

Claudia Martins Marques

**ANÁLISE DA RESPOSTA DE MARCADORES BIOQUÍMICOS  
HORMONAIIS DE CORTISOLE TESTOSTERONA SALIVAR EM  
ATLETAS NADADORES NO ÚLTIMO MACROCICLO DE  
TREINOS DE UMA ÉPOCA DESPORTIVA**

Dissertação de Mestrado em Biocinética  
Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra

Junho/2017



UNIVERSIDADE DE COIMBRA



FCDEF FACULDADE DE CIÊNCIAS DO  
DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

**ANÁLISE DA RESPOSTA DE MARCADORES BIOQUÍMICOS  
HORMONAIIS DE CORTISOL E TESTOSTERONA SALIVAR EM ATLETAS  
NADADORES NO ÚLTIMO MACROCICLO DE TREINOS DE UMA ÉPOCA  
DESPORTIVA.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra com vista à obtenção do grau de Mestre em Biocinética.

Orientadoras Prof.<sup>a</sup> Doutora Ana Teixeira e Prof.<sup>a</sup> Doutora Elsa Ribeiro da Silva.

Claudia Martins Marques

Coimbra, 2017

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial as orientadoras deste trabalho, Prof<sup>a</sup> Doutora Ana Teixeira Botelho e a Prof<sup>a</sup> Doutora Elsa Ribeiro da Silva, pela orientação, apoio e ensinamentos que foi de máxima importância para minha formação e ao Prof. Doutor Luís Manuel Pinto Lopes Rama pela ajuda, dedicação, atenção disponibilizada e apoio na idealização e concretização deste trabalho em que muitos foram os desafios, despertando em mim o interesse pela investigação.

Agradeço a todos os Professores da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, pelo conhecimento e ensinamentos para minha formação.

Aos clubes que disponibilizaram seus atletas e aos atletas pela confiança e cooperação para contribuir com os estudos de investigação e para meu crescimento profissional.

Aos meus colegas de mestrado pelo tempo de estudos compartilhados, ao amigo Gabriel Vecchi e ao meu primo Marcos Morgado pelo incentivo durante a minha jornada de estudos, em especial à Priscila Santos pelas longas noites de estudos, pelo apoio e incentivo e Alexandre Abreu pela ajuda incansável.

Em especial aos meus pais Serafim Marques e Maria Helena Marques, que mesmo distantes estiveram sempre presentes e que com grande sacrifício contribuíram para a minha formação e realização profissional, sem eles a realização deste sonho não seria possível. Às minhas irmãs Renata e Bruna pelo apoio e torcida para meu sucesso.

Muito obrigada a todos.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a resposta de marcadores bioquímicos hormonais de cortisol e testosterona salivar em atletas nadadores dentro do último macrociclo de treinos de uma época desportiva. A amostra utilizada no estudo foi composta por 23 atletas nadadores de três clubes de natação juvenil com idade média de  $16,6 \pm 2,7$  anos, divididos em grupos de competição regional e nacional.

Foram recolhidas amostras de saliva em dois grupos com determinação dos parâmetros salivares do cortisol e testosterona realizados através da técnica de ELISA. Ambos os grupos tiveram recolha de saliva para análise, no início da época de treinos e em dois momentos da fase intermédia de treinos, sendo que o grupo de nadadores que chegou à competição nacional teve, ainda, recolhas pós-competição.

A recolha da saliva foi relacionada à quantificação da carga de treinos após cada fase do microciclo. A quantificação da carga de treino é proposta por Mujika et al., (1986, 1995, 1996), propõem um sistema de quantificação do treino baseado em índices de dificuldades relacionado ao estresse provocado pelo estímulo do exercício atribuídos a zonas de intensidade permitindo a utilização de coeficientes de ponderação do treino multiplicados pela distância percorrida do nado. Os resultados mostraram que o grupo regional apresentou um aumento dos níveis de cortisol comparativamente ao grupo nacional, já os níveis de testosterona não apresentaram alterações significativas nas semanas intermédias de treino com cargas elevadas em ambos os grupos, embora o grupo nacional tenha apresentado elevados níveis de testosterona após a competição. Também o grupo nacional apresentou melhores condições físicas que o grupo regional.

**Palavras-chave:** Nadadores, Treino, Periodização, Cortisol salivar, Testosterona salivar

## **ABSTRACT**

The objective of this study was to analyze the response of hormonal biochemical markers of cortisol and salivary testosterone in swimmers within the last macrocycle of training of a sporting period. The sample used in the study was composed of 23 swimmers from three juvenile swimming clubs with a mean age of  $16.6 \pm 2.7$ , divided into regional and national competition groups.

Samples of saliva were collected in both groups with determination of salivary parameters of cortisol and testosterone performed by the ELISA technique. Both groups had saliva collected for analysis at the beginning of the training season, after a rest period, in two moments of the intermediate stage of training, and only the group of swimmers that arrived at the national competition competition had collections after -competition.

The collection of the saliva was related to the quantification of the training load after each phase of the microcycle. The quantification of training load is proposed by Mujica et al. (1986, 1995, 1996), based on the distance of swimming through the volume traveled (mileage), is related to the difficulty indexes assigned to each zone of intensity allowing the use of factors of weighting.

The results showed that the regional group showed an increase in cortisol levels compared to the national group, whereas testosterone levels did not show significant changes in the intermediate weeks of training with high loads in both groups, although the national group presented high levels of Testosterone after the competition test, the national group presenting better physical conditions than the regional group.

**Key-works:** Swimmers, Training, Periodization, Salivary cortisol, Salivary testosterone.

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ACTH- Hormonas Adrenocorticotrópicas

C- Cortisol

Cr10- Category Ratio Scale

FC – Frequência Cardíaca

FSH - hormona Folículo-estimulante

GH- Hormona do Crescimento

GnTH-Hormonas Gonadotrópicas

IGF-IEc – Isoforma do Fator de Crescimento Mecânico

IMC – Índice de Massa corporal

LH – Hormona Luteinizante

MGF- Fator de Crescimento Mecânico

NDP – Natação Pura Desportiva

RC – Ritmo Circadiano

RM – Repetições Máxima

SNA – Sistema Nervoso Autónomo

SNC – Sistema Nervoso Central

SNS – Sistema Nervoso Simpático

T- testosterona

UAC - Unidades Adimensionais Arbitrárias de Carga

VO<sub>2</sub> - Volume de Oxigênio

VO<sub>2</sub> máx – Volume de Oxigênio Máximo

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS .....	6
LISTA DE QUADROS.....	10
LISTA DE TABELAS.....	11
LISTA DE GRÁFICOS .....	13
CAPÍTULO I.....	15
1. INTRODUÇÃO.....	16
2. ESTADO DA ARTE.....	18
2.1 Componentes externos da carga de treino .....	24
2.2 Alterações hormonais de cortisol e testosterona induzidas pela carga de terino. ....	27
2.3 Cortisol.....	28
2.4 Testosterona.....	30
2.5 Influência do ciclo circadiano na variação hormonal de cortisol e testosterona.....	31
2.6 Resposta hormonal ao exercício .....	33
2.7 Razão testosterona/cortisol (T/C) .....	36
3. OBJETIVOS.....	39
4. METODOLOGIA .....	41
4.1 Descrição da Amostra.....	41
4.1.2 Variáveis da amostra controladas na realização do estudo. 41	
4.1.3 Caracterização da amostra .....	42
4.1.4 Caracterização da pontuação FINA .....	43
4.2 Descrição do estudo .....	44
4.2.1 Caracterização das variáveis da carga de treino .....	45



4.2.2 Recolha da saliva.....	46
5. Métodos e Procedimentos .....	47
5.1 Determinação do cortisol e testosterona.....	47
5.1.1 Teste laboratorial para determinação do cortisol .....	48
5.1.2 Teste laboratorial para determinação da testosterona.....	49
5.2 Procedimentos Estatísticos.....	50
6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	52
6.1 Componentes externos da carga de treino.....	52
6.1.2 Respostas hormonais de cortisol e testosterona e respectiva razão testosterona/cortisol (T/C) do grupo regional e nacional. ....	56
CONCLUSÃO .....	69
BIBLIOGRAFIA.....	71

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b> Fases e Características do Microciclo.....	19
<b>Quadro 2.</b> Fases e Características do Mesociclo.....	20
<b>Quadro 3.</b> Fases e Características do Macrociclo.....	21
<b>Quadro 4.</b> Escala de Esforço Percebido - Escala de Borg - CR10.....	22
<b>Quadro 5.</b> Cálculo da magnitude global da carga de treino expressa em unidades adimensionais de carga (UCA).....	23
<b>Quadro 6.</b> Apresentação da escala de percepção do esforço, efeito do treino e zonas de intensidade do treino.....	24
<b>Quadro 7.</b> Quantificação associada a porcentagem da velocidade máxima no nado em teste de 15 metros e efeitos provocados por zonas de intensidade....	25

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Estatística descritiva das variáveis da amostra. Idade (anos), sexo, estatura (m), massa corporal (kg), IMC (Kg/m <sup>2</sup> ).....	42
<b>Tabela 2.</b> Estatística descritiva da pontuação FINA, expressa em metros (m).....	43
<b>Tabela 3.</b> Caracterização da distribuição do volume de treino pelas zonas de intensidades do nado, expressos em metros (m).....	44
<b>Tabela 4.</b> Distribuição do Volume por Zonas de Intensidade (%) nos três momentos de treino controlados.....	45
<b>Tabela 5.</b> Apresentação dos quatro momentos de recolha salivar para análise dos biomarcadores hormonais.....	46
<b>Tabela 6.</b> Resultados da estatística descritiva da variável volume da carga de treino, expressos em metros (m), do grupo regional.....	51
<b>Tabela 7.</b> Resultados da estatística descritiva da variável volume da carga de treino, expressos em metros (m), do grupo nacional.....	52
<b>Tabela 8.</b> Resultados da estatística descritiva da variável intensidade da carga de treino, expressos em UAC, do grupo regional.....	53
<b>Tabela 9.</b> Resultados da estatística descritiva das variáveis intensidade da carga de treino expressos em UAC, do grupo nacional.....	54
<b>Tabela 10.</b> Resultados da estatística descritiva da variável cortisol (ug/dL), do grupo regional.....	55

<b>Tabela 11.</b> Resultados da estatística descritiva da variável cortisol (ug/dL) do grupo nacional.....	56
<b>Tabela 12.</b> Resultados da estatística descritiva da variável testosterona (pg/mL) do grupo regional.....	58
<b>Tabela 13.</b> Resultados da estatística descritiva da variável testosterona (pg/mL) do grupo nacional.....	59
<b>Tabela 14.</b> Resultados da estatística descritiva da relação T/C do grupo regional.....	60
<b>Tabela 15.</b> Apresenta a estatística descritiva da relação T/C do grupo nacional.....	61

## LISTA DE GRÁFICOS

**Gráfico 1** - Perfil gráfico da análise da variação dos níveis de cortisol salivar do grupo regional.....63

**Gráfico 2**- Perfil gráfico da análise da variação dos níveis de testosterona salivar do grupo regional.....63

**Gráfico 3** - Perfil gráfico da análise da variação dos níveis de cortisol salivar do grupo nacional.....64

**Gráfico 4** - Perfil gráfico da análise da variação dos níveis de testosterona salivar do grupo nacional.....64



**CAPÍTULO I**  
**INTRODUÇÃO**

## 1. INTRODUÇÃO

A natação é uma modalidade desportiva de resistência, onde os atletas são expostos a cargas de treino volumosas e intensas (Hooper et.al.,1999). No início da época desportiva tende-se a elaborar a carga com o objetivo de atingir grandes volumes de treino no sentido de adaptar a via aeróbia do atleta, porém nem sempre este objetivo consegue ser alcançado (Pyne & Goldsmith, 2005; Rama et al., 2010). O volume de treino no início da época de preparação, mesmo com cargas elevadas, ainda é baixo comparado com o período de competição, podendo o atleta ter dificuldades na adaptação pelo aumento súbito do volume de treino no curto período que antecede as competições importantes. O estado de adaptação do organismo pelo exercício se faz entre o estímulo intenso provocado e o estado de fadiga apresentado. Para que essa adaptação seja positiva pelo processo de treino a que o atleta é induzido, torna-se necessário monitorizar marcadores biológicos e psicológicos como indicadores de avaliação da carga de treino, para que haja um equilíbrio interno do organismo às adaptações desejadas para o bom desempenho (Norris & Smith, 2002; Rama et al., 2010).

Para se evitar o alto nível de pressão e estresse psicofisiológico devido ao estímulo do exercício imposto, são importantes os marcadores biológicos como variáveis de mensuração daquele estresse. Com o aumento nos níveis de estresse psicológico, físico ou ambiental, o sistema endócrino é ativado, resultando na maior liberação de hormônios estressores sendo o cortisol o mais importante marcador para avaliação da atividade metabólica (Wilmore & Costill, 2001).

Assim, o cortisol e a testosterona vêm sendo estudados como marcadores de resposta hormonal à aplicação da carga de treino (Rama et al.,2010). Estes marcadores identificam níveis de estresse que não retornam à linha de base após um período de regeneração, fazendo com que haja um desequilíbrio do sistema neuro-endócrino, supressão do sistema imunológico, os indicadores de lesão muscular, as reservas de glicogênio muscular deprimidos, deterioração aeróbica, ventilatório e eficiência cardíaca, um perfil psicológico deprimido e baixo desempenho (Urhausen et al., 1995; Fry et al., 1991).



A avaliação e monitorização no acompanhamento do atleta constituem parâmetros indispensáveis na elaboração de um planeamento e periodização, que evite o estado de exaustão e fadiga que possa comprometer o seu desempenho na competição (Hopinks, 1991). Entre os indicadores mais usados na análise e monitorização das variáveis fisiológicas estão o consumo pelo volume máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ), frequência cardíaca (FC), concentração de lactato sanguíneo, parâmetros cinemáticos (técnicos) e psicológicos. A FC é o indicador mais usado pela facilidade de utilização e por ser um procedimento não-invasivo, é mediada pelo sistema nervoso autónomo (SNA), através dos ramos simpático, responsável pela atividade simpática e parassimpático (Almeida & Araújo, 2003; Valdivielso et al., 2010).

Outro indicador usado, é a escala de esforço percebido, a qual se tornou num dos métodos mais fáceis e, por isso, mais usados para avaliar o estresse provocado pelo exercício como uma resposta psicofisiológica em função do desgaste físico provocado pelo treino (Valdivielso et al. 2010; Borg, 1998, Moreira et al., 2013). É importante que exista uma estratégia que se baseie na organização específica do treinamento do atleta, com estímulos programados associados a períodos de descanso, com vista à sua recuperação (Brunelli et al. 2012), sendo aquela organização manipulada de forma a gerir o estresse provocado pelo treino relativamente ao desempenho que se pretende, sendo a sua estrutura baseada em ciclos de treinos, que podem ser mais curtos e mais fáceis de gerir ou em períodos mais longos num programa global que atua de forma a promover uma melhoria das adaptações fisiológicas e biomecânicas para o desempenho e o sucesso almejado na competição (Moreira et al., 2013; Strohacker et al., 2015).

## 2. ESTADO DA ARTE

Numa modalidade desportiva competitiva como a natação, o atleta é exposto a condições de estresse fisiológico e psicológico, provocados pelo esforço físico a que é submetido e à condição psicológica de estresse inerente (Salvador et al., 2005; Papadopoulos et al., 2014). A prova de competição requer estimulação física específica, especialmente exercícios de resistência, onde a ordem dos exercícios deve ser levada em consideração para uma prescrição bem elaborada com interação entre as variáveis que modelam as adaptações físicas, fisiológicas e as respostas hormonais. Entre as variáveis de treino considera-se o volume e a intensidade da carga de treino bem como o período de recuperação evitando o excesso de treinamento que possa colocar em risco o objetivo a ser alcançado (Kraemer & Ratamess, 2004; Simão et al., 2012; Ferrari et al., 2013; Sheikholeslami-Vatani et al., 2015).

