que cada atleta dá para o resultado da equipa. Porém não foram identificadas diferenças significativas na concentração hormonal de C, T e T:C antes e após os jogos entre os dois grupos de desempenho desportivo individual. Assim, os dados sugerem que jogadoras de futebol de alto nível se encontram preparadas para lidar com stresse de cada situação competitiva, que por sua vez não parece determinar variações significativas da eficácia individual em jogo. Será importante a continuidade de estudos neste domínio para que treinadores conheçam as variáveis situacionais que em competição podem provocar stresse nos atletas e sobretudo a forma como este stresse poderá interferir no desempenho desportivo individual e/ou da equipa.

Referências

- Ajibua MA & Igbokwe N (2013). Ball Possession as a determinant of victory in soccer. *Developing Country Studies*, 3 (8), 1- 8.
- Ali A (2011). Measuring soccer skill performance: a review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21, 170-183. Doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.011256.x.
- Arruda AF, Aoki MS, Freitas CF, Drago G, Oliveira R, Crewther B & Moreira A (2014). Influence of competition playing venue on the hormonal response, state anxiety and perception of effort in elite basketball athletes. *Physiology & Behavior*, 130, 1-5. Doi:10.1016/j.physbeh.2014.03.007.
- Bateup HS, Booth A, Shirtcliff EA & Granger DA (2002). Testosterone, cortisol, and women's competition. *Evolution and Human Behavior*, 23 (2): 181-192. Doi:10.1016/S1090-5138(01)00100-3.
- Beaven CM, Gill ND & Cook CL (2008). Salivary testosterone and cortisol responses in professional rugby players after four resistance e exercise protocols. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 426- 432. Doi:10.1519/JSC .0b013e3181635843.
- Bordonau J, Monforte C, Guzmán J & Villanueva A (2013). Offensive and defensive team performance relation to successful and unsuccessful participation in the 2010 Soccer World Cup. *Journal of Human Sport and Exercise*, 8, 894-904. Doi: 10.4100/jhse.2013.84.02.
- Carré J, Muir C, Belanger J & Putnam SK (2006). Pre-competition hormonal and psychological levels of elite hockey players: Relationship to the "home advantage". *Physiology & Behavior*, 89(3), 392-398. Doi:10.1016/j.physbeh.2006.07.011.
- Casanova N., Palmeira-de-Oliveira A., Pereira A., Crisóstomo L.D., Travassos B. & Costa A.M. (2015). Cortisol, testosterone and mood state variation during an official female football competition. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Jul 8. [Epub ahead of print].
- Costa IT, Garganta J, Greco PJ, Mesquita I & Maia J (2011). Análise e Avaliação do comportamento tático no Futebol (Fut/Sat): Desenvolvimento e validação preliminar. *Revista Motricidade*, 7 (1), 69-84.
- Crewther BT, Cook C, Cardinale M, Weatherby RP & Lowe T (2011). Two Emerging Concepts for Elite Athletes - The Short-Term Effects of Testosterone and Cortisol on the Neuromuscular System and the Dose-Response Training Role of these Endogenous Hormones. *Sports Medicine*, 41 (2), 103-123. Doi: 10.2165/11539170-000000000-00000.