O desempenho da natação é determinado pela capacidade de produção de energia, retardando o aparecimento da fadiga, permitindo que na resposta ao treinamento o organismo encontre um equilíbrio e funcione de maneira eficiente para o melhor desempenho (Morgan et al., 1987). Essas mudanças no comportamento biológico podem ocorrer de 6 a 8 semanas de treinamento preparando e adaptando o organismo para a competição (Housh et al., 2006).

Durante o período de treinamento as células e órgãos do corpo sofrem uma mudança bioquímica e estrutural provocada pelas cargas intensas fazendo com que haja um aumento do catabolismo, precisando de um período de recuperação para uma homeostasia do sistema, fazendo com que haja uma maior tolerância ao estresse físico e psicológico evitando que ocorra uma fadiga e fraco desempenho (Johansson C, e col., 1990). Se o tempo de recuperação para os tecidos e células se repararem não for adequado para equilibrar o estado de catabolismo que o organismo entra pelo estresse físico provocado, origina um fracasso da adaptação (Morgan et al., 1987; Majumdar & Srividhya, 2010).

Uma condição preocupante para o desempenho do atleta é o sobretreino provocado pelo excesso de exercício, podendo causar sintomas como dores e fraqueza muscular, alterações hormonais e hematológicas, alteração de humor, depressão psicológica e distúrbios nutricionais. Embora sejam muitos os sintomas associados ao sobretreino, não existe nenhum marcador isolado confiável para o

diagnosticar, sendo a melhor estratégia de vigilância adotar períodos de recuperação na orientação da carga de treino, intervenção nutricional e farmacológica, juntamente com o acompanhamento regular de outros marcadores de monitorização (Gleeson, 2002; Mackinnon et al., 1997).

O sobretreino pode facilitar as alterações nas funções neuromusculares, hormonais e imunológicas que dificultam a tolerância ao treinamento a que é submetido e tem como característica a diminuição do desempenho físico associado a um quadro subjetivo de estresse. O sistema hormonal é um indicador importante de equilíbrio de modulação entre o processo catabólico e anabólico do corpo (Galbo, 1983; Viru & Viru, 2001).

A estratégia de periodização baseia-se numa estrutura de ciclos de treinos que podem ser divididos em ciclos mais curtos, facilitando a sua gestão, ou em períodos mais longos num programa global que atua de forma a promover uma melhoria das adaptações fisiológicas e biomecânicas (Strohacker et al., 2015; Moreira et al., 2013). Esses ciclos baseiam-se em três estruturas básicas, divididos em microciclos, mesociclos e macrociclos (Valdivielso et al., 2010).

Os microciclos são caracterizados pelo conjunto das sessões de treinos que compõem, com alternância da carga e da recuperação para a repetição do estímulo em tempo adequado para que se obtenha o desempenho de treino desejado. A duração de um microciclo é normalmente de uma semana. Os nadadores que treinam duas a três vezes por dia estão normalmente sujeitos a microciclos mais curtos (Valdivielso et al., 2010).

<b>Fases</b>	<b>Características do Microciclo</b>
Ajuste	- Duração de 4 a 7 dias, com utilização de carga e intensidade baixa de treinamento, sessões de manutenção presentes com preparação do organismo para o treinamento, reduzido aperfeiçoamento da técnica.
Carga	- Duração de 7 dias, com utilização de carga média de treinamento, visando as sessões de desenvolvimento.
Impacto	- Duração de 7 dias, com utilização de carga intensa de treinamento visando a adaptação ao treinamento, variando volume e intensidade.
Aproximação/ Activação	- Duração 3 a 7 dias, com utilização de carga de treino competitiva, trabalhando com baixo volume e intensidade elevada, alternando com fases de recuperação no final do microciclo.
Competição	- Duração 3 a 9 dias, complementando sessões e períodos de recuperação. Coincide com os períodos de competição.

**Quadro 1:** Fases e Características do Microciclo (Valdivielso et al., 2010).

Os mesociclos são caracterizados pela obtenção de objetivos de médio prazo de preparação desportiva, em função das adaptações previstas obtidas pelo treino, são compostos por microciclos acima de 2 semanas e máximo de 6 a 8 semanas. Os conjuntos de mesociclos constituem um macrociclo um macrociclo (Haff, 2004). A sua duração depende dos objetivos pretendidos dentro de um ciclo de preparação (Valdivielso et al., 2010).

<b>Fases</b>	<b>Características</b>
<b>Indutório / Gradual</b>	- É instituído no início de qualquer planeamento de treino, garantindo as adaptações iniciais de suporte às cargas posteriores. Inicia com 2 ou 3 microciclos e termina com 1 microciclo de recuperação.
<b>Básico</b>	- Altos volumes e intensidades com longa duração, com aprimoramento e manutenção da capacidade funcional do atleta e da técnica do nado
<b>Pré-competição</b>	- Preparação para o pico competitivo a partir dos mesociclos básicos
<b>Competição</b>	- Apresenta-se nos períodos das competições importantes.

**Quadro 2:** Fases e Características do Mesociclo (Valdivielso et al., 2010).

Um macrociclo é caracterizado por ser um ciclo de uma temporada de competição constituído por períodos de tempo diferentes, sendo cada um planeado para desenvolver aspectos específicos como fisiológicos, ou mesmo planeados para coincidir com objetivos específicos da construção da forma desportiva (Maglisho, 2003). O tempo de duração vai de 3 a 12 meses, mas em alguns casos podem levar até 4 anos, na preparação do atleta para a participação em torneios como Jogos Olímpicos (Haff, 2004). No modelo de periodização tradicional (Matveev, 1981) um macrociclo é dividido em três etapas: período preparatório geral, período específico, período competitivo (Valdivielso et al., 2010).

<b>Fases</b>	<b>Características do Macroциclo</b>
<b>Preparação geral</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Duração 6 a 10 semanas</li> <li>- Treino com altos volumes e em baixa velocidade</li> <li>- Melhora da capacidade aeróbia</li> <li>- Melhora da oxigenação para os músculos e remoção do lactato das fibras musculares de contração lenta</li> <li>- Aumento da resistência da capacidade anaeróbia e aeróbia</li> <li>- Aumento da força muscular</li> <li>- Flexibilidade articular mais flexível</li> <li>- Gestão nutricional</li> </ul>
<b>Preparação específica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Duração de 8 a 12 semanas</li> <li>- Desenvolvimento da resistência específica</li> <li>- Conclui a capacidade aeróbia</li> <li>- Incremento da intensidade do treino</li> <li>- Desenvolvimento de características semelhantes ao período competitivo</li> </ul>
<b>Período competitivo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caracteriza o aperfeiçoamento do treino</li> <li>- Ganho de experiência competitiva</li> <li>- Controle do estresse psicológico para a fase pré-competitiva e competitiva</li> <li>- Aumento do trabalho de treino anaeróbio</li> <li>- Redução de período de treino em 25 % em relação ao período de preparação.</li> </ul>

**Quadro 3:** Fases e Características do Macroциclo (Valdivielso et al., 2010).

Alguns métodos são utilizados para a quantificar a carga de treino, como a análise por observação direta, aspectos fisiológicos, pelos índices de estresse ou por análise subjetiva (Valdielso et al., 2010).

Maglischo (1993) sugere para o treino da natação desportiva a utilização do método subjetivo para quantificação do treino através da escala de percepção de esforço Borg Cr10. A percepção do esforço pode indicar o estado de fadiga no que diz respeito à intensidade do exercício físico. Borg (1998) propõe que as escalas de percepção de esforço sejam utilizadas para monitorar a intensidade do exercício em simultâneo o desempenho desportivo e fisiológico. Para que essa monitorização seja válida, é utilizada a escala Cr10 (Category Ratio Scale) com uma pontuação de 0 a 10.

<b>Escala de Borg – CR10</b>	
0 - Muito fraco 1 – Fraco 2- Moderado	Leve
3 - Forte 4 - Forte 5 - Forte	Pesado
6 - Muito forte 7 - Muito forte 8 - Muito forte	Pesado
9-10 – Extremamente forte	Extremamente pesado

**Quadro 4:** Escala de Esforço Perceçibo. Escala de Borg (1998).

O treino da natação pode ser dividido e caracterizado em cinco zonas de intensidade (Dekerle et al., 2003). A sequência de exercícios num programa de treinamento pode afetar as adaptações agudas e crónicas no atleta (Valdivielso et al., 2010; Borg, 1998, Moreira, 2014).

## 2.1 Componentes externos da carga de treino

A carga de treino pode ser avaliada por uma carga externa baseada em algumas variáveis, tal como volume, intensidade e períodos de recuperação ou por avaliação de cargas internas caracterizadas por respostas biológicas, como as respostas bioquímicas hormonais (Nakamura et al., 2010; Sheikholeslami-Vatani et al., 2016). O volume é caracterizado pela quantidade repetida de sessões para cada tipo de exercício. A repetição sistemática do volume é capaz de gerar um efeito de estresse físico com capacidade para alterações fisiológicas no organismo. A intensidade é caracterizada pela quantificação do exercício baseado no estado de dificuldade com que é elaborado. A frequência da realização do exercício caracterizada pela quantidade de vezes que é atribuído o treino. A recuperação após uma carga de treino imposta ao atleta é necessária para que o atleta reestabeleça a sua condição de equilíbrio fisiológico e não entre em fadiga por sobrecarga de exercício (Haff, 2004).

Na natação pura desportiva (NDP) a carga de treino, pode ser expressa pelo volume, o qual corresponde à distância nadada por cada atleta em cada uma das zonas de intensidade, sendo traduzida em unidades adimensionais arbitrárias de carga (UCA), traduzindo o volume ponderado e o volume real, podendo ser determinada através do somatório do produto do volume metros nadados pelo respectivo índice de estresse. Este índice corresponde às zonas de intensidade habituais em treino de NPD, e decorre do ajustamento à curva de acumulação de lactato em função do incremento da velocidade do nado (Rama et al., 2008).

$$U.A.C = \sum (\text{volume parcial} \times \text{índice de estresse}) / \text{volume total}$$

**Quadro 5:** Cálculo da magnitude global da carga de treino expressa em unidades adimensionais de carga (UCA).



<b>Nível</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Índice de Stresse</b>	<b>Efeito causado pelo Treino</b>
<b>Nível I - II</b> A1 - Aeróbio I	FC: 120 a 150 bpm Lactato: 2-3 mmol.l Velocidade baixa Aquecimento e recuperação	1- 2 Muito fácil	- A intensidade do treino pode ser mantida por mais de 1 hora.  - Aumento do VO2 máx., sendo estabilizado após 2 a 3 minutos de exercício, rápida metabolização do lactato com a continuação do exercício.
<b>Nível III</b> A2 - Aeróbio II	FC: 150-180 Lactato:3.5-4.5mmol.l	3 Fácil	- Mantém a endurance aeróbia ao mesmo tempo que recupera do treino intenso.  - Velocidade média.
<b>Nível IV</b> A3 - Aeróbio III	FC: ≥ 180/ VO2:≥ 90 Lactato: 5-10 mmol.l	4 Fácil	- Tempo da intensidade do treino de 20 minutos a 1 hora, com alta velocidade.  - Componente lenta de VO2 e lactato presente ao final do esforço.
<b>Nível V</b> Anaeróbio	Tolerância ao lactato. Lactemia: ≥ 6mmo.l VO2 máx.: 90 L/m.	5 - 6 Moderado	- Melhora a capacidade aeróbia, ao mesmo tempo que proporciona algum alívio do treino intenso.  - Trabalho com velocidade alta.
<b>Nível VI</b> Anaeróbio Láctico	Produção máxima de lactato	7 - 8 Difícil	- Sobrecarga aeróbia; trabalho no nível ou abaixo do limiar anaeróbio, presença de VO2 máx.  -Duração do esforço inferior a 15 minutos.
<b>Nível VII</b> Anaeróbio Alático	Via alática alta em torno de 90	9 -10 Muito difícil	-Melhora o metabolismo anaeróbio  -Tolerância ao lactato/VO2 Máx.  -Melhora a capacidade anaeróbia  -Intensidade alta

**Quadro 6:** Apresentação da escala de percepção do esforço, efeito do treino e zonas de intensidade do treino.

O autor Mujika et al. (1986, 1995, 1996), propõem um sistema de quantificação do treino baseado nos níveis de intensidade traduzido pelo volume percorrido (quilometragem) do nado relacionado com os índices de dificuldades relacionado ao estresse provocado pelo estímulo do exercício atribuídos a cada zona de intensidade permitindo a utilização de coeficientes de ponderação do treino multiplicados pela distância percorrida do nado. O uso destes fatores baseia-se na acumulação do lactato (Valdivielso et al., 2010).

<b>Nível de Intensidade</b>	<b>Efeitos da Intensidade do Nado Distribuídos pelas Zonas de Intensidade</b>	<b>Pico de lactato</b>	<b>Índices de Ponderação de intensidade</b>
I	Aquecimento e recuperação até 60% da velocidade do nado	--	1
II	Capacidade aeróbia com de 60% a 70% da velocidade do nado	2 a 3	2
III	Limiar anaeróbio com aproximadamente 80% da velocidade do nado	3 a 4	3
IV	Potência aeróbia com aproximadamente 85% da velocidade do nado	6 a 9	4
V	Tolerância láctica com aproximadamente 90 % da velocidade do nado	Maior que 8	6
VI	Potência láctica com aproximadamente 95 % da velocidade do nado	Maior que 8	8
VII	Velocidade máxima exigida no nado	—	10

**Quadro 7:** Apresenta a quantificação associada a porcentagem da velocidade máxima no nado em teste de 15 metros e efeitos provocados por zonas de intensidade (Mujika et.al, 1995).

## 2.2 Alterações hormonais de cortisol e testosterona induzidas pela carga de terino.

A produção das hormonas é determinada pela acção de dois sistemas essenciais: o neural e o endócrino e são responsáveis pelo equilíbrio interno do organismo, controlando o sistema de reprodução, o desenvolvimento e o crescimento, além de preparar o organismo para suportar as adaptações provocadas pelo estresse físico e psicológico da prática do exercício. São produzidas por um órgão hospedeiro e outro receptor e com função principal na mudança de velocidade das reações celulares específicas das células-alvo pelas glândulas endócrinas, sendo estas a hipófise, a tireoide, as paratireoides, as supra-renais e o timo, embora também haja produção de hormonas por glândulas endócrinas encontradas em outros órgãos, como o pâncreas e as gónadas masculinas e femininas, no sistema reprodutor, e o hipotálamo no sistema nervoso. As hormonas produzidas são carregadas para o sangue e transportados para o organismo através das glândulas endócrinas, que podem ter duas funções diferentes. As endócrinas que possuem uma característica específica por não haver ductos secretor, libertando as hormonas para os espaços extracelulares que rodeiam a glândula, passando livremente para o sangue; e as exócrinas, que têm ductos secretor e são controladas pelo sistema nervoso, carregando as hormonas para uma superfície específica. As hormonas apresentam propriedades bioquímicas diferentes, umas originadas de esteroides, provenientes do colesterol produzido pelo córtex da supra-renal e pelas gónadas, e outras por aminoácidos produzidos pelas glândulas a partir de células de proteínas (Guyton & Hall, 1997).

As hormonas de cortisol e testosterona são os biomarcadores mais usados na monitorização da carga de treino, mantendo a homeostasia dos processos de catabolismo e anabolismo interno do organismo numa fase de recuperação (Urhausen et al., 1995). Após a fase de recuperação esses marcadores devem retornar à linha de base, caso não retornem o sistema neuroendócrino é acometido por um desequilíbrio orgânico acometendo danos ao sistema muscular, supressão do sistema imunológico, deterioração da capacidade aeróbia, depressão do sistema psicológico e, conseqüente, baixo rendimento (Fry et al., 1991). Embora a diminuição do nível de cortisol seja necessária para o sucesso do desempenho (Bonifazi et al., 2000), em alguns casos isso pode não

acontecer com atletas habituados a treinos de resistência, podendo apresentar o nível de cortisol aumentado e os de testosterona diminuído (Duclos et al., 2001).