- Dellal A, Chamari K, Wong DP, Ahmaidi S, Keller D, Barros R, Bisciotti GN & Carling C (2011). Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play. FA Premier League and La Liga. *European Journal of Sports Science*, 11(1): 51-59. Doi:10.1080/17461391.2010.481334.
- Di Salvo V, Baron R, Tschan H, Calderon Montero FJ, Bachl N & Pigozzi F (2007). Performance Characteristics According to Playing Position in Elite Soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222-227. Doi: 10.1055/s-2006-924294
- Edwards DA, Wetzel K & Wyner DR (2006). Intercollegiate soccer: Saliva cortisol and testosterone are elevated during competition, and testosterone is related to status and social connectedness with teammates. *Physiology & Behavior*, 87(1), 135-143. Doi:10.1016/j.physbeh.2005.09.007.
- Filaire E, Alix D, Ferrand C & Verger M (2009). Psychophysiological stress in tennis players during the first single match of a tournament. *Psychoneuroendocrinology*, 34(1), 150-157. Doi: 10.1016/j.psyneuen.2008.08.022.
- George S, Ionel M & Cristian P (2014). A comparative study on the evolution of the parameters in professional soccer matches. *Social and Behavior Sciences*, 127, 63-67. Doi:10.1016/j.sbspro.2014.03.213.
- Gleeson M (2002). Biochemical and Immunological Markers of Overtraining. *Journal of Sports Science and Medicine*, 31-41.
- Gómez AR & Mendo HA (2012). Revisión de indicadores de rendimiento en fútbol. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 1 (1):1-14.
- Han J & Kamber M (2006). Data Mining: Concepts and Techniques. 2nd edition, *Morgan Kaufmann Publishers*.
- Hellhammer DH, Wüst S & Kudielka B (2009). Salivary cortisol as a biomarker in stress research. *Psychoneuroendocrinology*, 34 (2), 163-171. Doi: 10.1016/j.psyneuen.2008.10.026.
- Hough J, Corney R, Kouris A & Gleeson M (2013). Salivary cortisol and testosterone responses to high-intensity cycling before and after an 11-day intensified training period. *Journal of Sports Sciences*, 31 (14):1614-1623. Doi:10.1080/026-40414.2013.792952.
- Hughes M & Bartlett R (2002). The use of performance indicators in performance analysis. *Journal of Sports Science*, 20, 739-754.
- Jones P, James N & Mellalieu S (2004). Possession as a performance indicator in soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 4 (1), 98-102.

- Katis A, Giannadakis E, Kannas T, Amiridis I, Kellis E & Lees A (2013). Mechanisms that influence accuracy of the soccer kick. *Journal of Electromyograph and Kinesiology*, 23:125-131. Doi:org/10.1016/j.jelekin.2012.08.0.
- Kempe M, Vogelbein M, Memmert D & Nopp S (2014). Possession vs Direct Play: Evaluating Tactical Behavior in Elite Soccer. *International of Sports Sciences*, 4 (6A):35-41. Doi: 10.5923/s.sports.201401.05.
- Kivlighan KT, Granger DA & Booth A (2005). Gender differences in testosterone and cortisol response to competition. *Psychoneuroendocrinology*, 30(1), 58-71.
Doi:10.1016/j.psyneuen.2004.05.009
- Knapp B (1977). Desporto e Motricidade. *Compendium*, Lisboa.
- Lago C (2009). The influence of match location, quality of opposition, and match status on possession strategies in professional association football. *Journal of Sports Sciences*, 27 (13), 1463-1469. Doi:10.1080/026-40410903131681.
- Lago C & Martin R (2007). Determinants of possession of the ball in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 25(9), 969-974. Doi:10.1080/02640410600944626.
- Lago-Penas C (2012). The Role of Situational Variables in Analysing Physical Performance in Soccer. *Journal of Human Kinetics*, 35, 89-95. Doi:10.2478/v10078-012-0082-9.
- Lago-Ballesteros J & Lago-Penas C (2010). Performance in Team Sports Identifying the Key to Success in Soccer. *Journal of Human Kinetics*, 25, 85-9. Doi:10.2478/v10078-010-0035-0.
- Lago-Penas C, Lago-Ballesteros J & Rey E (2011). Differences in Performance Indicators between Winning and Losing teams in the UEFA Champions League. *Journal of Human Kinetics*, 27: 137-148. Doi:10.2478/v10078-011-0011-3.
- MacQueen J (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In proceedings of Fifth Berkeley Symposium on Math. *Statistics and Probabilities*, pp. 281-297.
- Maroco J (2007). Análise Estatística - Com utilização do SPSS (3ª ed.). Lisboa: *Edições Sílabo, Lda*.
- Maso F, Cazorla G, Godemet M, Michaux O, Lac G & Robert A (2002). Influence of an international rugby match upon the concentration of salivary cortisol. *Science and sports*, 17(6), 302-305. Doi:10.1016/S0765-1597(02)00163-6.
- Mazur A & Booth A (1998). Testosterone and dominance in men. *Behavioral and Brain Sciences*; 21: 353-397.
- Mclellan CP, Lovell DI & Gass GA (2010). Creatine Kinase and Endocrine Responses of Elite Players Pre, During, and Post Rugby League Match Play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11), 2908-2919. Doi: 10.1519/JSC.0b013e3181c1fcb1.

- Meeusen R, Nederhof E, Buyse L, Roelands B, De Shutter G & Piacentini MF (2010). Diagnosing overtraining in athletes using the two-bout exercise protocol. *British Journal of Sports Medicine*, 44, 642-648. Doi: 10.1136/bjism.2008.049981.
- Meeusen R, Piacentini MF, Busschaert B, Buyse L, De Shutter G & Stray-Gundersen J (2004). Hormonal responses in athletes: the use of a two bout exercise protocol to detect subtle differences in (over)training status. *European Journal of Applied Physiology*, 91 (2), 140-146. Doi: 10.1007/s00421-003-0940-1.
- Michailidis Y (2014). Stress hormonal analysis in elite soccer players during a season. *Journal of Sport and Health Science*, 1-6. Doi:10.1016/j.jshs.2014.03.016.
- Mohr M, Krstrup P & Bangsbo J (2005). Fatigue in soccer: A brief review. *Journal of Sports Sciences*, 23(6): 593-599. Doi:10.1080/026-40410400021286.
- Moreira A, Arsati F, Arsati Y, Silva D & Araújo V (2009). Salivary cortisol in top-level professional soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 106:25-30. Doi: 10.1007/s00421-009-0984-y.
- Oliveira T, Gouveia M & Oliveira R (2009). Testosterone responsiveness to winning and losing experiences in female soccer players. *Psychoneuroendocrinology*, 34 (7), 1056-1064. Doi: 10.1016/j.psyneuen.2009.02.006.
- Panse BL, Vibarel-Rebot N, Parage G, Albrings D, Amiot V, Ceaurriz J & Collomp K (2010). Cortisol, DHEA, and testosterone concentrations in saliva in response to an international powerlifting. *Stress: The International Journal on the Biology of Stress*, 13 (6), 528-532. Doi:10.3109/10253891003743440.
- Peñailillo L, Maya L, Niño G, Torres H & Zbinden-Foncea H (2015) Salivary Hormones and IgA in relation to physical performance in football. *Journal of Sports Science*, Doi:10.1080/02640414.2015.1064151.
- Rampinini E, Impellizzeri FM, Castagna C, Coutts AJ & Wisløff U (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, 227-233. Doi: 10.1016/j.sams.2007.10.002.
- Salvador A, Suay F, Gonzalez-Bono E & Serrano M (2003). Anticipatory cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men. *Psychoneuroendocrinology*, 28(3), 364-375. Doi: 10.1016/S0306-4530(02)00028-8.
- Salvador A (2005). Coping with competitive situations in humans. *Neuroscience and Biobehavioral reviews*, 29(1), 195-205. Doi:10.1016/j.neubiorev.2004.07.004.
- Salvador A & Costa R (2009). Coping with competition: Neuroendocrine responses and cognitive variables. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33 (2), 160-170. Doi:10.1016/j.neubiorev.2008.09.005.

- Santos P, Machado T, Osiecki A, Góes S, Leite N & Stefanello J (2014). A necessidade de parâmetros referenciais de cortisol em atletas: Uma revisão sistemática. *Motricidade, 10 (1)*, 107-125. Doi: 10.6063/motricidade.10(1).2610.
- Strahler K, Ehrlenspiel F, Heene M & Brand R (2010). Competitive anxiety and cortisol awakening response in the week leading up to a competition. *Psychology of Sport and Exercise, 11(2)*, 148 - 154. Doi:10.1016/j.psychsport.2009.10.003.
- Sedghroohi G, Ravasi AA, Gaieni AA & Fayazmilani R (2011). The effect of win or loss on serum testosterone and cortisol hormones in female Basketball players. *World Journal of Sport Sciences, 5(4)*, 276-281.
- Steinley D (2006). K-Means Clustering: A Half-Century Synthesis. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology, 59(1)*.
- Taylor SE, Klein LC, Lewis BP, Gruenewald TL, Gurung RA & Updegraff JA (2000). Biobehavioral responses to stress in Females: Tend-and-befriend, not Fight-or-flight. *Psychological Review, 107(3)*: 411-429. Doi:10.1037/0033-295X.107.3.411.
- Taylor JB, Mellalieu SD, James N & Shearer D A (2008). The influence of match location, quality of opposition, and match status on technical performance in professional association football. *Journal of Sports Science, 26(9)*, 885-895. Doi: 10.1080/02640410701836887.
- Teo W, Newton M & McGuigan M (2011). Circadian rhythms in exercise performance: Implications for hormonal and muscular adaptation. *Journal of Sports Science and Medicine, 10*, 600-606.
- Van der Meij L, Buunk AP, Almela M & Salvador A (2010). Testosterone responses to competition: The opponent's psychological state makes it challenging. *Biological Psychology, 84 (2)*, 330 -345. Doi: 10.1016/j.biopsycho.2010.03.017.
- Viru A & Viru M (2005). Preconditioning of the performance in power events by endogenous testosterone: in memory of Professor Carmelo Bosco. *Journal of Strength & Conditioning Research, 19, (1)*, 6-8. Doi:10.1016/j.physbeh.2013.03.013.
- Wood R I & Stanton S J (2012). Testosterone and sport: Current perspectives. *Hormones and Behavior, 61(1)*, 147-155. Doi: 10.1016/j.yhbeh.2011.09.010.