### 2.3 Cortisol

O cortisol é o biomarcador hormonal mais utilizado como avaliador do estresse provocado pelo exercício físico e psicológico (Hellhammer et al., 2009, Casanova et al., 2015). O estresse físico, psicológico tem a capacidade de provocar ativação do hipotálamo a liberar corticotropina (CRH) pela glândula da hipófise anterior a estimular a libertação de hormonas adrenocorticotrópicas (ACTH), tendo o cortisol como principal marcador hormonal de estresse com características de esteroide glicocorticóide. Atua na função da quebra das moléculas de proteínas em partículas de aminoácidos nas células do organismo, na qual o fígado é o único órgão que não participa deste fracionamento de partículas estimuladas pelo cortisol, simplesmente recebe os aminoácidos trazidos pela circulação onde são sintetizados em glicose pelo processo da glicogénese; mantém ação facilitadora de hormonas, como o glucagon e o hormônio de crescimento GH pela glicogénese e mantém ação contrária à da insulina no processo inibitório e oxidativo da glicose (Guyton & Hall, 1997).

A determinação de cortisol livre pode ser avaliado pela saliva indiretamente (Hellhammer e col., 2009), é considerado um método de recolha fácil por não ser invasivo, mantendo a fidedignidade, independente da sua concentração no líquido salivar (Papacosta & Nassis, 2011; Casanova et al., 2015; Gozansky et al., 2005). Os níveis hormonais avaliados no sangue e na saliva apresentam alta semelhança, não havendo diferença significativa nos seus valores (Tanner et al., 2014, Gozansky et al., 2005).

O nível agudo de cortisol de forma livre apresenta 70% do seu valor na saliva em relação ao cortisol de forma livre no sangue, devido à presença da desidrogenase enzima cortisol-metabolizador de 11- $\beta$  produzida pela glândula saliva (Kirschbaum & Hellhammer, 2000; Tanner et al., 2014). Embora os níveis de cortisol salivar apresentem valores próximos aos do cortisol sanguíneo, ele pode apresentar seu nível de pico após de 30 minutos de exercícios de recuperação (VanBruggen et al., 2011), além disso em alguns estudos observam-

se uma maior sensibilidade à alteração do nível de cortisol salivar ao exercício agudo em relação aos níveis sanguíneos de cortisol, tal fato acontece pela ausência de outros biomarcadores sanguíneos, como a albumina, no líquido salivar (Humphrey & Williamson, 2001; Tanner et al. 2014; Crewther et al., 2010; Gozansky et al., 2005).

A importância da competição pode determinar o aumento do estresse do atleta, interferindo no aumento do nível de cortisol salivar (Filaire et al., 2001; Moreira et al., 2013; Papadopoulos et al., 2014), por ser um biomarcador altamente sensível a qualquer condição de estresse, apresentando como função o processo de catabolismo e metabolismo das proteínas, gorduras e glicose e uma ação anti-inflamatória, mantém o equilíbrio interno do corpo e sendo utilizado para a adequação da carga de treino, evitando o trabalho inapropriado que leve o atleta a uma condição de exaustão e fadiga que possa interferir no desempenho (Hooper et al., 1999; Duclos et al., 2001; Casanova et al., 2015).

A quantidade de cortisol pode sofrer um aumento dos seus níveis influenciado pela prática do exercício conforme a intensidade e o tempo de duração. Exercícios de longa duração e alta intensidade e até mesmo os exercícios moderados que tenham um tempo de duração mais longo podem levar ao aumento nos níveis de cortisol (Gatti & De Palo, 2011, Chichinadze & Chichinadze, 2008). Os exercícios de longa duração podem produzir altas concentrações dos níveis de cortisol, tal fato estimula um aumento da quebra das moléculas de proteínas com desgaste tecidual e um balanço nitrogenado negativo, acelerando a mobilização de ácidos gordos para produção de energia. Os atletas de alto rendimento podem apresentar um aumento dos níveis de cortisol, pelo estado de estresse nos momentos que antecedem a competição, podendo se prolongar até 2 horas após o término do exercício. (Guyton & Hall, 1997).

O aumento súbito da carga de treino pode provocar o aumento nos níveis de cortisol pela má adaptação da sobrecarga e pelo estado de estresse sofrido pelo atleta, o que exige dos treinadores uma apertada vigilância sobre o treinamento, introduzindo fases de recuperação e evitando a influência negativa da carga (Rama et al., 2010). A verificação da resposta adaptativa hormonal pela saliva pode variar no tempo, com respostas que podem levar de 5 a 30 minutos

para atingir seu pico, após a prática do exercício (Crewther et al., 2008; Crewther et al., 2010; Hough et al., 2011; VanBruggen et al., 2011).

## 2.4 Testosterona

A testosterona é um esteroide do grupo dos androgênicos e principal hormona produzida pelas gónadas, principais órgãos reprodutores masculino e feminino. Estimulado pelo impacto do exercício, o hipotálamo, que estimula a hipófise anterior, libertar hormonas gonadotrópicas (GnTH) para as gónadas, participando na produção da hormona folículo-estimulante (FSH) e na hormona luteinizante (LH). A hormona FSH atua na formação do tecido germinativo dos testículos, na produção de espermatozoides, e nos ovários para produção de estrogénio e progesterona, enquanto a hormona LH liberta estímulos ao testículo na produção da hormona testosterona. O estresse psicológico gerado pela instabilidade emocional e o esforço físico intenso que uma prova de competição importante exige, pode fazer também com que os níveis de testosterona aumentem pelo aumento do LH na produção de catecolaminas, induzindo a descarga hormonal de adrenalina e noradrenalina, situada na medula supra-renal e libertada pelos nervos hipotalâmicos no sistema nervoso simpático (SNS), (Guyton & Hall, 1997).

É uma hormona de efeito anabólico, acreditando-se que os efeitos provocados por esta hormona estabelece uma homeostasia pelo estímulo da síntese protéica muscular, diminuindo o efeito de quebra das moléculas e reaproveitando melhor a utilização dos aminoácidos e centralizando a multiplicação de células satélites do tecido muscular com a inibição de formação de células adiposas, contribuindo para o acréscimo de massa muscular e aumento da força muscular (Bhasin, S. 2003; Bhasin,S e col., 2003; Pralay Majumdar e Sri Srividhya JR, 2010). A testosterona se assemelha, no processo de proliferação e diferenciação de células-satélites musculares, a um fator de crescimento mecânico (MGF) na isoforma IGF-IEc, encontrada em células do fígado, semelhante a insulina I que atua no sistema músculo-esquelético humano pela ação de aumento e regeneração tecidual e no sistema nervoso SN com ação protetora neural (Hameed et al., 2003; Dai et al., 2010).

## 2.5 Influência do ciclo circadiano na variação hormonal de cortisol e testosterona

Os níveis hormonais de testosterona e cortisol podem variar com a idade. A partir dos 13 anos, período que se inicia a puberdade, a testosterona apresenta um aumento de 0,3 nmol/L para 3,16 nmol/L aproximadamente, podendo chegar à 12 nmol/L, valor médio encontrado em homens adultos sem qualquer comprometimento de saúde (Garcia-Mayor et al., 1997; Araújo, 2008). O envelhecimento pode causar o hipogonadismo nos homens baixando os níveis de testosterona, o que começa em torno dos 50 anos de idade (Gebara et al., 2002; Harman et al., 2001).

Os marcadores fisiológicos e bioquímicos internos do corpo apresentam um ritmo circadiano (RC) sofrendo alteração diária regulada pela incidência da luz solar do meio ambiente pela retina ocular sobre o núcleo supraquiasmático pela via retino-hipotalâmica no sistema nervoso central (SNC), que funciona como centro primário de regulação dos ritmos biológicos internos do organismo pela estimulação de secreção da melatonina pela glândula pineal (Teo et al., 2011; Hastings & Herzog, 2004). Os ritmos biológicos circadianos são conduzidos por estímulos neurais, que regulam o relógio biológico no que respeita à regulação da temperatura do corpo, ao sono-vigília e ao controle hormonal, pelo relógio solar ambiental (Buijs et al., 2003; Waterhouse et al., 2005).

O desempenho físico pode ser influenciado pelo ritmo biológico/circadiano que altera funções fisiológicas, metabólicas e comportamentais do organismo. Em geral, essas alterações são percebidas ao início do período noturno quando a temperatura corporal chega ao ritmo máximo (Cappaert, 1999; Teo et al., 2011). O ritmo circadiano pode influenciar alteração fisiológica do indivíduo pela capacidade de adaptação aos estímulos físicos. Os fatores externos e estilos de vida embora sejam difíceis de monitorizar, também podem influenciar o desempenho do atleta (Reilly & Waterhouse, 2009).

O ritmo circadiano pode interferir na força e adaptações musculares, uma vez que os níveis de testosterona com efeito andrógeno podem alterar durante o ciclo diário. A sua maior concentração é observada ao início do período da manhã entre as 06:00 e 08:00 reduzindo ao logo do dia e voltando a aumentar no período

noturno, mantendo um ciclo biológico (Hickson et al., 1994; Kanaley et al., 2001; Kampmiller et al., 2013). Já o cortisol propriedade glucocorticoide e ação estressora por estímulo físico e psicológico, podem apresentar níveis elevados por longo tempo causando a inibição do sistema neuromuscular (Teo et al., 2011).

Como a resposta hormonal pode sofrer alteração pelo ritmo biológico/circadiano, as recolhas de saliva podem ser feitas em diferentes momentos. Embora não haja uma forma padronizada de recolha para o controle das variáveis hormonais, há uma preferência de recolha salivar para comparação dos níveis hormonais, antes do momento da competição em estado de repouso e outra no momento de competição (Bateup et al., 2002; Carré et al., 2006; Edwards et al., 2006). Uma outra opção de recolha consiste em fazer-se em vários momentos, nos períodos diários de treino e no dia da competição (Balthazar et al., 2012; Oliveira et al., 2009), ou um dia antes da competição (Crewther et al., 2013; Le Panse et al., 2012; McLellan e col., 2010; Bateup et al., 2002), ou com um intervalo maior de dias para a coleta antes do momento competitivo (Carré e col., 2006; Kivlighan et al., 2005; Aizawa et al., 2006; Le Panse et al., 2010; Salvador et al., 2003).

Os níveis hormonais são flutuantes pelas alterações internas do organismo ao longo do tempo. Alguns fatores influenciam na variação hormonal, como o envelhecimento celular, a variação circadiana, o ciclo menstrual ou fatores externos provocados pelo estresse. A avaliação dos níveis hormonais pode ser feita pela análise do sangue, da urina ou saliva. Pela análise do sangue podemos ter a hormona na sua forma livre com seu nível total variando de 300 – 1.000 ng.1-1l. Mesmo quando as hormonas se encontram em forma ativa-livre, a coleta salivar e urinária é mais usada devido ao baixo custo e por não expor o indivíduo a um procedimento invasivo (Kampmiller et al., 2013).

A influência psicológica gerada pela ansiedade pode interferir não só favorecendo o aumento dos níveis hormonais de cortisol, mas também pode interferir na variação hormonal de testosterona, na diminuição de suas concentrações (Rama et al., 2010). Em alguns estudos o nível de motivação pode interferir nos níveis hormonais de cortisol e testosterona. Em um estudo realizado por Aguilar et al. (2013), participantes de um campeonato importante de hóquei constituído por três jogos, tiveram seus níveis de testosterona e cortisol



diminuídos no jogo que resultou em derrota da equipa enquanto que no jogo contemplado com a vitória do campeonato houve um aumento dos níveis de testosterona, sem alteração dos níveis de cortisol.

## 2.6 Resposta hormonal ao exercício

Os exercícios aeróbios podem alterar as concentrações hormonais de cortisol e testosterona mediante o grau de intensidade e o tempo do exercício (Jürimäe et al., 2001). Os níveis de testosterona podem sofrer um aumento após 15 a 20 minutos de exercício intenso e de longa duração (Gyton e Hall, 1997), embora os exercícios de curta duração sejam capazes de modificar os níveis hormonais de testosterona (Häkkinen e col., 1988), assim como a variação hormonal de testosterona e cortisol em exercícios por tempo prolongado (Crewther et al., 2006; Sedliak et al., 2007).

Embora a maioria dos estudos mostre um aumento dos níveis hormonais com exercícios de longa duração baseados no volume e intensidade do exercício, outros não mostram esta alteração quando comparados aos exercícios de curta duração e altas intensidades. (Crewther et al., 2010; Tanner, et al., 2014. Jürimäe et al., 2001).

Em um estudo realizado por Sheikholeslami-Vatani et al. (2016), entre 25 indivíduos, destes 15 indivíduos com peso normal e 11 indivíduos obesos, foi realizado um trabalho para grandes e pequenos grupos musculares, com repetições de exercícios com movimentos de 3 séries de 10 repetições máximas RM, com intervalos de 1 a 2 minutos no total de 1 hora, tendo o esforço sido mensurado pela escala de Borg. A repetição máxima de exercício promoveu um aumento da testosterona e cortisol em ambos os grupos, porém apresentou uma ação anabólica maior sobre o grupo que apresentou massa corporal normal, mostrando que o trabalho hipertrofia muscular pode alterar os níveis hormonais.

Um estudo realizado por Jurimae et al. (2001), com remadores profissionais, os quais foram expostos a 2 horas de exercícios de baixa intensidade trabalhados a 77 % do limiar anaeróbio, não foram capazes de provocar alterações agudas dos níveis hormonais de testosterona e cortisol nos atletas.

Num outro estudo Di Luigi et al. (2002), comparou as análises hormonais de cortisol e testosterona de corredores de elite habituados a treinar 50 a 70 km de distância por semana em tapete rolante a 90% do VO<sub>2</sub> máx., com um grupo de indivíduos não treinados. Os atletas e os não-treinados submeteram-se ao teste progressivo levado ao limiar aeróbio, o que ao revelar uma redução dos níveis de testosterona nos atletas, permitiu concluir sobre uma adaptação da resposta hormonal ao estresse físico.

Jacks et al. (2002), realizaram um teste aeróbio em cicloergómetro, a 2 grupos distintos em 3 diferentes intensidades, 44%, 62% e 76% do pico do VO<sub>2</sub> máx., respetivamente, com duração de 40 minutos. Verificou-se um aumento significativo dos níveis de cortisol após 59 minutos do teste no grupo progressivo em comparação com um grupo com intervalos de repouso, concluindo que os exercícios de alta intensidade conseguem respostas hormonais maiores em comparação aos exercícios de moderada e baixa intensidade.

As situações de estresse geradas em torno dos eventos de competição podem influenciar no aumento dos níveis de cortisol pelo fator ansiedade. Embora em alguns casos essa evidência não seja observada devida à adaptação diária da variação das alterações hormonais nos atletas. (Vuorimaa et al., 2008; Papadopoulos et al., 2014).

A natação é um modalidade desportiva caracterizada pela produção de energia em gerar mudanças fisiológicas e psicológicas capaz de provocar respostas hormonais e adaptações físicas à necessidade do atleta para o melhor desempenho, podendo ser observadas entre 6 à 8 semanas do treinamento. (Housh et al., 2006; Majumdar & Srividhya, 2010).

Num outro estudo Hough et al. (2015) avaliou a resposta hormonal de cortisol e testosterona salivar em 10 atletas de triatlo, do sexo masculino, submetidos a 10 dias de treinamento com o aumento do volume do exercício na distância percorrida do nado e na distância do treinamento percorrida em bicicleta. Foi aplicado um questionário de humor para avaliar o estado de motivação e foram coletadas amostras de saliva para análise dos níveis hormonais de cortisol e testosterona em três momentos: antes e depois do treino e após 30 minutos de um incremento de volume máximo em esforço contínuo. Em resposta, os níveis de cortisol mantiveram-se inalterados, constatando-se uma adaptação do

organismo à carga de treino, tendo os níveis de testosterona aumentados com o aumento do volume do exercício.

A este propósito Majumdar & Srividhya (2010) defendem que um ciclo planeado, com um período prolongado de treino e de alta intensidade torna a recuperação ineficiente, podendo baixar o nível hormonal de testosterona influenciado pelo aumento do nível de cortisol, prejudicando o crescimento e manutenção muscular.

Num outro estudo realizado por Chatard et al. (2002), com 9 nadadores em 37 semanas de treinamento antes das competições, constatámos um aumento do cortisol basal com o aumento progressivo do volume de treino, concluindo que o valor dos níveis de cortisol são bons marcadores para avaliação proporcionada pelo estresse físico. A diminuição do nível de cortisol é um fator importante para que o tecido muscular sofra adaptações favoráveis ao seu desenvolvimento provocadas pelo exercício (Kirwan e col., 2001).

Também Garcia, et al. (2002), comparou duas equipas, cada uma composta por 9 ciclistas, numa prova desportiva de 3 semanas, para avaliar os níveis de cortisol e testosterona no sangue em quatro momentos diferentes do treino e no pós-competição entre as duas equipas. O 1º momento de recolha correspondeu ao dia anterior à competição, o 2º momento no final da prova de competição, o 3º momento semana após a competição, o 4º momento após duas semanas da competição. O nível de testosterona e cortisol diminuíram nas duas equipas progressivamente, embora que na equipa que no mês anterior teve maior tempo de corrida, observou-se menores níveis de testosterona, concluindo que o momento de recolha basal da testosterona depende do volume do exercício da prova anterior.

Os níveis basais de testosterona tendem a aumentar com exercícios de treinamento de curto tempo de duração e alta intensidade, já os níveis basais de cortisol tendem a aumentar com exercícios de longa duração e alta intensidade. Os exercícios dirigidos ao trabalho de força e hipertrofia muscular tendem a elevar os níveis de testosterona e diminuir os níveis de cortisol, favorecendo o desempenho (Araújo, 2008).

## 2.7 Razão testosterona/cortisol (T/C)

A relação T/C (Testosterona/Cortisol) é utilizada como um indicador de equilíbrio entre o estado anabólico provocado pelo efeito da testosterona e o estado catabólico provocado pelo efeito do cortisol em um indivíduo, sendo uma relação importante para o controle do excesso de exercício (Chang et al., 2005). Tem como característica sinalizar a condição que o atleta está entrando em estado de fadiga psicológica ou em sobre-treino pelo excesso de exercício, apresentando um valor limítrofe de referência de 0,031 ng/ml, até ao qual o desempenho do atleta não é afetado (Majumdar & Srividhya, 2010).

A razão T/C pode estar mais relacionado com o aumento do volume do treino do que propriamente com a intensidade. Num estudo realizado por Simões et al. (2004), com grupo de velocistas e fundistas. O grupo de fundistas que realizou maior volume de treino com menor intensidade, obteve uma queda da T/C em relação ao grupo de velocistas que treinou com menor volume e maior intensidade.

Em um estudo feito por Papadopoulos et al., 2014, em 21 nadadores de competição, dos 11 aos 15 anos, para análise dos níveis de cortisol salivar, testosterona salivar e razão T/C, na semana competitiva em relação a semana não-competitiva, concluíram que não houveram diferenças significativas nas semanas de competição e não-competição nos níveis de cortisol salivar e razão T/C, facto que pode estar associado à magnitude da competição não ter sido capaz de provocar alteração dos níveis de cortisol, já os níveis de testosterona salivar foram menores na semana de competição em relação a semana não-competitiva, indicando que os nadadores tinham resposta hormonal insuficiente. Os níveis de testosterona diminuídos na fase competitiva podem estar relacionados com estado de fadiga (Maso et al. 2004). A diminuição da razão T/C num momento competitivo nem sempre está associado ao mau desempenho (Filaire et al., 2001- b; Filaire et al., 2001- a).

A diminuição dos valores na razão T/C podem estar relacionadas com a recuperação temporária ineficiente do treinamento extenuante sendo um indicativo de que o atleta pode estar entrando em estado de fadiga por excesso de esforço. O aumento da razão T/C pode estar associado a uma resposta adaptativa a sobrecarga em que os períodos de descanso apresentavam-se

adequados ao treino (Vervoorn et al., 1991; Simões et.al, 2004). Nos treinos intensos e extenuantes a razão T/C ocorre como um mecanismo de compensação pela diminuição dos níveis de testosterona em reação ao aumento dos níveis de cortisol após a carga de treino excessiva, embora não seja considerado um indicador de *overtraining* (Uchida et al., 2004; Viru & Viru, 2001).

## **CAPÍTULO II**

### **OBJETIVOS**

### **3. OBJETIVOS**

#### Objetivo Geral:

O objetivo geral deste estudo é avaliar/monitorizar os níveis de cortisol e testosterona salivar e respetivo rácio em nadadores considerando a influência da magnitude da carga de treino em 4 momentos diferentes da preparação para uma competição de importância máxima.

#### Objetivos Específicos:

O objetivo específico é analisar a diferença do comportamento de biomarcadores hormonais salivares em nadadores de diferentes níveis de desempenho após a preparação para uma competição importante e no pós-competição.

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGIA**



## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Descrição da Amostra

A amostra foi constituída por 23 nadadores masculinos de bom nível competitivo e composta por oito nadadores considerados de nível nacional, que participaram no Campeonato Nacional de Séniores na época competitiva 2009/2010, e 15 nadadores pertencentes aos mesmos clubes, considerados de nível regional, tendo participado no campeonato regional de Séniores na mesma época desportiva. Os sujeitos da amostra apresentavam uma amplitude de idade entre os 14 e 23 anos.

No início do estudo os sujeitos foram informados sobre o objetivo do estudo e os procedimentos usados para o mesmo, tendo eles e os seus tutores concordado, por escrito, em participarem no estudo. O estudo foi aprovado pelo Conselho Científico da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, respeitanto o disposto na declaração de Helsínquia em relação às experimentações com humanos.

#### 4.1.2 Variáveis da amostra controladas na realização do estudo

- Idade

O cálculo da idade cronológica (decimal) proposto por Healy et al. (1981), realizada a partir data de nascimento e da data de início da época de treino (Fragoso & Vieira, 2000).

- Estatura (cm)

A medição da estatura é feita entre o vértex e o solo, pela técnica descrita por Ross & Marfell- Jones (in Sobral & Coelho e Silva, 1991), com os sujeitos na posição de pé, descalços, de costas para o estadiómetro.

Foi usado estadiómetro Harpenden, Modelo 98603, Holtain Ltd, Crosswell, UK, com precisão de 1 milímetro, utilizando como referência o plano de Frankfurt (Sobral & Coelho e Silva, 2003).

- Massa corporal (Kg)

A medição da massa corporal é feita com os sujeitos despídos e totalmente imóveis sobre uma balança (Sobral & Coelho e Silva, 2003).

Foi usada uma balança digital Secan modelo 770 com precisão de 0.1kg.

- Índice de massa corporal - IMC (Kg/m<sup>2</sup>)

Medida utilizada pela Organização Mundial de Saúde (OMS), para avaliação da gordura corporal de cada indivíduo.

#### 4.1.3 Caracterização da amostra

A amostra é composta por 23 sujeitos, todos do sexo masculino e a sua caracterização relativa à idade (anos), estatura (m), massa corporal (Kg) e IMC (Kg/m<sup>2</sup>) está representada na Tabela 1.

Grupos	N	Variáveis			
<b>GR</b>	<b>15</b>	<b>Idade (anos)</b>	<b>Estatura (m)</b>	<b>Massa corporal (kg)</b>	<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>
Mínimo		12,4	1,6	51,0	17,6
Máximo		19,4	1,8	75,0	22,2
M±Dp		15,0 ± 2,0 1,4	1,7 ± 0,1	61,9 ± 5,8	20,8 ±
<b>GN</b>	<b>8</b>	<b>Idade (anos)</b>	<b>Estatura (m)</b>	<b>Massa Corporal (kg)</b>	<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>
Mínimo		15,8	1,6	62,0	18,5
Máximo		23,0	1,9	79,0	24,4
M±Dp		18,6 ± 2,3 2,2	1,8 ± 0,1	69,2 ± 5,7	21,4 ±
<b>Total da Amostr a</b>	<b>23</b>	<b>Idade (anos)</b>	<b>Estatura (m)</b>	<b>Massa Corporal (kg)</b>	<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>
Mínimo		12,7	1,6	51,0	17,6
Máximo		23,3	1,9	79,0	24,3
M±Dp		16,6 ± 2,7	1,7 ± 0,7	64,6 ± 6,7	20,9 ± 1,8

M±Dp = Média±Desvio padrão da estatura do grupo regional (GR) e do grupo nacional (GN).

**Tabela 1.** Estatística descritiva das variáveis da amostra. Idade (anos), sexo, estatura (m), massa corporal (kg), IMC (Kg/m<sup>2</sup>). Mínimo, máximo, média e desvio padrão (Dp) dos vinte e três (N=23) sujeitos da amostra.

#### 4.1.4 Caracterização da pontuação FINA

A amostra composta por 23 sujeitos e os valores caracterizadores pontuação FINA dos atletas participantes no estudo estão expressos na Tabela 2.

Os sujeitos da amostra apresentam o desempenho de natação traduzida pela pontuação FINA (Federação Internacional de Natação), expressa em metros (m) à data do estudo como consta na Tabela 2. O valor mínimo apresentado é de 360,00 m e o máximo 743, 00 m pontos, com o valor médio  $\pm$  desvio padrão de  $526,4 \pm 110,9$  m.

O grupo regional apresenta 15 participantes com um valor mínimo 360,0 m e máximo de 597,0 m, com media  $\pm$  desvio padrão de  $477,6 \pm 82,6$  m. O grupo nacional apresenta 8 participantes com valor mínimo de 451,0 m e máximo de 743,0 m, com média  $\pm$  desvio padrão de  $611,6 \pm 105,6$  m.

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>M<math>\pm</math>Dp</b>
<b>Total da amostra</b>	23	360,0 metros	743,0 metros	$526,4 \pm 110,9$ metros
<b>Grupo Regional</b>	15	360,0 metros	597,0 metros	$477,6 \pm 82,6$ metros
<b>Grupo Nacional</b>	8	451,0 metros	743,0 metros	$611,6 \pm 105,6$ metros

M $\pm$ Dp = Média  $\pm$  Desvio padrão da pontuação fina (GR) e do grupo nacional (GN).

**Tabela 2.** Estatística descritiva da pontuação FINA, expressa em metros (m). Mínimo, máximo, média e desvio padrão expressos nos vinte e três (N=23) sujeitos da amostra.

#### 4.2 Descrição do estudo

Este estudo é de carácter observacional, analítico, prospectivo, do tipo longitudinal, tendo por objetivo analisar as respostas das concentrações de testosterona e cortisol salivar e respectivo rácio, relacionando-os com a variação

da carga de treino em quatro momentos distintos e concordantes com a planificação da época desportiva:

- Fase preparatória geral composta por um microciclo de seis semanas de treino;
- Fase preparatória específica composta por um microciclo de seis semanas de treino;
- Fase competitiva composta por um microciclo de seis semanas de treino.

Assim, totalizando um ciclo de 18 semanas de treino antes da competição nacional, incluindo um período de recuperação no final da fase competitiva.

#### 4.2.1 Caracterização das variáveis da carga de treino

O modelo de quantificação da carga de treino adotado por este estudo, corresponde ao proposto por Mujica e col. 1995 e 1996, que quantifica a distância nadada no treino (quilometragem), ponderada por diferentes coeficientes, de acordo com a zona de intensidade (Valdivielso e col., 2010).

Ciclos do treino	Fase preparatória Básica						Fase preparatória Específica						Fase Competitiva					
Mesociclo	I						II						III					
Microciclo	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Volume médio no microciclo de recolha salivar (metros)	<b>Grupo Regional</b> 28333,3 ± 8423,3 metros						<b>Grupo Regional</b> 49066,7 ± 6681,6 metros						<b>Grupo Regional</b> 24080,0 ± 2878,5 metros					
	<b>Grupo Nacional</b> 23125,00 ± 5693,0 metros						<b>Grupo Nacional</b> 49125,0 ± 7586,4 metros						<b>Grupo Nacional</b> 24137,5 ± 3204,8 metros					

M±Dp = Média ±Desvio padrão do volume do grupo regional (GR) e do grupo nacional (GN).

**Tabela 3:** Caracterização da distribuição do volume de treino pelas zonas de intensidades do nado, expressos em metros (m).

Estrutura do treino	Zonas de intensidade do treino					
	A1	A2	A3	TL	PL	VL
1º Momento M±Dp (%)	87± 5,8	–	–	–	–	13,3±5,8
2º Momento M±Dp (%)	43,3±11,5	28,3±14,43	15± 5	–	–	–
3º Momento M±Dp (%)	31,7± 5,8	21,7± 2,9	13,3± 5,8	8,3± 2,9	10 ± 0	15±0

M±Dp = Média ±Devio padrão das zonas de intensidade em cada microciclo.

**Tabela 4:** Distribuição do Volume por Zonas de Intensidade (%) nos três momentos de treino controlados.

#### 4.2.2 Recolha da saliva

Esta recolha, para avaliação da variação hormonal de cortisol e testosterona no grupo de competição regional e no grupo de competição nacional, foi feita em 4 fases diferentes de treino: Início da época de treino, fase preparatória, fase pré-competitiva e pós competição. O primeiro coincidiu com o início da fase de treino, após um período de descanso para uma recolha basal e o último coincidiu com a semana que inclui a participação nos campeonatos nacionais.

- O 1º momento aconteceu com o início da época desportiva de treinamento com a recolha de saliva para avaliação dos valores basais de cortisol e testosterona.
- O 2º momento aconteceu com o início do incremento do volume após um microciclo de 6 semanas.
- O 3º momento aconteceu num mesociclo de 12 semanas com um aumento do volume e intensidade do treino que coincide com o torneio regional.
- O 4º após a competição nacional com 18 semanas de treinamento.

A recolha de saliva ocorreu sempre antes do treino da tarde entre as 16h00 e as 18h00.

<b>M1</b>	<b>M2 - VT 1</b>	<b>M3 - VT2</b>	<b>M4 - VT3</b>
Início da época	Após ciclo de 6 semanas de treinamento	Após ciclo de 12 semanas de treinamento e pré-competição	Após ciclo de 18 semanas de treinamento
			<b>Pós-competição</b>
<b>1ª Recolha Basal</b>	<b>2ª Recolha</b>	<b>3ª Recolha</b>	<b>4ª Recolha</b>
Antes do Início do Treino	Fase Preparação Básica	Fase Preparação Específica	Fase Pós-Competição

**Tabela 5:** Apresentação dos quatro momentos de recolha salivar para análise dos biomarcadores hormonais.

## 5. Métodos e Procedimentos

### 5.1 Determinação do cortisol e testosterona

Serão descritos de seguida os aspectos essenciais adotados na recolha e processamento do fluido da saliva para a determinação dos parâmetros salivares do cortisol e testosterona realizados através da técnica de ELISA.

Procedimentos genéricos adotados na recolha e processamento para a análise laboratorial das amostras de saliva

No início do estudo e antes de cada momento de recolha, os indivíduos da amostra foram informados dos procedimentos adotados na colheita de saliva

e que cumprem o determinado pelo fabricante dos kits de análise do cortisol salivar (Salimetrics®, USA).

1. Não ingerir uma refeição principal 1 hora antes da recolha;
2. Não fazer consumo de bebida alcoólica nas 24 horas antes da recolha;
3. Não ingerir alimentos, mastigar pastilhas elásticas ou rebuçados no período de 30-45 minutos que antecedem a recolha;
4. Não escovar os dentes com pasta dentífrica 2 horas antes das recolhas, sendo apenas permitido bochechar com água 10 minutos antes da recolha;
5. Relatar a prescrição medicamentosa feita pelo médico pelo qual esteja a ser seguido;
6. Cada participante deverá estar sentado durante o processo de recolha da saliva. É recolhida toda a quantidade possível de saliva produzida passivamente em recipiente apropriado, durante 2 minutos. Foram utilizados frascos de policarbonato com tampa de enroscar, de 7.0 de capacidade, previamente pesados no laboratório (Sarsted®, Dinamarca ref<sup>a</sup> 71.9923610 PC);
7. Terminado o tempo de recolha, o recipiente com a amostra deverá ser colocado em mala térmica, assegurando que não haja interferência das alterações de temperatura, até ser transportado ao laboratório (Li e Gleeson, 2004);
8. No laboratório, a quantidade de saliva é medida para quantificação do volume e fluxo salivar. Logo após a recolha é centrifugada e distribuída por dois tubos Eppendorf® antes de ser congelada a -20 °C, para a análise posterior;
9. Todas as amostras do mesmo sujeito são analisadas no mesmo momento, de forma a minimizar o erro de medida.