Capítulo 5

Conclusão geral, limitações e perspectivas futuras

Conclusão geral

A presente investigação realizada com jogadoras de futebol de elite teve por objetivo o estudo do comportamento de variáveis endócrinas e psicológicas (estados de humor), perante o stresse competitivo, e a relação estabelecida entre a resposta hormonal e o desempenho de cada atleta durante a competição. Para sustentar cientificamente o problema de estudo e permitir uma comparabilidade mais coerente dos resultados obtidos, foi também elaborado previamente um estudo de revisão sistemática com base nas publicações mais recentes sobre o tema em causa.

Após concretização desta tese, enunciamos neste capítulo final as principais conclusões obtidas, na pretensão que as mesmas sirvam de contributo para o enriquecimento dos conhecimentos científicos já existentes na área, e em especial a respeito dos atletas de elite. Assim, dos diferentes estudos realizados, podemos enunciar as seguintes conclusões:

- a) A investigação publicada sobre a relação estabelecida entre o comportamento neuroendócrino e a performance do atleta é bastante vasta e diversificada, havendo até ao momento estudos desenvolvidos com atletas de diferentes modalidades desportivas, tanto coletivas como individuais, e em ambos os sexos (masculino e feminino). A maioria dos estudos consultados refere o desenvolvimento por parte do atleta de um estado antecipatório de preparação à competição, caracterizado por um aumento da concentração do cortisol. Também a testosterona parece ter relação com o momento competitivo, aparecendo mais elevada no dia da competição, em especial nos resultados de vitória. No entanto, a existência de resultados contraditórios relativamente à variação das variáveis hormonais (cortisol e a testosterona) em situações de competição e as diferentes metodologias de coleta e tratamento de amostras, não permitem estabelecer um padrão comportamental de cada uma das hormonas em situação de competição;
- b) Associado à avaliação das variáveis hormonais em situação de stresse competitivo, a maioria dos estudos consultados avalia também variáveis do domínio psicológico como sejam os estados de ansiedade e os estados de humor, através da utilização de instrumentos específicos de avaliação (questionários), com a intenção de estabelecer uma relação de causa-efeito entre as duas variáveis;

- c) Nas jogadoras de elite verificou-se, em competição, um perfil de estados de humor (avaliado pelo questionário POMS), típico de atletas de alta competição (*perfil de iceberg*) com predominância da subescala positiva (*vigor*), comparativamente com as restantes dimensões consideradas negativas (*tensão, depressão, hostilidade, fadiga e confusão*). Quando se considera a relação dos estados de humor com o resultado da competição, verificou-se a existência de um padrão comportamental dos estados de humor relacionado com a competição, associando estados positivos com resultados de vitória e estados negativos com resultados de derrota;

- d) Os nossos dados revelam ainda uma fraca relação entre os níveis hormonais e os estados de humor, em jogadoras de futebol de elite. Com efeito, nas quatro competições avaliadas, não se verifica por parte das atletas, uma reação ao stresse competitivo, que na generalidade dos estudos consultados se caracteriza por um aumento da concentração do cortisol nos dias da competição. Nas atletas em estudo, os níveis de cortisol não se alteraram de forma significativa durante os três primeiros jogos, havendo até uma descida significativa no último jogo. O mesmo se verificou relativamente à testosterona que decresce de forma significativa após cada competição;

- e) Tendo em conta o comportamento das variáveis hormonais em competição, podemos referir que nas atletas do estudo se verifica a existência de uma competência, característica de atletas de elite, para lidar com o stresse competitivo, o que leva a um melhor controlo mental perante os desafios gerados pela competição;

- f) No que concerne à avaliação das variáveis notacionais, foi possível estabelecer dois grupos de desempenho (*clusters*) tendo o grupo de melhor desempenho, valores mais elevados ao nível das ações positivas e da eficácia em competição. Também se verificou a existência de uma relação entre a eficácia individual e o sucesso da equipa, considerando que nos jogos de vitória o índice de eficácia individual apresenta valores mais elevados do que nos jogos com resultado de derrota. No entanto, os resultados obtidos não permitem estabelecer a existência de diferenças significativas entre a concentração hormonal e as diferenças de desempenho desportivo entre as atletas, ao longo do torneio;

- g) Nos dias das competições, em especial na última competição e nas competições de derrota, nas atletas constituintes do grupo de melhor desempenho, denota-se uma descida no rácio T:C, devida à variação nas concentrações de cada uma das variáveis hormonais C e T em competição, o que poderá ser explicado pelo facto das atletas do sexo feminino terem uma resposta negativa da testosterona à situação competitiva, levando a um desempenho desportivo mais fraco;

Limitações do estudo

A grande diversidade de resultados existentes nos estudos consultados no domínio do comportamento das variáveis psicológicas, endócrinas e de desempenho em situação de competição e a não existência de estudos que, de forma, clara caracterizem a relação entre as referidas variáveis e a competição em atletas de elevado nível competitivo, motivou-nos para a realização do presente estudo. A existência de um torneio internacional que anualmente ocorre em Portugal, com equipas de elevado nível desportivo, e a disponibilidade da equipa técnica da seleção nacional portuguesa e das respetivas atletas para a realização do estudo, proporcionou as condições de base para a concretização desta tese.

De facto, não é simples o acesso a atletas de elite, sobretudo durante um período competitivo exigente, em que qualquer fator externo pode ser considerado elemento de perturbação e de stresse adicional para as atletas e equipa técnica. Mesmo assim, foi permitida a realização do estudo, tendo sido construído um desenho metodológico, tendo por base o calendário de competições e de treinos previamente estabelecido pela seleção, e de forma a interferir o menos possível com o programado. Assim, foi escolhido para hora de recolha das amostras a hora de acordar, o período antes do almoço e o final da competição. O questionário POMS foi preenchido de forma calma, no hotel antes da hora de jantar.

Desta forma, houve a preocupação de realizar uma reunião prévia com todas as atletas e elementos da equipa técnica de forma a explicar os objetivos do estudo e todos os procedimentos de recolha das amostras. Com exceção de uma das atletas, todas as restantes concordaram em participar, assinando o consentimento informado. De seguida, receberam um *Kit* de recolha, contendo os recipientes para as coletas de saliva, já devidamente identificados. Após cada recolha houve a preocupação imediata de congelar as amostras até ao momento da análise realizada por especialistas de análises laboratoriais. Todas as atletas pertencentes ao estudo foram questionadas acerca do uso de medicamentos, suplementos ergogénicos e contraceptivos que pudessem interferir com os resultados das análises hormonais.

No final do campeonato foi solicitado aos serviços de imagem da Federação Portuguesa de Futebol a cedência dos registos em vídeo de cada um dos jogos da seleção nacional, de forma a poder visionar cada competição para efetuar a avaliação das variáveis notacionais consideradas para o estudo do desempenho de cada atleta em competição. Na análise dos vídeos foram seguidos todos os procedimentos habituais da metodologia observacional.

Não obstante o rigor científico tido na recolha e tratamento dos dados necessários para a avaliação de cada uma das variáveis (psicológica-POMS; hormonais-saliva e notacionais-vídeo) existiram algumas limitações/dificuldades durante todo o processo que nos levam a ter alguma prudência na leitura dos resultados e respetivas conclusões. Algumas dessas dificuldades prendem-se com os seguintes aspetos:

- a) Nem sempre é fácil ter acesso a atletas de elite, em especial no que respeita à realização de estudos em momentos competitivos e de nível internacional. Apesar disso estamos na presença de dados referente à elite do futebol feminino. O facto de as atletas pertencerem a diferentes clubes, alguns deles estrangeiros, implica a existência de diferentes processos de treino e diferentes processos de preparação para situações competitivas, tendo cada atleta diferentes estratégias para lidar com a ansiedade e a motivação características das situações competitivas;
- b) Considerando ainda o clube de origem de cada atleta, não foi possível efetuar a recolha considerada de repouso em ambiente não competitivo, dado que seria financeiramente e logisticamente impossível a deslocação a cada um dos locais de treino e no mesmo momento. O mesmo podemos afirmar, relativamente a uma possível recolha de amostras biológicas após a realização do campeonato (follow-up), dado que cada atleta se deslocou para a sua equipa após a última competição do campeonato;
- c) O desenho de estudo foi previamente estabelecido com a equipa técnica da seleção, e em função do calendário de treinos e competições já existente. Assim, apesar de se terem respeitado as horas diárias de recolha (8h; 11h e após competição) os jogos não decorreram exatamente, todos à mesma hora, não tendo sido possível uma uniformidade de tempo nas quatro competições, no tempo decorrente entre a hora da recolha e a hora da competição;
- d) Não foi feita qualquer referência à qualidade das equipas adversárias durante o estudo, o que poderia ajudar a explicar alguns dos resultados encontrados dado que as seleções adversárias se encontram posicionadas em diferentes lugares do *ranking* mundial de futebol feminino, podendo ser consideradas como equipas mais ou menos fortes, podendo por este motivo causar maior ou menor ansiedade/stresse nas atletas e dificuldades de desempenho técnico individual;
- e) Os custos inerentes ao processo de recolha das amostras e às respetivas análises laboratoriais impossibilitaram a realização de mais estudos com a mesma amostra de atletas, incluindo a possível replicação do estudo no ano seguinte, que teria reforçado os resultados obtidos, de forma a solidificar as respetivas conclusões;
- f) A seleção das variáveis notacionais utilizadas para a avaliação do desempenho das atletas, com contagem do número de ações de envolvimento da atleta com a bola e classificação em ação positiva ou negativa, não permitiu ter em linha de conta as ações motoras da atleta quando não se encontra em posse da bola, que também contribuem para o êxito da equipa, o que caracterizaria de uma forma mais completa o seu desempenho;

- g) O facto de não se ter optado pela recolha de amostras das atletas nos dias de intervalo entre as competições, não permitiu o conhecimento dos valores de resposta hormonal nestes dias de descanso, para podermos aferir do tempo necessário para retorno aos valores de repouso do cortisol e testosterona após a competição; o mesmo podemos afirmar relativamente à situação de, nos dias da competição, as recolhas terem sido feitas antes e após competição, não tendo sido avaliada a recolha matinal, o que limita o conhecimento da cinética diária hormonal nos dias da competição;
- h) Por último, uma das dificuldades tidas na leitura dos dados e possível generalização dos resultados como contributo para o conhecimento científico prende-se com o facto de não existir uma uniformidade na construção dos diferentes desenhos metodológicos nos estudos publicados. De facto, não há conhecimento do tempo correto, que deve ser considerado para as recolhas realizadas antes e após competição, para que a concentração hormonal avalie da melhor forma possível a reação da atleta à situação competitiva, por outro lado a existência de diferentes métodos laboratoriais para tratamento das amostras, bem como a existência de diferentes unidades de medida para a representação da concentração de cada uma das hormonas, dificultam a comparação de resultados entre estudos;

Sugestões para futuras investigações

Considerando a diversidade de resultados nos estudos analisados e a não existência de clara evidência da relação das variáveis endócrinas com a performance dos atletas em situação de competição, a interferência colocada por outro tipo de variáveis situacionais, bem como a constante necessidade de cada equipa técnica ter conhecimento das condições comportamentais que favorecem a obtenção de melhores resultados por parte dos atletas, sugere-se a continuidade de estudos nesta matéria em atletas de elevado nível competitivo, deixando em aberto as seguintes propostas de investigação:

- a) Considerando os diferentes desenhos de investigação para estudos com idênticos objetivos, bem como a utilização de diferentes processos de tratamento laboratorial das amostras, sugere-se, em futuros estudos, a preocupação de uniformizar os procedimentos no que respeita ao tempo de recolha antes e após competição, bem como à utilização de diversas recolhas diárias (controlo do ciclo circadiano) realizadas num dia de repouso (valor basal) e no dia da competição;
- b) Tendo em conta que o cortisol é essencialmente apresentado como uma medida eficaz de controlo do stresse do atleta em presença de situações de competição, de futuro, deveriam sempre ser utilizadas uma ou mais medidas de avaliação do *stresse* do atleta, em antecipação à competição, como é o caso dos questionários de ansiedade, de forma a estabelecer uma relação entre as duas avaliações;
- c) Atendendo às diferentes variáveis contextuais que podem alterar as concentrações dos marcadores fisiológicos, cortisol e testosterona, deve, nos estudos realizados, caracterizar-se da forma mais completa possível a situação competitiva essencialmente no que respeita a variáveis situacionais indutoras de stresse: local de realização da competição; importância da competição; resultado da competição; nível dos adversários além de outros possíveis elementos de pressão para o atleta;
- d) Com a utilização no estudo de variáveis notacionais que implicam unicamente a contagem de ações de contacto com bola, o que já referido como limitação à investigação realizada, devemos na projeção de futuros estudos utilizar formas de avaliação do desempenho do atleta mais completas, como seja a avaliação das distâncias percorrida por cada atleta e o tempo de posse de bola, para relacionar com as variáveis hormonais;
- e) Na sequência do estudo realizado e como forma de completar a análise dos resultados obtidos, iremos estabelecer uma relação entre o desempenho motor de cada atleta em competição e o seu estado de humor, de forma a podermos definir o perfil de estados de humor que mais favorece cada atleta, no momento da competição;

- f) De modo a destrinçar o melhor possível o efeito (psicológico e fisiológico) da competição nas atletas, deverão ser considerados de forma comparativa, os dados das atletas que não entraram em competição, servindo como amostra de controlo para estudar as alterações dependentes da situação competitiva;
- g) Tendo em conta que as atletas de seleção se encontram “deslocadas” das suas equipas de origem, o que poderá ser considerado como elemento adicional de stresse, poderiam estudar-se as atletas nos dois contextos competitivos (seleção/clube) para verificar até que ponto é que o comportamento hormonal assume características diferentes em cada uma das situações de competição;
- h) Considerando a necessidade de possuir uma base de valores devidamente alargada de atletas/equipa de uma modalidade coletiva, sugere-se a realização do mesmo estudo de forma longitudinal, acompanhando uma equipa de elite ao longo de uma época completa de forma a aproveitar os diversos momentos (treino/competição) para estabelecer um padrão comportamental para cada variável hormonal estudada (C, T e T:C) em situações de derrota e de vitória;
- i) Por último, tendo por base que todos os anos se realiza em Portugal o mesmo Campeonato, sugerimos a repetição do mesmo estudo, com as atletas da seleção nacional, tendo o cuidado de efetuar procedimentos de recolha de dados, de forma a resolver as limitações já apontadas e alargar o tamanho da amostra, efetuando o mesmo estudo nas equipas adversárias da seleção, para que se possa estabelecer uma verdadeira relação entre o resultado (vitória/derrota) de cada jogo e o comportamento das variáveis hormonais (cortisol e testosterona).

Anexos

Anexo 1 - Lista de Publicações

Anexo 2 - Questionário POMS

Anexo 3 - Consentimento informado aplicado aos atletas

Anexo 4 - Grelha de observação

Anexo 1 - Lista de Publicações

Esta tese de estudos em 3º ciclo em Ciências do Desporto encontra-se suportada nas seguintes publicações:

Casanova N, Palmeira-de-Oliveira A, Serra, N, Reis VM, Costa AM (.....). Respostas hormonais da testosterona e do cortisol em contexto competitivo: uma revisão sistemática. *Motricidade* (em revisão).

Casanova N, Palmeira-de-Oliveira, Pereira A, Crisóstomo L, Travassos B & Costa A M (2015). Cortisol, Testosterone and Mood State Variation During an Official Female Football Competition. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Jul 8. [Epub ahead of print]

Anexo 2 - Questionário POMS



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Covilhã | Portugal

Informação

A presente investigação insere-se num estudo de doutoramento da Universidade da Beira Interior, no domínio das Ciências do Desporto, tendo por objectivo, o estudo do comportamento de indicadores fisiológicos e indicadores psicológicos, durante um período de elevada intensidade de treino e competição.

Agradecemos a sua colaboração na recolha dos dados que se destinam exclusivamente a este estudo, sendo confidenciais e anónimos.

Dados pessoais:

Data de nascimento _____ Clube atual/Pais _____ / _____
Nº de anos de prática _____ Nº de treinos semana _____
Nº de internacionalizações _____
Altura _____

POMS – Perfil dos Estados de Humor

(Adaptado por Viana, Almeida e Santos, 2001)

Instruções: São apresentadas abaixo uma série de palavras que descrevem sensações que as pessoas sentam no dia-a-dia. Leia primeiro cada palavra com cuidado. Depois, assinale com uma cruz (X) a quadricula que melhor corresponde à forma como se sente no dia de hoje.