#### 5.1.1 Teste laboratorial para determinação do cortisol

O método utilizado para este teste foi o Elisa competitiva com kits de análise do cortisol salivar (Salimetrics®, USA) de acordo com procedimentos sugeridos pelo fabricante.

As amostras são descongeladas, misturadas e centrifugadas, durante 15 minutos, à temperatura de ambiente, a uma rotação de 3000 rpm (Labofuge 400 R Heraeus, Alemanha). Em seguida são ordenadas e uma grelha de identificação dos poços é feita de modo a incluir: os standards, os zeros, NSB (poços azuis,



que não possuíam anticorpos), 1 control H (concentração elevada) e um control L (concentração baixa) e as diferentes amostras nos vários momentos.

Pipetar 25 microlitros de standards, zeros, e amostras para os poços. Preparar uma solução com 24 mililitros da solução diluente mais 15 microlitros de cortisol conjugado com horseradish peroxidase e em seguida introduzir 200 microlitros da solução anterior em cada poço, com uma pipeta Multichannel “Eppendorf Research” de 8 pontas (capacidade de 30 a 300 microlitros), agitar durante 5 minutos (500 rpm), e deixar a incubar 55 minutos à temperatura ambiente.

Depois preparar a solução de lavagem, PSB (Wash Buffer Concentrate 10x, que contém albumina) + 900ml de água pura e posteriormente preparar para retirar o líquido em excesso e as bolhas de ar nos poços, Lavar 4 vezes os poços, com a solução de lavagem e introduzir 200 microlitros de substrato peroxidase (tetrametilbezidina-TMB) nos poços e agitar durante 5 minutos (500 rpm), e deixar 30 minutos em repouso (sem apanhar luz, já que esta degrada o substrato e a quantidade diminui, logo já não reage tão bem com as amostras). Passado 30 minutos, introduzir 50 microlitros da STOP solution em cada poço.

Para finalizar, levar ao Leitor de Elisa ELx 800 (Universal Microplate Reader, Bio-tek instruments) para determinar a densidade óptica de cada uma das amostras utilizando o comprimento de onda de 450nm.

### 5.1.2 Teste laboratorial para determinação da testosterona

Primeiramente descongelar as amostras e montar a grelha com as amostras, posterior a isso preparar a diluição em série dos standards com 150 microlitros no 1º tubo, 100 microlitros no 2º e 100 microlitros no 3º tubo e sucessivamente nos outros tubos. Pipetar 50 microlitros de standards e amostras para os poços, posteriormente preparar uma solução de 18 mililitros de solução diluente + 7 microlitros de testosterona conjugada com peroxidase (horseradish peroxidase) e distribuir por cada poço 150 microlitros da solução conjugada anteriormente preparada. Logo após introduzir os poços no rotador durante 5 minutos (500 rpm), e deixar a incubar durante 55 minutos à temperatura ambiente.

Feito este procedimento, lavar os poços 4 vezes, com a solução de lavagem (50 mililitros de Wash Buffer Concentrate em 450 mililitros de água ultra-pura) e introduzir o substrato (tetrametilbezidina-TMB) nos poços. Misturar durante 5 minutos e depois manter 25 minutos em repouso. Passados 30 minutos, colocam-se 50 microlitros da STOP solution em cada poço.

Para finalizar, levar ao Leitor de Elisa ELx 800 (Universal Microplate Reader, Bio-tek instruments) para determinar a densidade óptica de cada uma das amostras utilizando o comprimento de onda de 450nm.

## 5.2 Procedimentos Estatísticos

Os resultados serão apresentados através de estatística descritiva dos valores médios e desvio-padrão.

Para todas as variáveis será verificada a normalidade da distribuição através do teste Shapiro Wilki. Em caso da verificação desta assunção será feita a análise comparativa através da Anova de medidas repetidas com correção de Bonferroni, e post hoc de Tukey. Nos casos em que a normalidade não se verifique será adoptada a estatística não paramétrica de medidas repetidas – Friedman com a utilização do Dunns test. O nível de significância adotado é de  $p < 0.05$ . Para a análise estatística foram utilizados os programas SPSS 20 para Windows e Microsoft Office Exel 2013.

**CAPÍTULO IV**  
**APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

## 6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O presente capítulo tem como objetivo identificar as respostas hormonais salivares de cortisol e testosterona e respectiva razão T/C, a partir dos resultados encontrados entre dois grupos, regional e nacional em diferentes momentos de uma época desportiva, correspondente ao início da época de treinos, fase preparatória básica, fase preparatória específica e fase competitiva do último macrociclo de treinos antes da competição.

Os resultados serão apresentados pela estatística descritiva no SPSS 20 para Windows e Microsoft Office Excel 2013, através de dois parâmetros analisados: Componentes da carga de treino (Volume e intensidade) dos grupos regional e nacional e respostas hormonais de cortisol e testosterona e respectiva razão testosterona/cortisol (T/C).

### 6.1 Componentes externos da carga de treino: Volume e intensidade.

Resultados da estatística descritiva do componente externo da carga de treino (Volume) dos grupos regional e nacional estão apresentados na tabela 6 e 7, respectivamente.

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>M±Dp</b>
<b>VT_1R</b>	15	20000	37000	28333,3±8423,3
<b>(m)</b>		m	m	m
<b>VT_2R</b>	15	40000	55000	49066,7±6681,1
<b>(m)</b>		m	m	m
<b>VT_3R</b>	15	21700	28000	24080,0±2878,5
<b>(m)</b>		m	m	m

M±Dp = Média ±Desvio padrão do volume do grupo regional (GR)

**Tabela 6:** Resultados da estatística descritiva da variável volume da carga de treino, expressos em metros (m), do grupo regional. Mínimo, máximo, média e desvio padrão expressos em quinze (N=15) sujeitos da amostra.

O primeiro sub grupo da amostra, corresponde ao grupo regional, composto por 15 elementos (N=15). Apresentaram um volume de treino nos 3 momentos do 1º macrociclo de 18 semanas, divididos em 3 mesociclos, cada um correspondendo a 6 microciclos/ semanas de treinamento.

O primeiro momento do estudo, denominado VT\_1R ocorreu na fase preparatória básica após um ciclo de 6 semanas de treino, apresentou um valor médio de 28333,3 metros e desvio padrão  $\pm 8423,3$ . Correspondeu à primeira fase do treino após fase de descanso.

O segundo momento do estudo, denominado VTR\_2R, está localizado na fase de preparação específica, e corresponde a um ciclo de 12 semanas de treino. Apresenta um valor médio e 49066,7 metros e desvio padrão  $\pm 6681,1$ .

O terceiro momento do estudo, denominado VT\_3R corresponde à fase competitiva totalizando um ciclo de 18 semanas de treino e apresentando um valor médio 24080,0 metros e desvio padrão  $\pm 2878,5$ . Este decréscimo justifica-se pela diminuição do volume em relação a VT\_1R e VTR\_2R por corresponder à fase de Taper de preparação direta para a competição principal.

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>M<math>\pm</math>Dp</b>
<b>VT_1N</b> <b>(m)</b>	8	20000 m	37000 m	23125,0 $\pm$ 5693,0 m
<b>VT_2N</b> <b>(m)</b>	8	40000 m	55000 m	49125,0 $\pm$ 7586,4 m
<b>VT_3N</b> <b>(m)</b>	8	21700 m	28000 m	24137,5 $\pm$ 3204,8 m

M $\pm$ Dp = Média  $\pm$ Desvio padrão do volume do grupo nacional (GN).

**Tabela 7:** Resultados da estatística descritiva da variável volume da carga de treino, expressos em metros (m), do grupo nacional. Mínimo, máximo, média e desvio padrão expressos em oito (N=8) sujeitos da amostra.

O segundo sub grupo da amostra corresponde ao grupo nacional, composto por 8 elementos. O volume de treino nos 3 momentos do 1º macrociclo

de 18 semanas foram divididos em 3 microciclos, sendo cada um constituído por 6 semanas de treino.

O primeiro momento denominado VT\_1N, que corresponde à fase preparatória básica de 6 semanas, apresentou com um valor médio de 23125,0 metros e desvio padrão  $\pm 5693,0$  e caracteriza uma fase de início do aumento do volume após período de descanso prolongado (férias de verão).

No segundo momento do treino, denominado VT\_2N, que corresponde à fase preparatória específica na 12ª semana de treino, apresentando um valor médio 49125,0 metros e desvio padrão  $\pm 7586,4$  tendo-se verificado o incremento do aumento do volume de treino em relação à VT\_1N.

No terceiro momento do treino, denominado VTN\_3N, que corresponde à fase competitiva concluindo 18 semanas de treino, apresentou um valor médio 24137,5 metros e desvio padrão  $\pm 3204,8$ , verificando-se a diminuição do volume em relação a VT\_2N para permitir a abordagem da competição sem fadiga excessiva.

Resultados da estatística descritiva do componente externo da carga de treino (Intensidade) dos grupos regional e nacional estão apresentados na tabela 8 e 9.

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>		<b>Máximo</b>		<b>M<math>\pm</math>Dp</b>
<b>IT_1R (UAC)</b>	15	1,40	UAC	1,90	UAC	1,80 $\pm$ 0,2 UAC
<b>IT_2R (UAC)</b>	15	2,80	UAC	3,15	UAC	2,98 $\pm$ 0,1 UAC
<b>IT_3R (UAC)</b>	15	4,25	UAC	4,40	UAC	4,30 $\pm$ 0,1 UAC

M $\pm$ Dp = Média  $\pm$ Desvio padrão da intensidade do grupo regional (GR)

**Tabela 8:** Resultados da estatística descritiva da variável intensidade da carga de treino, expressos em (UAC), do grupo regional. Mínimo, máximo, média e desvio padrão expressos em quinze (N=15) sujeitos da amostra.

No primeiro momento de intensidade denominado IT\_1R, correspondente à fase preparatória básica, este grupo apresentou um valor médio de 1,80 UAC e desvio padrão  $\pm 0,2$ .

Já no segundo momento de intensidade do treino, denominado IT\_2R, o da fase de preparatória específica, o grupo apresentou um valor médio de 2,98 UAC e desvio padrão  $\pm 0,1$  associado ao aumento da intensidade do treino em comparação a IT\_1R.

Por fim, no terceiro momento denominado IT\_3R o grupo apresentou um valor médio de 4,30 UAC e desvio padrão  $\pm 0,1$ , correspondendo ao aumento da intensidade ao se privilegiar a utilização de tarefas de treino próximas da velocidade de competição, o que conduziu ao incremento da intensidade em relação a IT\_1R e IT\_2R.

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>M<math>\pm</math>Dp</b>
<b>IT_1N (UAC)</b>	8	1,40 UAC	1,9 UAC	1,65 $\pm$ 0,2 UAC
<b>IT_2N (UAC)</b>	8	2,80 UAC	3,1 UAC	2,89 $\pm$ 0,1 UAC
<b>IT_3N (UAC)</b>	8	4,25 UAC	4,4 UAC	4,30 $\pm$ 0,1 UAC

M $\pm$ Dp = Média  $\pm$  Desvio padrão da intensidade do grupo nacional (GN).

**Tabela 9:** Resultados da estatística descritiva das variáveis intensidade da carga de treino expressos em UAC, do grupo nacional. Mínimo, máximo, média e desvio padrão expressos em oito (N=8) sujeitos da amostra.

No primeiro momento de intensidade do treino denominado IT\_1N, este grupo nacional, composto por oito nadadores, apresentou um valor médio de 1,65 UAC e desvio padrão de  $\pm 0,2$ .

No segundo momento denominado IT\_2N, correspondente à fase preparatória específica, os mesmos nadadores apresentaram um valor médio de 2,89 UAC e desvio padrão de  $\pm 0,1$  pelo incremento do aumento da intensidade do treino na fase preparatória específica em relação a IT\_1N.

No terceiro momento, o da fase competitiva, a intensidade do treino denominado IT\_3N, apresentou um valor médio de 4,30 UAC e desvio padrão de  $\pm 0,1$  pelo aumento do incremento da intensidade em relação a IT\_1N e IT\_2N

Neste estudo, o 1º microciclo foi realizado com cargas baixas na fase de preparação básica, seguido de um 2º microciclo com incremento do volume e intensidade para o desenvolvimento das adaptações fisiológicas e biomecânicas (Valdivielso et al., 2010). O 3º microciclo foi caracterizado por uma diminuição volume de treino, visando a recuperação dos atletas para o período de competição, com aumento progressivo da intensidade do treino para a melhora da capacidade aeróbia e do metabolismo anaeróbio. A sobrecarga de treino pode provocar uma influência negativa pela má adaptação e pelo estado de estresse sofrido pelo atleta, onde as fases de recuperação devem ser inseridas no treino para que não haja dano ao atleta e ao seu desempenho (Rama et al., 2010)

#### 6.1.2 Respostas hormonais de cortisol e testosterona e respectiva razão testosterona/cortisol (T/C) do grupo regional e nacional.

Resultados da estatística descritiva das respostas hormonais de cortisol dos grupos regional e nacional estão apresentados na tabela 10 e 11.

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>M<math>\pm</math>Dp</b>
<b>Cort_1R</b>	15	0,106	0,682	0,270 $\pm$ 0,166
ug/dL		ug/dL	ug/dL	ug/dL
<b>Cort_2R</b>	15	0,051	0,834	0,234 $\pm$ 0,213
ug/dL		ug/dL	ug/dL	ug/dL
<b>Cort_3R</b>	15	0,067	0,584	0,278 $\pm$ 0,174
ug/dL		ug/dL	ug/dL	ug/dL

M $\pm$ Dp = Média  $\pm$  Desvio padrão do cortisol do grupo regional (GR).

**Tabela 10:** Resultados da estatística descritiva da variável cortisol (ug/dL), do grupo regional. Mínimo, máximo, média e desvio padrão expressos em quinze (N=15) sujeitos da amostra.



Neste grupo foram considerados 3 momentos de recolha de saliva para análise dos níveis de cortisol (ug/dL).

O primeiro momento ocorreu no início da época assumidos como valores basais neste estudo denominado Cort\_1R com um valor médio de 0,270 e desvio padrão  $\pm 0,166$ .

O segundo momento foi analisado após um ciclo de 6 semanas de treino, denominado Cort\_2R na fase de preparação básica, mostrou um valor médio de 0,234 e desvio padrão  $\pm 0,213$ , observando uma redução do valor de cortisol apesar de coincidir com o início do aumento do volume e intensidade de treino. Este comportamento parece significar uma boa tolerância e adaptação ao treino.

O terceiro momento denominado Cort\_3R, aconteceu após um ciclo de 12 semanas, na fase de preparação específica de treino, e apresentou uma elevação do valor médio de 0,278 e desvio padrão  $\pm 0,174$ , dos níveis de cortisol em comparação com a fase preparação básica, aproximando-se do valor do início do estudo Cort\_1R.

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>M<math>\pm</math>Dp</b>
<b>Cort_1N</b>	8	0,072	0,888	0,442 $\pm$ 0,289
<b>ug/dL</b>		ug/dL	ug/dL	ug/dL
<b>Cort_2N</b>	8	0,037	0,613	0,356 $\pm$ 0,210
<b>ug/dL</b>		ug/dL	ug/dL	ug/dL
<b>Cort_3N</b>	8	0,103	0,798	0,331 $\pm$ 0,211
<b>ug/dL</b>		ug/dL	ug/dL	ug/dL
<b>Cort_4N</b>	8	0,120	0,468	0,268 $\pm$ 0,110
<b>ug/dL</b>		ug/dL	ug/dL	ug/dL

M $\pm$ Dp = Média  $\pm$  Desvio padrão do cortisol do grupo nacional (GN).

**Tabela 11:** Resultados da estatística descritiva da variável cortisol (ug/dL) do grupo nacional. Mínimo, máximo, media e desvio padrão expressos em oito (N=8) sujeitos da amostra.

Neste grupo foram igualmente considerados 4 momentos de recolha de saliva para análise dos níveis de cortisol.

O primeiro momento de recolha da saliva ocorreu no início da época de treino após período de descanso, denominado Cort\_1N, observando-se um valor médio de 0,442ug/dL e desvio padrão  $\pm 0,289$ .

O segundo momento de recolha da saliva foi analisado após um ciclo de 6 semanas de treino, denominado Cort\_2N e corresponde à fase preparatória básica mostrando o valor médio de 0,356ug/dL e desvio padrão  $\pm 0,210$ , observando-se uma diminuição do nível de cortisol relativamente ao valor inicial na fase preparatória básica.

O terceiro momento de recolha da saliva foi analisado após um ciclo de 12 semanas de treinamento, denominado Cort\_3N na fase de preparação específica do treino, observando-se um valor médio de 0,331ug/dL e desvio padrão  $\pm 0,211$ . Verificou-se uma diminuição dos níveis de cortisol em relação a Cort\_1N e Cort\_2N. A diminuição do nível de cortisol em Cort\_3N pode estar associado com a adaptação ao esforço físico e psicológico do atleta, na fase de preparação específica do treino.

O quarto momento de recolha da saliva, denominado Cort\_4N, foi realizada antes da competição de importância máxima, mostrando um valor médio de 0,268ug/dL e desvio padrão  $\pm 0,110$ , verificando-se assim, uma queda nos níveis de cortisol com a diminuição do volume e o aumento da intensidade em comparação com os três momentos de recolha anteriores, podendo estar associado a adaptação física ao treinamento e ao bom estado de adaptação psicológica para a prova de competição nacional.

Resultados da estatística descritiva das respostas hormonais de testosterona salivar do grupo regional e nacional estão apresentados na tabela 12 e 13.

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>M±Dp</b>
<b>Test_1R</b>	15	2,637	210,700	102,433±49,774
<b>pg/mL</b>		pg/mL	pg/mL	pg/mL
<b>Test_2R</b>	15	58,540	181,700	90,611±34,666
<b>pg/mL</b>		pg/mL	pg/mL	pg/mL
<b>Test_3R</b>	15	61,560	141,700	95,508±26,534
<b>pg/mL</b>		pg/mL	pg/mL	pg/mL

**Tabela 12:** Resultados da estatística descritiva da variável testosterona (pg/mL) do grupo regional Mínimo, máximo, média e desvio padrão expressos em quinze (N=15) sujeitos da amostra.

A amostra composta por 15 elementos (N=15) obteve 3 momentos de recolha de saliva para análise dos níveis de testosterona.

O primeiro momento ocorreu no início da época com níveis basais caracterizado por Test\_1R com um valor médio de 102, 433 pg/mL e desvio padrão ±49, 774.

O segundo momento foi analisado após um ciclo de 6 semanas de treino, caracterizado por Test\_2R na fase de preparação básica, com valor médio de 90, 611 pg/mL e desvio padrão ± 34, 666 e apresentou diminuição dos níveis de testosterona na fase preparatória específica, embora houvesse um aumento do volume e da intensidade.

O terceiro momento caracterizado por Test\_3R, foi analisado após um ciclo de 12 semanas de treinamento, na fase de preparação específica, com valor médio de 95, 508 pg/mL e desvio padrão de ±26, 534, com o incremento do aumento do volume e da intensidade do volume e intensidade observou-se um aumento nos níveis de testosterone, tal fato pode estar associado à melhoria da adaptação muscular e aumento da resistência.

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>M±Dp</b>
<b>Test_1</b>	8	69,330	189,700	123,002±46,557
<b>pg/mL</b>		pg/mL	pg/mL	pg/mL
<b>Test_2</b>	8	50,530	161,500	96,717±36,201
<b>pg/mL</b>		pg/mL	pg/mL	pg/mL
<b>Test_3</b>	8	64,960	127,400	96,563±20,425
<b>pg/mL</b>		pg/mL	pg/mL	pg/mL
<b>Test_4</b>	8	73,640	144,100	115,321±24,646
<b>pg/mL</b>		pg/mL	pg/mL	pg/mL

M±Dp = Média ±Desvio padrão da testosterona do grupo nacional (GN).

**Tabela 13.** Resultados da estatística descritiva da variável testosterona (pg/mL) do grupo nacional. Mínimo, máximo, média e desvio padrão expressos em oito (N=8) sujeitos da amostra.

A amostra composta por 8 elementos (N=8) obteve 4 momentos de recolha de saliva para análise dos níveis de testosterona.

O primeiro momento de recolha da saliva ocorreu no início da época, tendo sido verificados níveis basais, após período de descanso denominado Test\_1N, com um valor médio de 123, 002 pg/mL e desvio padrão de ±46, 557.

O segundo momento de recolha da saliva foi analisado após um ciclo de 6 semanas de treino caracterizado por Test\_2N, na fase preparatória básica, com o valor médio de 96, 717 pg/mL e desvio padrão de ±36, 201. Observou-se uma diminuição do nível de testosterona na fase preparatória geral, pela inserção volume e intensidade no treino, em relação aos níveis basais do início da época de treino do macrociclo de 18 semanas.

O terceiro momento de recolha da saliva foi analisado após um ciclo de 12 semanas de treinamento caracterizado por Test\_3N, na fase de preparação específica do treino, com um valor médio de 96,563 pg/mL e desvio padrão ±20,425, houve uma diminuição dos níveis de testosterona em relação a Test\_1N e Test\_ 2N. A diminuição do nível de cortisol em Teste\_3N pode estar

associado com a adaptação do esforço físico e psicológico pelo atleta na fase de preparação específica do treino.

O quarto momento de recolha da saliva, denominado Test\_4N, foi analisado após competição, totalizando 18 semanas de treinamento antes da competição de importância máxima, com valor médio de 115,32 pg/mL e desvio padrão de  $\pm 24,646$ , houve aumento dos níveis de testosterona com a diminuição do volume e o aumento da intensidade na fase competitiva após a competição em comparação com os três momentos de recolha anteriores, podendo estar associado a um efeito anabólico pelo trabalho força muscular e velocidade desenvolvida na prova.

Os níveis de testosterona pós-competição em Test\_4N, pode ter sido gerado pelo estresse psicológico da prova e pelo esforço físico intenso acarretando no aumento dos níveis de testosterona pelo aumento do LH na produção de catecolaminas, induzindo a descarga hormonal de adrenalina e noradrenalina, situada na medula supra-renal e liberada pelos nervos hipotalâmicos no sistema nervoso simpático (Guyton, A. & Hall, J. 1997).

Resultados da estatística descritiva da razão T/C do grupo regional e nacional estão apresentados na tabela 14 e 15.

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>M<math>\pm</math>Dp</b>
<b>T/C_1R</b>	15	0,030	0,0593	0,045 $\pm$ 0,026
<b>T/C_2R</b>	15	0,042	0,082	0,062 $\pm$ 0,036
<b>T/C_3R</b>	15	0,033	0,069	0,050 $\pm$ 0,030

M $\pm$ Dp = Média  $\pm$  Desvio padrão da razão T/C do grupo regional (GR)

**Tabela 14.** Resultados da estatística descritiva da relação T/C do grupo regional Mínimo, máximo, média e desvio padrão expressos em quinze (N=15) sujeitos da amostra.

A amostra composta por 15 elementos (N=15) avaliou a relação T/C baseado em três momentos de recolha da saliva do grupo regional.

O primeiro momento ocorreu no início da época com níveis basais, caracterizado por T/C\_1R com um valor médio de 0,045 e desvio padrão de  $\pm 0,026$ .

O segundo momento foi analisado após um ciclo de 6 semanas de treino, caracterizado por T/C\_2R na fase de preparação básica, com valor médio de 0,062 e desvio padrão  $\pm 0,036$  apresentou aumento em T/C\_2R em comparação com o início da época, com o aumento da carga de treino na fase de preparação básica.

O terceiro momento caracterizado por T/C\_3R, foi analisado após um ciclo de 12 semanas de treino na fase de preparação específica, com valor médio de 0,050 e desvio padrão de  $\pm 0,030$ , apresentou uma relação T/C diminuída em relação ao Segundo momento com o aumento da carga de treino na fase de preparação específica. O terceiro momento (T/C\_3N) houve uma diminuição da razão T/C por um mecanismo de compensação indicativo de adaptação ao excesso de sobrecarga.

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>M<math>\pm</math>Dp</b>
<b>T/C_1N</b>	8	0,017	0,079	0,047 $\pm$ 0,037
<b>T/C_2N</b>	8	0,010	0,077	0,043 $\pm$ 0,040
<b>T/C_3N</b>	8	0,018	0,060	0,039 $\pm$ 0,025
<b>T/C_4N</b>	8	0,024	0,097	0,049 $\pm$ 0,022

M $\pm$ Dp = Média  $\pm$  Desvio padrão da razão T/C do grupo nacional (GN)

**Tabela 15.** Apresenta a estatística descritiva da relação T/C do grupo nacional Mínimo, máximo, média e desvio padrão expressos em oito (N=8) sujeitos da amostra.

A amostra composta por oito elementos (N=8) avaliou a relação T/C baseado em quatro momentos diferentes de recolha da saliva do grupo nacional num macrociclo de 18 semanas.

O primeiro momento ocorreu no início da época de treino com níveis basais após período de descanso, caracterizado por T/C\_1N com um valor médio de 0,047 e desvio padrão de  $\pm 0,037$ .

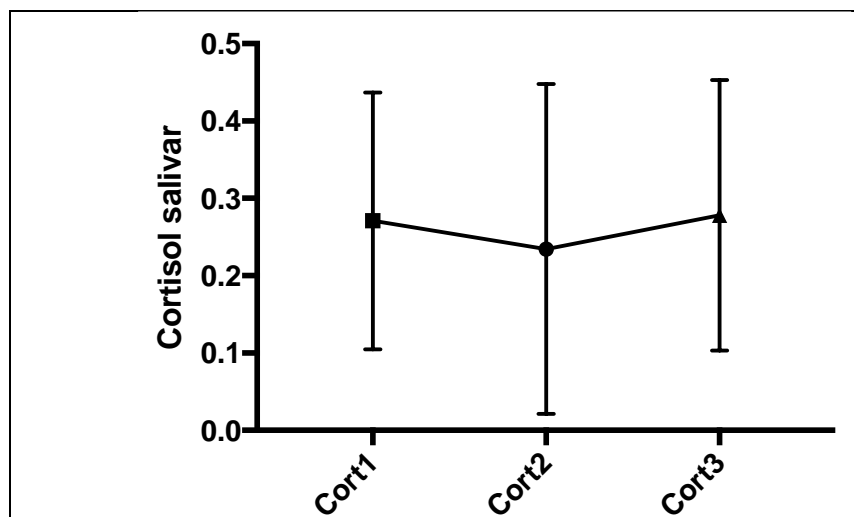
O segundo momento foi analisado após um ciclo de 6 semanas de treino, caracterizado por T/C\_2N na fase preparatória básica com valor médio de 0,043 e desvio padrão  $\pm 0,040$  apresentou diminuição na relação T/C com o início da carga de treino na fase preparatória básica após um período de descanso.

O terceiro momento caracterizado por T/C\_3N, foi analisado após um ciclo de 12 semanas de treinamento, na fase de preparação específica, com valor médio de 0,039 e desvio padrão de  $\pm 0,025$ , apresentou uma diminuição na relação T/C em comparação ao T/C\_1 e T/C\_2 com a diminuição do volume na fase de preparação específica.

O quarto momento caracterizado por T/C\_4N, foi analisado na fase competitiva após competição, totalizando 18 semanas de treinamento, apresentando um valor médio de 0,049 e desvio padrão de  $\pm 0,022$ , com aumento da relação T/C após a prova de competição em relação aos momentos anteriores.

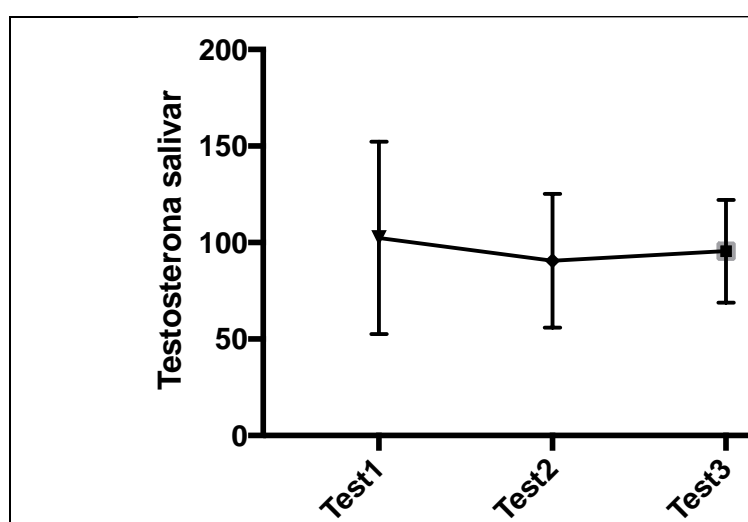
Em ambos os grupos com o incremento da carga de treino a T/C\_3R e T/C\_3N apresentou uma diminuição da razão T/C, por um mecanismo compensatório indicativo de adaptação pelo aumento da carga de treino (Urhausen et al., 1995; Viru A, Viru M., 2001; Uchida et al., 2004), concordando com um estudo realizado por Simões et al 2004.

Analisando os resultados podemos perceber no perfil gráfico 1 que não se registaram diferenças singnificativas nos níveis de cortisol salivar do grupo regional entre os três momentos de recolha salivar (Cort\_1R, Cort\_2R, Cort\_3R), embora o valor médio no terceiro momento (Cort\_3R) tendeu a aumentar enquanto no grupo nacional decresceu. Isto pode ser atribuído estresse físico provocado pelo incremento do volume e da intensidade evidenciando que o aumento da carga de treino pode levar a um aumento progressivo do nível de cortisol em resposta ao estresse físico podendo assim verificar que o grupo regional apresentou uma má adaptação ao estresse provocado incremento pelo exercício e psicológico na tentativa de chegar ao campeonato nacional em relação ao grupo nacional que parecia estar melhor adaptado em condições físicas e psicológicas, confirmando o estudo feito por Di Luigi L et al. (2002).



**Gráfico 1:** Perfil gráfico da análise da variação dos níveis de cortisol salivar de 15 sujeitos (N=15) do grupo regional (GR) caracterizada 3 momentos diferentes de recolha salivar (Cort\_1R, Cort\_2R, Cort\_3R) ao longo da época de treino.

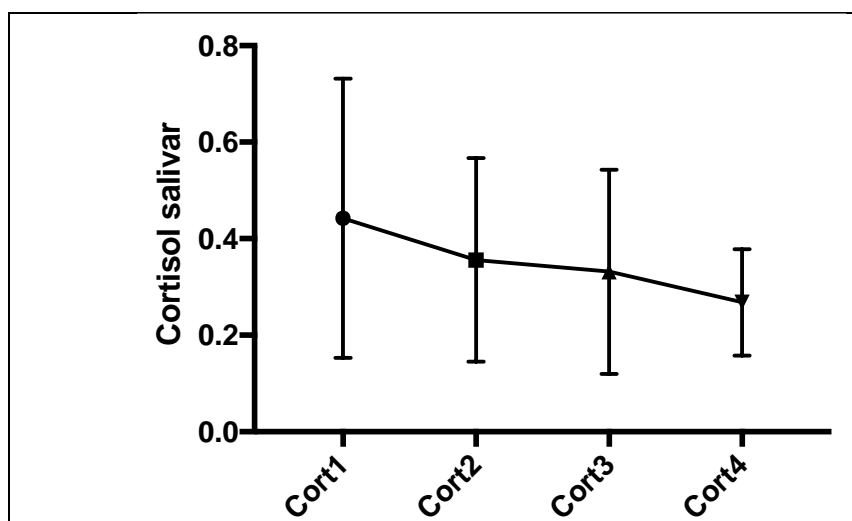
Analisando os resultados podemos perceber no perfil gráfico 2, ao contrário do grupo nacional, os valores médios de testosterona do grupo regional (Test\_2R, Test\_3R) não recuperam de forma tão notória.



**Gráfico 2-** Perfil gráfico da análise da variação dos níveis de testosterona salivar de 15 sujeitos (N=15) do grupo regional (GR) caracterizada 3 momentos diferentes de recolha salivar (Test\_1R, Test\_2R, Test\_3R) ao longo da época de treino.

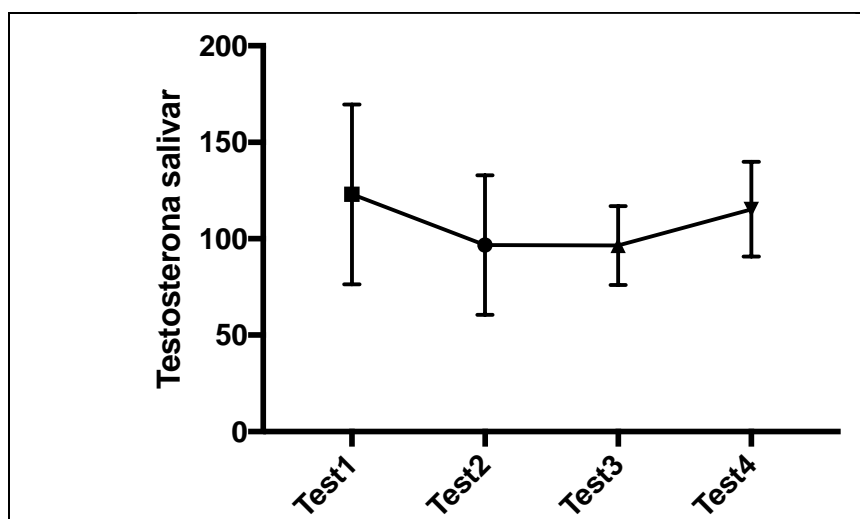
O perfil gráfico 3 mostra que apesar da tendência para o decréscimo dos valores médios de cortisol salivar no grupo nacional (Cort\_2N, Cort\_3N), não se observa diferença com significado





**Gráfico 3** - Perfil gráfico da análise da variação dos níveis de cortisol salivar de 8 sujeitos (N=8) do grupo nacional (GN) caracterizada em 4 momentos diferentes de recolha salivar (Cort\_1N, Cort\_2N, Cort\_3N, Cort\_4N) ao longo da época de treino.

Embora as diferenças nos valores médios não revelem significado, observa-se um decréscimo nas semanas intermédias correspondente a carga de treino mais elevada e uma aparente recuperação no período final de Taper.



**Gráfico 4** - Perfil gráfico da análise da variação dos níveis de testosterona salivar de 8 sujeitos (N=8) do grupo nacional (GN) caracterizada em 4 momentos diferentes de recolha salivar (Test\_1N, Cort\_2N, Test\_3N, Test\_4N) ao longo da época de treino.

O incremento da carga de treino na fase de preparação específica (Cort\_2N) totalizando 12 semanas de treinamento pode ter sido suficiente para levar ao aumento dos níveis de cortisol do grupo nacional, provocado pelo

estresse físico causado pela prolongação do tempo do exercício e o aumento da intensidade, concluindo-se que o grupo nacional apresentava melhores condições de adaptação ao estresse em relação ao grupo regional que manteve um aumento nos níveis de cortisol quando exposto ao aumento da carga sendo observado também um aumento dos níveis de cortisol em indivíduos expostos a cargas de treino elevadas no estudo feito por Jacks et al. (2002) e, ao estresse psicológico à prova do campeonato nacional (Hellhammer et al., 2009; Rama et al., 2010).

Os altos níveis de cortisol e testosterona salivar verificados antes do início da época de treinos pode estar caracterizado por um período de descanso ineficiente para o ciclo seguinte de treinos (Garcia et.al., 2002). O estado de recuperação após uma carga de treino imposta ao atleta se faz necessária para que o atleta reestabeleça sua condição de equilíbrio fisiológico para que não se entre em fadiga por sobrecarga de exercício (Haff, 2004).

O grupo nacional foi à prova de competição máxima, obtendo níveis de testosterona elevados no fim da prova competitiva, Tal fato pode estar associado ao estado motivacional por terem conseguido chegar a prova final e desenvolvendo uma condição anabólica favorecendo o desempenho (Carré et.al., 2006; Araújo, 2008; Aguilar et.al., 2013). A prova de competição de nível nacional exige dos atletas exercícios de alta velocidade e resistência, como foi realizado com o grupo nacional que apresentou neste estudo um decréscimo dos níveis de cortisol, em concordância com o estudo realizado por Hough e col., (2015) que apresentou níveis de cortisol inalterados, constatando-se uma adaptação do organismo à carga de treino e elevação dos níveis de testosterona aumentado com o aumento do volume do exercício.

A idade pode ter influenciado nos níveis de testosterona. O grupo regional apresentou idade menor com valor médio de 15,0 comparado aos participantes do grupo nacional com média de idade 18,6, podendo estar relacionado com o pico de testosterona na puberdade (Araújo, M.R. 2008).

A composição corporal pode ter influência nos níveis de testosterona apresentados. O grupo regional apresenta massa corporal e IMC menores que os participantes do grupo nacional. O grupo regional apresentou valores nos níveis de testosterona mais baixos que os participantes do grupo nacional que apresentaram valores mais altos (Hansen et al., 2001). O aumento da testosterona

contribui para o acréscimo de massa muscular e aumento da força muscular (Bhasin, 2003; Bhasin et al., 2003; Majumdar & Srividhya Jr, 2010).

## **CAPITULO VI**

### **CONCLUSÃO**

## 7 CONCLUSÃO

Este estudo sugere que a estratégia do planeamento desportivo de treino é fundamental para provocar respostas fisiológicas e hormonais a fim de obter um estado de homeostasia no metabolismo para que haja um desempenho satisfatório. O presente estudo mostrou que o volume e a intensidade podem desencadear respostas hormonais de cortisol e testosterona modulando as adaptações musculares, a diminuição do desempenho físico associado a um estado de estresse.

Embora neste estudo as respostas hormonais de cortisol e testosterona salivar não apresentassem diferenças significativas entre as diferentes fases do treino e entre os grupos, é possível observar uma tendência da variação hormonal na fase intermediária com o incremento do volume e da intensidade, observando que o grupo regional sofreu maior impacto por estresse físico e psicológico em relação aos atletas chegaram à prova final máxima, onde os níveis hormonais de cortisol e testosterona salivar mostram que o grupo nacional apresentavam melhores condições físicas para o desempenho almejado.

O sistema hormonal é um indicador importante de modulação muscular, deterioração aeróbica e baixo desempenho mantendo um estado de homeostasia entre o processo catabólico/ anabólico do organismo.

## **8 LIMITAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS**

Este estudo descreveu os resultados das respostas de marcadores bioquímicos hormonais como indicadores de estresse físico e psicológico e desempenho desportivo.

A amostra foi conduzida por atletas do nado de nível nacional, composta de forma voluntária, a seleção trás limitações de dados estatísticos. O estudo foi limitado devido ao número reduzido da amostra, tanto na quantidade como na limitação nas variáveis.

Os resultados gerados para avaliar as respostas bioquímicas hormonais baseados nas estratégias de treino, não foi capaz de atingir toda comparação com dados encontrados na literatura mesmo que se tenha obtido êxito no tratamento dos dados do estudo para cada variável.

## **9 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS**

Ao longo do desenvolvimento deste estudo identificaram-se questões que permitiriam o desenvolvimento de outros estudos para ampliar o conhecimento, como o alargamento do número de amostras e um grupo controle diferenciado ou para buscar confirmação dos resultados obtidos neste trabalho.

A abordagem de outros locais e de equipas diferenciadas do desporto e o suporte de uma equipe multidisciplinar na atuação do estudo para estabelecer protocolos de controlo nutricional e farmacológico associados a carga de treino desportiva.

## BIBLIOGRAFIA

Aguilar, R., Jiménez, M., & Alvero-Cruz, J. (2013). *Testosterone, Cortisol and anxiety in elite field hockey players*. *Physiology & Behavior*, 119, 3842.

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*. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46 (2), 322–327.

Almeida, M.B. & Araújo C.G., (2003). *Effects of aerobic training on heart rate*. *Rev Bras Med Esporte* Vol. 9, Nº 2 – Mar/Abr, 2003.

Araújo, M.R. (2008). *A influência do treinamento de força e do treinamento aeróbio sobre as concentrações hormonais de testosterona e cortisol*. *Motri*. v.4 n.2 Santa Maria da Feira.

Bateup, H.S., Booth, A., Shirtcliff, E.A. & Granger, D.A. (2002). *Testosterone, cortisol, and women's competition*. *Evolution and Human Behavior*, 23, 181–192. <http://doi.org/10.3109/10253890.2011.642033>.

Balthazar, C.H., Garcia, M.C., & Spadari-Bratfisch, R.C. (2012). *Salivary concentrations of cortisol and testosterone and prediction of performance in a professional triathlon competition*. *Epub*; 15(5):495-502.

Bhasin, S. (2003). *Regulation of body composition by androgens*. *J Endocrinol Invest*. Sep;26(9):814-22.

Bhasin, S., Taylor, W.E., Singh R., Artaza, J., Sinha-Hikim I., Jasuja R., Choi H., & Gonzalez-Cadavid, N.F (2003). *The mechanisms of androgen effects on body composition: mesenchymal pluripotent cell as the target of androgen action*. *J. Gerontol A Biol Sci Med Sci*. Dec;58(12):M1103-10

Bonifazi, M., Sardella, F., & Lupo, C. (2000). *Preparatory versus main competitions: differences in performances, lactate responses and precompetition plasma cortisol concentrations in elite male swimmers*. *European Journal of Applied Physiology*, 82(5-6), 368-373.

Borg, G. (1998). *Borg's Perceived Exertion and Pain Scales*. Pág. 44-52. ISBN:0-88011-623-4.

Brunelli, T. D., Borim J.P., Rodrigues A., Boganha V., Montagner P.C., Cavaglieri C.R., & Prestes J. (2012). *Immune responses, upper respiratory illness symptoms, and load changes in young athletes during the preparatory period of the training periodization*. *Journal of Sports Medicine*, 3: 43 - 49.

Buijs, R.M., Van Eden, C.G., Goncharuk, V.D. & Kalsbeek, A. (2003). *The biological clock tunes the organs of the body: Timing by hormones and the autonomic nervous system*. *Journal of Endocrinology* 117, 17-26.

Cappaert, T. A. (1999) *Review: Time of day effect on athletic performance: an update*. *Journal of Strength and Conditioning Research* 13, 412-421.

Carré J., Muir C., Belanger J., & Putman S.k. (2006). *Pre-competition hormonal and psychological levels of elite hockey players: relationship to the "home advantage"*. *Physiol Behav*, 89(3):392-8. <http://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.07.011>.

Casanova, N., Palmeira-de-Oliveira, A., Reis, V.M., Serra, N.C., & Costa, A.M. (2015). *Testosterone and Cortisol responses in competition: a systematic review*. *Motricidade* © Edições Desafio Singular, vol. 11, n. 4, pp. 151-162.

Chang, C.K., Tseng, H., Tan, H., & colaboradores. (2005). *Responses of saliva testosterone, cortisol, and testosterone-to-cortisol ratio to a triathlon in young and middleaged males*. *Biology of Sport* 22(3): 227-235.



Chatard J. C., Atlaoui, D., Lac, G., Duclos, M., Hooper, S., & Mackinnon, L. (2002). *Cortisol, DHEA, performance and training in elite swimmers*. *International Journal of Sports Medicine*; 23(7):510–515.

Chichinadze, K., & Chichinadze, N. (2008). *Stress induced increase of testosterone: contributions of social status and sympathetic reactivity*. *Physiology & Behavior*, 94 (4). 595- 603.

Crewther, B. T., Al-Dujaili, E., Smail, N. F., Anastasova, S., Kilduff, L. P., & Cook, C. J. (2013). *Monitoring salivary testosterone and cortisol concentrations across an international sports competition: data comparison using two enzyme immunoassays and two sample preparations*. *Clinical Biochemistry*, 46 (4–5), 354–358. <http://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2012.11.019>

Crewther, B., Cronin, J., Keogh, J., & Cook, C. (2008). *The salivary testosterone and cortisol response to three loading schemes*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1), 250–255.

Crewther, B., Keogh, J., Cronin, J., & Cook, C. (2006). *Possible stimuli for strength and power adaptation: acute hormonal responses*. *Sports Med.*;36(3):215-38.

Crewther, B.T., Lowe, T.E., Ingram, J., & Weatherby, R.P. (2010). *Validating the salivary testosterone and cortisol concentration measures in response to short high-intensity exercise*. 50(1):85-92.

Dai, Z., Wu, F., Yeung, E.W., & Li, Y. (2010). *IGF-IEc expression, regulation and biological function in different tissues*. *Growth Horm IGF. Res.* 20(4):275-81. doi: 10.1016/j.gHIR.2010.03.005. Epub 2010 May 21.

Dekerle, J., Pelayo, P., Brickley, G., & Carter, H. (2003). *Les zones d'intensité d'exercice en natation*. Paper presented at the 3<sup>èmes</sup> Journées Spécialisées de natation, Lille.

Di Luigi, L., Guidetti, L., Baldaril, C., Fabbri, A., Moretti, C., & Romanelli, F. (2002). *Physical Stress and Qualitative Gonadotropin Secretion: LH Biological Activity at Rest and After Exercise in Trained and Untrained Men*. *Journal Sports Med.*, 23: 307-312.

Duclos, M., Corcuff, J. B., Pehourcq, F., & Tabarin, A. (2001). Decreased pituitary sensitivity to glucocorticoids in endurance-trained men. *European Journal of Endocrinology*, 144(4), 363-368.

Edwards, D. A., 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 team mates. *Physiology & Behavior*, 87 (1), 135–143. <http://doi.org/10.1016/j.physbeh.2005.09.007>.

Ferrari, H.G., Gobatto, C.A., & Manchado-Gobatto, F.B. (2013). *Training load, immune system, upper respiratory symptoms and performance in well-trained cyclists throughout a competitive season*. *Biology of Sport*, vol. 30 .44.

Filaire, E., Sagnol, M., Ferrand, C., Maso, F., & Lac, G. (2001a). *Psychophysiological stress in judo athletes during competitions*. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2): 263-268.

Filaire, E., Bernain, X., Sagnol, M., & Lac, G. (2001b). *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.

Fragoso, I. & Vieira, F. (2000). *Morfologia e Crescimento*. Lisboa: Edições FMH – UTL

Fri, R. W., Morton, A. R., & Keast, D. (1991). *Overtraining in athletes*. *Na update*. *Sports Med*, 12 (1): 32-65.

Galbo, H. (1983). *Hormonal and Metabolic Adaptation to Exercise, 1st edition*. Stuttgart and New York: Thieme-Stratton Inc. 1-116.

Gatti, R., & De Palo, E. F. (2010). *An update: salivary hormones and physical exercise*. Scand. J. Med.Sci.Sports21,157–169.Apr;21(2):157-69.doi:10.1111/j.1600-0838.2010.01252.x.

Garcia, B.F., Lucía, A., Hoyos, J., Chicharro. J.L., Alonso, M.R., Bandres, F., & Terrados, N. (2002). *The Response of Sexual and Stress Hormones of male Pro-cyclists during continuous intense competition*. Journal Sports Med., 23, 555-560.

Garcia-Mayor R.V., Andrade, M.A., Rios, M., Large, M., Dieguez, C., & Casanueva, F.F. (1997). *Serum Leptin Levels in Normal Children: Relationship to Age, Gender, Body Mass Index, Pituitary-Gonadal Hormones, and Pubertal Stage*. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, v.82 (9) 2849-2855

Gebara, O.C.E., Vieira, N.W., Meyer, J.W., Calich, A.G., Tai, E.J., & Pierri, H. (2002). Wajngarten, M., Aldrighi, J.M. *Efeitos Cardiovasculares da Testosterona*. Arq Bras Cardiol, v.79 (nº 6), 644-9

Gleeson, M. *Biomechanical and immunological Markers of overtraining*. (2002) Journal of Sports Science and Medicine, 1, 31 - 41.

Gozansky, W.S., Lynn, J.S., Laudenslager, M.L., & Kohrt, W.M. (2005). *Salivary cortisol determined by enzyme immunoassay is preferable to serum total cortisol for assessment of dynamic hypothalamic--pituitary--adrenal axis activity*. Clin Endocrinol (Oxf). 2005 Sep;63(3):336-41.

Guyton, A., & e Hall, J. (1997). *Fisiologia do Esporte*. In G. K. SA. (Ed.), *Tratado de Fisiologia Médica* . Rio de Janeiro: Guanabara Koogan SA.

Haff. G.G. (2004). *Roundtable Discussion: Periodization of Training— Part 1*. Strength and Conditioning Journal. Volume 26,Number 1,page 50–69.

- Häkkinen, K., Pakarinen, A., Alén, M., Kauhanen, H. & Komi, P.V. (1988). *Daily hormonal and neuromuscular responses to intensive strength training in 1 week*. International Journal of Sports Medicine 9, 422-428.
- Hellhammer, D.H., Wüst, S., & Kudielka, B.M. *Salivary cortisol as a biomarker in stress research*. Psychoneuroendocrinology. 2009 Feb;34(2):163-71. Doi: 10.1016/j.psyneuen.2008.10.026. Epub 2008 Dec 18.
- Hameed, M., Orrell, R.W., Cobbold, M., Goldspink, G., & Harridge, S.D. (2002). *Expression of IGF-I splice variants in young and old human skeletal muscle after high resistance exercise*. J Physiol. 2003 Feb 15;547(Pt 1):247-54.
- Harman, M.T., Metter, J.E., Tobin, J.D., Pearson, J., & Blackman, M.R (2001). *Longitudinal Effects of Aging on Serum Total and Free Testosterone Levels in Healthy Men*. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. v.86, (2), 724-731
- Hastings, M.H., & Herzog, E.D. (2004). *Clock genes, oscillators, and cellular networks in the suprachiasmatic nuclei*. Journal of Biological Rhythms 19, 400-413.
- Hickson, R.C., Hidaka, K., Foster, C., Falduto, M.T., & Chatterton, R.J.Jr. (1994). *Successive Time Courses of Strength Development to Heavy Resistance Training*. Journal Appl. Physiol. 76 (2), 663-670.
- Hopinks, W.G. (1991). *Quantification of training in competitive sports. Methods and applications*. Sports Med., 12(3):161-83.
- Hooper, S. L., Mackinnon, L. T., & Howard, A. (1999). *Physiological and psychometric variables for monitoring recovery during tapering for major*

- competition*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(8), 1205-1210.
- Hough, J. P., Papacosta, E., Wraith, E., & Gleeson, M. (2011). *Plasma and salivary steroid hormone responses of men to high-intensity cycling and resistance exercise*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 23–31.
- Hough, J., Robertson, C., & Gleeson, M. (2015). *Blunting of Exercise-Induced Salivary Testosterone in Elite-Level Triathletes With a 10-Day Training Camp*. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 10(7):935-8. <http://dx.doi.org/10.1123/ijsp.2014-0360> © 2015 Human Kinetics, Inc.
- Housh, T.J., Housh, D.J., & Devries, H.A. (2006). *Applied Exercise and sport physiology. Second edition*. 111-112.
- Humphrey, S. P. & Williamson, R. T. (2001). *A review of saliva: Normal composition, flow, and function*. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 85(2), 162–169.
- Jacks, D.E., Sowash, J., Anning, J., McGloughlin, T., & Andres, F. (2002). *Effect of exercise at three exercise intensities on salivary cortisol*. *J Strength Cond Res.*;16(2):286-9.
- Johansson, C., Tsai, L., & Hultman, E. (1990). *Restoration of anabolic deficit and muscle glycogen consumption in competitive orienteering*. *Int J Sports Med* 11(3): 204-7.
- Jürimäe, J., Jürimäe, T., & Purge, P. (2001). *Plasma Testosterone and Cortisol Response to Prolonged Sculling in Male Competitive Rowers*. *Journal of Sport Sciences*, 19, 893-898.
- Kampmiller, T., Vanderka, M., Hamar, D., Sedliak, M., Cvečka, J., & Buzgó, G. (2013). *Parameters of motor performance of resting level of testosterone*

*and cortisol. Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae.* Vol. 53 Issue 1, p15 10p.

Kanaley, J.A, Weltman, J.Y., Pieper, K.S., Weltman, A., & Hartman, M. (2001). *Cortisol and Growth Hormone Responses to Exercise at Different Times of Day.* The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. V. 86 (6) 2881-2889.

Kivlighan, K. T., Granger, D. A., & Booth, A. (2005). *Gender differences in testosterone and cortisol response to competition.* Psychoneuroendocrinology, 30 (1), 58–71.  
<http://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2004.05.009>

Kirwan, J.P., Costill, D.L., Flynn, M.G. & colaboradores. (2015). *Physiological responses to successive days of intense training in competitive swimmers.* Medicine & Science In Sports & Exercise 20(3), 2001.

Kirschbaum, C., & Hellhammer, D. H. (2000). *Salivary cortisol.* In G. Fink (Ed.), Encyclopedia of stress (Vol. 3, pp. 379–383). San Diego, CA: Academic Press.

Kraemer, W.J., & Häkkinen, K. (2002). *Strength training for sport.* In: *International Olympic Committee Handbook in Sports Medicine.* W.J. Kraemer, K. Häkkinen, eds. Oxford, U.K.: Blackwell Scientific Publishers.

Kraemer, W.J. & Ratamess, N.A. (2004). *Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription.* Med Sci Sports Exerc.;36(4):674-88.

Le Panse, B., Vibarel-Rebot, N., Parage, G., Albrings, D., Amiot, V., De Ceaurriz, J., & Collomp, K. (2010). *Cortisol, DHEA, and testosterone concentrations in saliva in response to an international powerlifting competition.* Stress (Amsterdam, Netherlands), 13 (6), 528–532.  
<http://doi.org/10.3109/10253891003743440>.

- Le Panse, B., Labsy, Z., Baillot, A., Vibarel-Rebot, N., Parage, G., Albrings, D., & Collomp, K. (2012). *Changes in steroid hormones during an international powerlifting competition*. *Steroids*, 77(13),1339–1344. <http://doi.org/10.1016/j.steroids.2012.07.015>.
- Mackinnon L.T., Hooper S.L., Jones S., Gordon R.D., & Bachmann A.W. (1997). *Hormonal Immunological, and Hematological Response to intensified Training in elites swimmers*. *Med. Sci. Sports Exerc.* 29 (12):1637-45
- McLellan, C. P., Lovell, D. I., & Gass, G. C. (2010). *Creatine kinase and endocrine responses of elite players pre, during, and post rugby league match play*. *J Strength Cond. Res.* 24 (11), 2908–2919. <http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c1fcb1>
- Maglischo, E. (2003). *Swimming Fastest. The essential reference on technique, training, and program design: Human Kinetics.*
- Majumdar, P., & Srividhya, J.R S. (2010). *Monitoring Training Load in Indian Male Swimmers*. *Int J Exerc Sci* 3(3): 102-107.
- Matweev, L. (1981). *O Processo de Treino Desportivo*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Maso, F., Lac, G., Filaire, E., Michaux. O., & Robert, A. (2004). *Salivary testosterone and cortisol in rugby players: correlation with psychological overtraining items*. *British Journal of Sports Medicine*. 38 (3):260–263.
- Morgan, W.P., Brown, D.R., Raglin, J.S. & colaboradores. (1987).. *Psychological monitoring of overtraining and staleness*. *British Journal of Sports Medicine* 21:107-114.

- Moreira, A., Freitas, C.G., Nakamura, F.Y., Drago, G., Drago, M., & Aoki, M.S. (2013). *Effect of match importance on salivar cortisol and immunoglobulin a responses in elite young volleyball players*. Journal of Strength and Conditioning Research. 27(1):202-207.
- Moreira, A., Bilsborough J.C., Sullivan C.J., Ciancosi, M., Aoki, M.S., & Coutts AJ. (2014). *Training periodization of professional Australian football players during an entire Australian Football League season*. Int J Sports Physiol Perform. 2015 Jul;10(5):566-71. doi: 10.1123/ijsp.2014-0326.
- Mujika, I. (1986). *Hormonal responses to training and its tapering off in competitive swimmers: relationships with performance*. Eur J Appl Physiol, 1986. 74: p. 361-366.
- Mujika, I., Chatard, J. C., Busso, T., Geysant, A., Barale, F., & Lacoste, L. (1995). *Effects of training on performance in competitive swimming*. . Can J Appl Physiol, 20(4), 395-406.
- Mujika, I., Busso, T., & Lacoste, L. (1996). *Modeled responses to training and taper in competitive swimmers*. Medicine and Science in Sport and Exercise. 1; (2): 251-258.
- Mujika, I., & Padilla, S. (2003). *Scientific bases for precompetition tapering strategies*. Med Sci Sports Exerc, 35: 1182-1187.
- Nakamura, F.Y., Moreira, A., & Aoki, M.S. (2010). *Monitoramento da carga de treinamento: A percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável ?* Revista da Educação Física/UEM. Maringá, v. 21, n. 1, p. 1-11. DOI: 10.4025/reveducfis.v21i1.6713
- Norris, S. & Smith, D. (2002). *Planing, Periodization, and Sequencing of Training and Competition: The rationale for a Competently Planned, Optimally*



*Executed Training and Competition Program, Supported by a Multidisciplinary Team.* In M. Kellmann (Ed.), *Enhancing recovery: Preventing underperformance in athletes.* Champaign, IL: Human Kinetics.

Oliveira, T., Gouveia, M. J., & Oliveira, R. F. (2009). *Testosterone responsiveness to winning and losing experiences in female soccer players.* *Psychoneuroendocrinology*, 34 (7), 1056–1064. <http://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2009.02.006>.

Papacosta, E., & Nassis, G.P. (2011). *Saliva as a tool for monitoring steroid, peptide and immune markers in sport and exercise science.* *J Sci Med Sport*, 14(5):424-34. doi: 10.1016/j.jsams.

Papadopoulos, E., Muir, C., Russell, C., Timmons, B. W., Falk, B., & Klentrou, P. (2014). *Markers of Biological Stress and Mucosal Immunity during a Week Leading to Competition in Adolescent Swimmers.* *J Immunol Res*. 2014: 234565.

Published online 2014 Jun 12. doi: 10.1155/2014/234565  
PMCID: PMC4082920.

Pyne, D., & Goldsmith, W. (2005). *Training and testing of competitive swimmers.* In J. M. Stager & D. A. Tanner (Eds.), *Handbook of Sports Medicine and Science - Swimming* (2th ed.): Blackwell.

Rama, L., Borges, F., Cartaxo, T., & Teixeira, A. (2008). *Carga de Treino e Percepção de Esforço em Natação Pura Desportiva: Uso de escalas de percepção de esforço na monitorização da carga em microciclos de treino.* *Boletim SPEF*, 33 pp53-71.

Rama, L., Alves, F., & Teixeira, A. (2010). *Hormonal, Immune, Autonomic and Mood State Variation in the Initial Preparation Phase of a Winter Season,*

*in Portuguese Male Swimmers*. XIth International Symposium for Biomechanics & Medicine in Swimming. Issue 11, p217-3p.

Reilly, T. & Waterhouse, J. (2009). *Sports performance: is there evidence that the body clock plays a role ?* European Journal of Applied Physiology 106, 321-332.

Salvador, A., Suay, F., González-Bono, E., & Serrano, M. A. (2003). *Anticipatory cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men*. Psychoneuroendocrinology , 28 (3), 364–375. [http://doi.org/10.1016/S03064530\(02\)00028-8](http://doi.org/10.1016/S03064530(02)00028-8)

Salvador A. (2005). *Coping with competitive situations in humans*. Neurosci Biobehav Rev. 29 (1): 195-205.

Sedliak, M., Finni, T., Cheng, S., Kraemer, W.J., & Häkkinen, K. (2007). *Effect of time-of-day-specific strength training on serum hormone concentrations and isometric strength in men*. Chronobiology International 24, 1159-1177.

Sheikholeslami-Vatani, D., Ahmadi, S., & Salavati, R. (2016). *Repetitions, Serum IGF-1, Testosterone and Cortisol Levels in Normal-Weight and Obese Men Dariush Sheikholes*. Asian J Sports Med. 7(1): e30503. doi: 10.5812/asjasm.30503

Strohacker, K., Fazzino, D., Breslin, W. L., & Xu, X. (2015). *The use of periodization in exercise prescriptions for inactive adults: A systematic review*. Prev Med Rep. 2: 385–396. Published online 2015 May 6. doi: 10.1016/j.pmedr.2015.04.023

- Simao, R., de Salles B.F., Figueiredo, T., Dias, I., & Willardson, J.M. (2012). *Exercise order in resistance training*. Sports Med. 42(3):251–65. doi: 10.2165/11597240-000000000-00000. [PubMed: 22292516]3.
- Simões, H., Marcon, F., Oliveira, F., Campbell, C., Baldisser, V., & Rosa, L., (2004). Resposta da razão testosterona/cortisol durante o treinamento de corredores velocistas e fundistas. Revista brasileira de Educação Física e Esporte. 18: 31-36
- Sobral, F. & Coelho e Silva, M.J. (2003). *Cineantropometria: Curso Básico*. Edição Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra. Pag. 05-28. ISBN: 972-9051-34-8.
- Tanner, A. V, Nielsen, B.V., & Allgrove, J. (2014). *Salivary and plasma cortisol and testosterone responses to interval and tempo runs and a bodyweight-only circuit session in endurance-trained men*. Journal of Sports Sciences, Vol. 32, No. 7, 680–689, <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2013.850594>.
- Teo, W., Newton, M.,J., & McGuigan, M.R. (2011). *Circadian rhythms in exercise performance: Implications for hormonal and muscular adaptation*. Journal of Sports Science and Medicine. 10 (4):600-6. <http://www.jssm.org>.
- Uchida, M. C., Bacurau, R.F.P., Navarro, F., Pontes Jr., F.,L., Tessuti, V.D., Moreau, R.L., Rosa, L.,F.B.P.C., Saldanha, & Aoki, M.S. (2004). *Alteração da relação testosterona:cortisol induzida pelo treinamento de força em mulheres*. Rev Bras Med Esporte \_ Vol. 10, Nº 3.

- Urhausen, A., Gabriel, H., & Kindermann, W. (1995). *Blood hormones as markers of training stress and overtraining*. *Sports Med.*; 20(4):251-76.
- Valdivielso, F.N., Gaia, A.O., & Feal, A.R. (2010). Planificación del entrenamiento y su control. Colección Natación de Alto Rendimiento. N. 3., P.07-347.
- Van Bruggen, M.D., Hackney, A.C., McMurray, R.G. & Ondrak, K.S. (2011). *The relationship between serum and salivary cortisol levels in response to different intensities of exercise*. *Int J Sports Physiol Perform*. 6(3):396-407.
- Vervoorn, C., Quist, A.M.; Versmulst, L.J.M.; Erick, W.B.M.; de Vries, W.R.; & Thijssenn, J.H.H. *The behavior of the plasma free testosterone/ cortisol ratio during off season of elite rowing training*. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v.12, p.257- 63, 1991.
- Viru, A., & Viru, M. (2001). *Biochemical monitoring of sport training*. *Human kinetics publishers*. 87104.
- Viru, A., & Viru, M. (2001). *Assessing changes in adaptivity for optimizing training strategies*. In: Viru A, Viru M, editors. *Biochemical monitoring of sport training*. Champaign: Human Kinetics,193-220.
- Vuorimaa, T., Ahotupa, M., Häkkinen, K., & Vasankari, T. (2008). *Different hormonal response to continuous and intermittent exercise in middle-distance and marathon runners*. *Scand J Med Sci Sports*, 18(5), 565–572. doi: 10.1111/j.1600-0838.2007.00733.x. Epub 2008 Jan 14
- Waterhouse, J., Drust, B., Weinert, D., Edwards, B., Gregson, W., Atkinson, G., Kao, S., Aizawa, S. & Reilly, T. (2005). *The circadian rhythm of core temperature: origin and some implications for exercise performance*. *Chronobiology International* 22, 207-225.

Wilmore, E. J., & Costill, D. (2003). *Fisiologia do Esporte e do Exercício* (1ª ed.).  
São Paulo: Manole.