		Nada	Um pouco	Moderadam ente	Bastante	Muitíssimo
		0	1	2	3	4
1	Tenso					
2	Irritado					
3	Imprestável					
4	Esgotado					
5	Animado					
6	Confuso					
7	Triste					
8	Activo					
9	Mal-humorado					
10	Enérgico					
11	Sem valor					
12	Inquieto					
13	Fatigado					
14	Aborrecido					
15	Desencorajado					
16	Nervoso					
17	Só					
18	Baralhado					
19	Exausto					
20	Ansioso					
21	Deprimido					
22	Sem energia					
23	Miserável					
24	Desnortado					
25	Furioso					
26	Eficaz					
27	Cheio de vida					
28	Com mau feitio					
29	Tranquilo					
30	Desanimado					
31	Impaciente					
32	Cheio de boa disposição					
33	Inútil					
34	Estourado					
35	Competente					
36	Culpado					
37	Enervado					
38	Infeliz					
39	Alegre					
40	Inseguro					
41	Cansado					
42	Apático					

Anexo 3 - Consentimento informado aplicado aos atletas

ESTUDO:
 “Avaliação do estado de sobretreino em atletas da seleção nacional de futebol feminino”

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nome:

1. ESCLARECIMENTO DAS AVALIAÇÕES:

Está a participar numa pesquisa com o objetivo de estudar o comportamento dos indicadores fisiológicos e psicológicos de sobretreino num período de elevada intensidade competitiva. Para o efeito, será submetida a uma bateria de testes (antropométricos, questionário psicológico e recolha de saliva). Em qualquer momento poderá desligar-se da presente pesquisa, sem qualquer constrangimento. Para que possa decidir sobre a sua participação, descrevemos seguidamente os teste a realizar.

Avaliações:

As avaliações serão realizadas através de: recolha de saliva, realizada três vezes no dia, inicialmente e no dia de cada competição; preenchimento de um questionário (sempre após cada competição) e pesagem (realizada antes e depois de cada competição). A saliva será congelada a uma temperatura de -18C e guardada no congelador para posterior análise.

Todos os equipamentos serão esterilizados e/ou descartáveis e o procedimento efectuado por um técnico devidamente treinado.

2. RISCOS E DESCONFORTOS POSSÍVEIS

Não são esperados riscos nem desconfortos durante a realização das avaliações indicadas.

3. BENEFÍCIOS ESPERADOS

Os participantes neste projecto serão informados sobre os resultados recolhidos em todos os domínios de avaliação que participaram.

4. RESPONSABILIDADE DO PESQUISADOR E DA INSTITUIÇÃO

O investigador responsável suspenderá a pesquisa imediatamente ao perceber algum risco ou dano à saúde do participante, mesmo riscos não previstos neste termo de consentimento.

5. RESPONSABILIDADE DOS PARTICIPANTES

Os participantes terão de comparecer no local da avaliação, nos dias e horário marcados. Qualquer impossibilidade ou desconforto que venha a perceber, deverá ser comunicado ao pesquisador responsável.

6. RESULTADOS OBJECTIVOS:

As informações obtidas nesta pesquisa, por meio dos resultados de todas as avaliações, poderão ser utilizadas como dados de pesquisa científica, podendo ser inclusive publicados e divulgados, sendo sempre resguardada a identidade dos indivíduos participantes.

LIBERDADE DE CONSENTIMENTO

A sua permissão para participar nesta pesquisa é voluntária. Poderá negá-la ou desistir em qualquer momento, se assim desejar.

Declaro ter lido este termo de consentimento e compreendidos os procedimentos nele descrito. Informo também que todas as minhas dúvidas foram respondidas de forma clara e de fácil compreensão. Estou de acordo em participar na presente pesquisa.

_____, ____/____/____

Assinatura do participante

Jogo:

Algarve Women's Football Cup

Portugal: _____ : _____

Data:

Hora:

Observação:

Nº	Jogadoras:	pases interceptados		remates			dribles		faltas		roubos de bola	bolas interceptadas	perdas de bola	cartões	
		certos	(perdidos)	à baliza	fora	golo	sem sucesso	com sucesso	cometidas	sofridas				amarelos	vermelhos
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															

Observações: